



# Respuesta de *Physalis peruviana* a la fertilización con diferentes dosis de N, P y K en el Altiplano de Pasto, Colombia

## Response of *Physalis peruviana* to fertilization with different doses of N, P and K in the Pasto Altiplano, Colombia

Amanda Silva Parra\*, Cesar Albornoz Bucheli, Alvaro Castillo Marín, Oscar Checa Coral, Tulio Cesar Lagos

Universidad de Nariño. San Juan de Pasto, Colombia, \*Autora para correspondencia: [amanda.silvaparra@gmail.com](mailto:amanda.silvaparra@gmail.com)

Rec.:04.07.2014 Acep.:18.09.2014

### Resumen

En un Andisol Typic dystrandep del Altiplano de Pasto (2800 m.s.n.m., 12.6°C, 820 mm/año y 900 h de luz solar), Colombia, se evaluaron algunas variables de crecimiento, contenido de nutrientes y producción de uvilla (*Physalis peruviana*) como respuesta a la fertilización con N, P y K. Los tratamientos consistieron en la aplicación de urea (46% N) como fuente de N, superfosfato triple-SPT (46% de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) como fuente de P y cloruro de potasio-KCl (60% K<sub>2</sub>O) como fuente de K, en dosis iguales para cada fuente, de 80, 150 y 300 kg/ha/año aplicados en dos épocas al momento del trasplante y 30 días después, antes de la floración. Los resultados mostraron diferencias en fuentes y dosis ( $P \leq 0.01$ ) en todas las variables analizadas. Las dosis de 300 kg/ha de urea, 150 kg/ha de SPT y 300 kg/ha de KCl favorecieron la mayor altura de planta, la materia seca y la absorción de NPK ( $P \leq 0.05$ ). La absorción de N fue mayor que la de K y éste a su vez que la de P en todas las interacciones evaluadas ( $P \leq 0.05$ ). La aplicación de 300 kg/ha de cada uno de los fertilizantes ocasiono incremento del rendimiento de *P. peruviana*. Por otra parte, fueron encontrados efectos positivos en la absorción NPK en relación con los rendimientos de *Physalis peruviana* con 300 kg/ha de urea, 150 kg/ha de SPT y 300 kg/ha de KCl ( $P \leq 0.05$ ), por tanto se recomiendan estas dosis de fertilizantes.

**Palabras clave:** *Physalis peruviana*, absorción de nutrientes, análisis de suelos, dosis de fertilizantes, materia seca, rendimientos.

### Abstract

In a Typic dystrandep Andisol of Pasto Altiplano (2,800 meters above sea level, 12.6°C, 820 mm/year and 900 hours of sunlight), were evaluated some variables of growth, nutrition and production of *Physalis peruviana* by effect of N, P and K fertilization. The treatments consisted of the application of urea (46% N) as a source of N, superphosphate Triple-SPT (46% P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) as a source of P, Potassium Chloride-KCl (60% K<sub>2</sub>O) as a source of K, in similar doses for each source, 80, 150 and 300 kg/ha/year applied in two times at transplant and 30 days later, before flowering. The results showed differences in sources and doses ( $P \leq 0.01$ ) in all variables analyzed. The dose of 300 kg/ha of Urea, 150 kg/ha of SPT and 300 kg/ha of KCl resulted in the highest values of plant height, dry matter and NPK absorbed ( $P \leq 0.05$ ). N absorbed was greater than K absorbed and this in turn to P absorbed in all interactions tested ( $P \leq 0.05$ ). All sources evaluated at 300 kg/ha led to higher yields of *Physalis peruviana* ( $P \leq 0.05$ ). On the other hand, positive effects were found in the absorbed NPK in relation with yields of *Physalis peruviana* with 300 kg/ha of urea, 150 kg/ha of SPT and 300 kg/ha of KCl ( $P \leq 0.05$ ), therefore these doses of fertilizers are recommended.

**Keywords:** *Physalis peruviana*, absorption of nutrients, soil analysis, fertilizer doses, dry matter, yields.

## Introducción

Los estudios de absorción de nutrientes por las plantas son una herramienta válida para los programas de fertilización de cultivos tendientes a mejorar la eficiencia y la rentabilidad de estos (Bertsch, 2005). La nutrición de *Physalis peruviana* (uchuva o uvilla) está directamente relacionada con su precocidad y rendimiento (Martínez *et al.*, 2008). El nitrógeno (N) es un nutriente esencial que tiene rápido efecto sobre el crecimiento vegetal y promueve el desarrollo radicular, interviene en la síntesis de aminoácidos y proteínas y mejora la absorción de otros nutrientes en la solución del suelo (Malavolta, 2006).

Según Fischer y Almanza (1993) los requerimientos de N, P y K por *P. peruviana* pueden ser de 80 kg/ha/año. En plantas de esta especie, Martínez y Sarmiento (2008) y Martínez *et al.* (2008) encontraron marcadas reducciones en el crecimiento de follaje y en el rendimiento por la deficiencia de N y K en solución nutritiva.

El fósforo (P) es un elemento limitante de la productividad de los cultivos en Andisoles (Espinoza, 1998). Este nutriente es móvil dentro de la planta y puede ser transportado de los tejidos más viejos hacia los rebrotos. En la época de fructificación las necesidades de este nutriente ocurren principalmente por movilización de reservas en la planta (Malavolta, 2006).

La concentración de P en hojas generalmente es mayor en los primeros estadios de desarrollo ya que éste se concentra en las partes vegetativas y a medida que aumenta el ciclo del cultivo, tiende a ser destinado a las partes reproductivas para promover el desarrollo de flores y frutos (Marschner, 1995). Un bajo suministro de P en la planta produce pobre floración, rendimientos bajos, maduración tardía y bajo contenido de azúcar en frutos (Thomé y Osaki, 2010).

La carencia de potasio (K) en las plantas afecta la producción y la calidad de los frutos (Rice, 2007), un buen suministro de este elemento ayuda a la permanencia del cultivo (Martínez *et al.* 2008) y alivia las condiciones de estrés (Malavolta, 2006). Según Guerrero (1998) el K cumple funciones importantes en la osmoregulación, la activación de enzimas, la síntesis de proteínas, el funcionamiento de estomas, la fotosíntesis y la diferenciación celular.

En los estudios de absorción de nutrientes se identifican los requerimientos, la extracción o consumo por los cultivos durante todo su ciclo o en la etapa de mayor producción de materia seca y permiten conocer la cantidad de nutrientes que es absorbida para producir un rendimiento dado en un tiempo definido (Malavolta, 2006). Estos estudios más la disponibilidad de nutrientes en

el suelo, ayudan a mejorar la eficiencia de los programas de fertilización (Bertsch, 2005).

El presente trabajo de investigación tuvo como objetivo determinar la respuesta de *P. peruviana* a la fertilización con diferentes dosis de N, P y K en el Altiplano de Pasto, Colombia.

## Materiales y métodos

### Localización y tratamientos

La investigación se realizó en el corregimiento de Botana, Altiplano de Pasto, a 2800 m.s.n.m., con temperatura promedio de 12.6°C, 900 horas de luz solar/año, precipitación pluvial de 820 mm/año y humedad relativa de 79%. En la zona predominan los Andisoles Typic dystrandep (IGAC, 1998).

Como material se utilizó la variedad Sylvania de *P. peruviana* de 5 meses de edad, establecida en una densidad de siembra de 1666 plantas/ha distanciadas 2 m entre plantas y 3 m entre surcos. Cada parcela o unidad experimental consistió en siete plantas, en un área de 14 m<sup>2</sup>, dispuestas en tres bloques cada uno con un área de 378 m<sup>2</sup>, 42 m de largo x 9 m de ancho, incluyendo nueve parcelas y 63 plantas. El área total del experimento fue de 134 m<sup>2</sup> y el área útil de cada parcela de 10 m<sup>2</sup>. Con anterioridad a la implementación del experimento se tomó una muestra de suelo para su análisis físico-químico, siguiendo la metodología de Unigarro y Carreño (2005) (Tabla 1).

Tabla 1. Análisis de suelo en el sitio experimental.

pH	M.O. <sup>a</sup> (%)	P dispon. <sup>b</sup> (mg/kg)	K cambio <sup>c</sup>	Ca cambio (cmol/kg)	Mg cambio	DA (g/cc)	Textura <sup>d</sup>
5.98	3.42	43.2	0.81	7.53	3.76	0.82	Ar-A

a. = Bajos contenidos de N-disponible (73.55 kg/ha de N-disponible), b = Altos contenidos de P-disponible (70.84 kg/ha de P-disponible) c = Altos contenidos de K cambiante (518.07 kg/ha de K-intercambiable) d = corresponde a grado textural arcillo-arenoso.

El diseño experimental utilizado fue bloques completos al azar en arreglo factorial 3 x 3, con dos factores en tres niveles, el primer factor correspondió a las fuentes de fertilización: urea, superfosfato triple (SPT) y cloruro de potasio (KCl) y el segundo factor consistió en las dosis de aplicación (kg/ha): 80, 150 y 300, para un total de nueve tratamientos, en tres repeticiones y 27 unidades experimentales. Las cantidades de N, P y K contenidos en cada fuente, dependiendo de la dosis de fertilizante aplicado se indican en el Tabla 2. Los fertilizantes fueron aplicados en dosis iguales al momento del trasplante y 30 días después, antes de la floración.

**Tabla 2.** Cantidades de N, P y K aplicadas en las fuentes utilizadas (kg/ha/año).

Fuentes fertilizantes	Dosis	N	P	K	Nomenclatura
		kg/ha/año			
Urea	80	36.8	—	—	Urea D80
Urea	150	69.0	—	—	Urea D150
Urea	300	138.0	—	—	Urea D300
SPT	80	—	16.06	—	SPT D80
SPT	150	—	30.11	—	SPT D150
SPT	300	—	60.23	—	SPT D300
KCl	80	—	—	39.84	KCl D80
KCl	150	—	—	74.71	KCl D150
KCl	300	—	—	149.43	KCl D300

Adaptado de Guerrero (1998). Urea (46% N) como fuente de N, superfosfato triple-SPT (46% de  $P_2O_5$ ) como fuente de P y cloruro de potasio-KCl (60% K<sub>2</sub>O) como fuente de K. Factores de conversión para transformar  $P_2O_5$  a P (0,4365),  $K_2O$  a K (0,8302) Guerrero (1998).

## Mediciones

La altura de planta desde la base hasta el ápice fue medida por triplicado durante la etapa de plena floración (Obrecht, 1993). Se determinaron los pesos verde y seco de la parte aérea y las raíces, con el fin de determinar la materia seca total (kg/ha).

Para el análisis foliar se tomaron tres plantas de cada unidad experimental en las cuales a partir de la cuarta hoja y hasta el ápice se recolectaron 10 muestras por planta (Hartz *et al.*, 1998). La determinación de N se realizó por el método Kjeldahl, el P fue determinado por oxidación húmeda colorimétrica y el K por oxidación húmeda mediante técnica de espectrofotometría. Los resultados fueron expresados en g/100 g de materia seca (Sarruge y Haag, 1974; Malavolta, Vitti y Oliveira, 1997); estos análisis fueron realizados en el Laboratorio de Bromatología de la Universidad de Nariño.

La curva de absorción NPK se obtuvo de la relación entre el peso seco de los tejidos y la concentración de nutrientes en ellos (Bertsch, 2005). Para la interpretación de los resultados se usaron los criterios de Malavolta (2006) que indican que el análisis foliar se basa en las premisas de la existencia de relaciones directas entre dosis de fertilización, producción y contenidos foliares de nutrientes y entre estos últimos y la producción.

La producción se determinó durante 12 semanas y los resultados se emplearon para determinar la curva de absorción NPK, relacionada como kg de NPK absorbidos por tonelada de fruta producida.

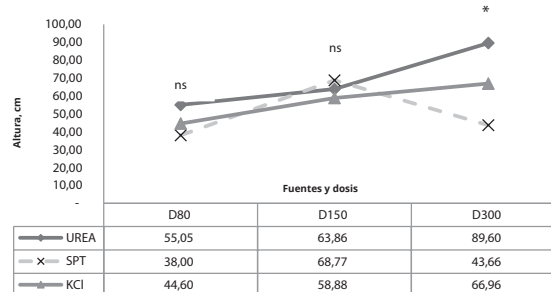
El análisis de datos fue realizado mediante análisis de varianza utilizando el paquete es-

tatístico SAS versión 5.0. En el caso de existir diferencias entre los efectos simples o dobles se aplicó el test de Tukey ( $P \leq 0.05$ ).

## Resultados y discusión

### Altura de planta

La altura de planta fue afectada ( $P \leq 0.05$ ) por las fuentes y dosis de los fertilizantes (Figura 1). Las mayores alturas de planta ocurrieron con la aplicación de 300 kg/ha/año de urea (138 kg N/ha/año), 150 kg/ha/año de SPT (30.11 kg P/ha/año) y 300 kg/ha/año de KCl (149.43 kg K/ha/año), siendo éstas, respectivamente, de 89.6, 68.7 y 66.96 cm. Estos resultados coinciden con los de Martínez *et al.* (2008) y con los de Gastelum (2012), pero difieren de los encontrados por Fischer y Almanza (1993). En estos suelos la respuesta en altura de planta de la uvilla a la aplicación de P fue baja, menos con la dosis de 150 kg/ha, si se compara con los resultados obtenidos con las aplicaciones de N y K (Figura 1).

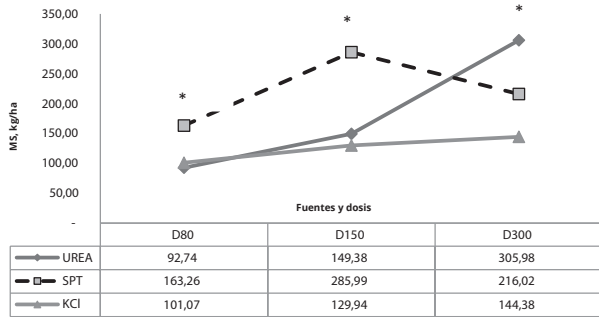


**Figura 1.** Altura de plantas de *Physalis peruviana* por efecto de la aplicación N, P y K en diferentes dosis. Diferencia mínima significativa de acuerdo con la prueba de Tukey ( $P \leq 0.05$ ), ns: no significativo. \*: indica efecto significativo con  $P \leq 0.05$ . Error estándar entre paréntesis: Altura cm (14.71).

### Producción de materia seca

Las mayores producciones de materia seca se encontraron con la aplicación de urea en dosis de 300 kg/ha/año (306 kg MS/ha), SPT en dosis de 150 kg/ha/año (286 kg MS/ha) y KCl en dosis de 300 kg/ha/año (145 kg MS/ha) ( $P \leq 0.05$ ) (Figura 2).

La producción de MS por efecto de la aplicación de urea aumentó desde 56 g/planta con la dosis de 80 kg/ha/año (36.8 kg N/ha/año) hasta 184 g/planta con la aplicación de 300 kg/ha/año (138 kg N/ha/año), lo que confirma la importancia de este nutriente en la producción de MS acumulada durante la fase de crecimiento de la planta. Todas las fuentes evaluadas en dosis de 80 kg/ha/año presentaron valores bajos de producción de materia seca ( $P \leq 0.05$ ) (Figura 2).

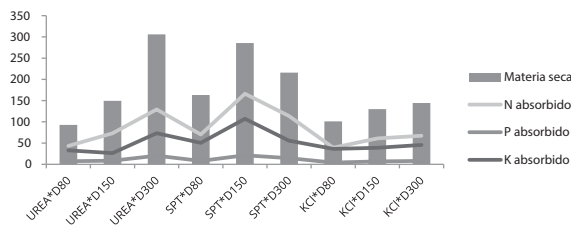


**Figura 2.** Materia seca de plantas de *Physalis peruviana* por efecto de la aplicación de N, P y K en diferentes dosis. Diferencia mínima significativa de acuerdo con la prueba de Tukey ( $P \leq 0,05$ ), ns: no significativo. \*: indica efecto significativo con  $P \leq 0,05$ . Error estándar entre paréntesis: Materia seca kg (150,28).

### Absorción de nutrientes

Las mayores absorciones de N, P y K (129, 20 y 73 kg/ha) se presentaron cuando se aplicó urea en dosis de 300 kg/ha/año ( $P \leq 0.05$ ), seguidas de SPT (166, 21 y 107) en dosis de 150 kg/ha/año y KCl (61, 7 y 39 kg/ha) en dosis de 300 kg/ha/año ( $P \leq 0.05$ ) (Figura 3). En todos los casos la secuencia fue: N absorbido > K absorbido > P absorbido.

El N absorbido fue más alto en la dosis de 150 kg/ha/año de SPT ( $P \leq 0.05$ ), mientras que la absorción en 150 kg/ha/año de urea fue igual a la dosis de 80 kg/ha/año de SPT y la absorción de N fue menor en todas las dosis de KCl (Figura 3). El nitrógeno es un nutriente esencial para el desarrollo y crecimiento de la planta (Berscht, 2005), favorece el desarrollo del sistema radicular, mejora la absorción de otros nutrientes presentes en la solución del suelo, especialmente P, y es un componente esencial de las proteínas (Marschner, 1995).



**Figura 3.** Absorción de N, P y K en la etapa de floración de *Physalis peruviana* relacionada y la producción de MS de planta ( $P \leq 0.05$ ). Errores estándar (entre paréntesis): N (91), K (2,24), P (37).

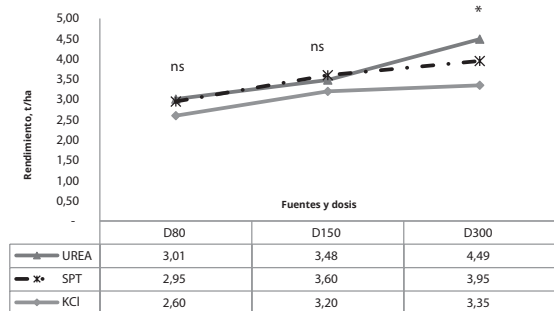
Según Thome y Osaki (2010) entre 4 y 5% de este elemento es extraído por la planta en el primer mes y cerca del 30% en el segundo mes. Los frutos en su máximo desarrollo pueden contener casi la mitad del nitrógeno de la planta (Martínez *et al.*, 2008).

La absorción de P por la planta fue baja y no se presentaron diferencias por efecto de las dosis ni las fuentes aplicadas (Figura 3). Según Silva *et al.* (2003) los fertilizantes fosfatados tienen una tasa de absorción aproximada de 10%, permaneciendo el resto en forma residual en los suelos. Según Taiz y Zeiger (1998) el incremento en el contenido de N en la hoja, como resultado de la aplicación de la fertilización nitrogenada, favorece el contenido de P en la hoja y explica entre el 80 y 95% de la variación en la concentración de P en la hoja. No obstante que la planta no extrae grandes cantidades de fósforo, este nutriente es fundamental en la fase de crecimiento y al inicio de la maduración de los frutos (Boitt *et al.*, 2012), según este autor el 94% del fósforo se concentra en los frutos y sólo el 6% en las hojas y tallos, lo que explica la menor respuesta en absorción de P por la planta.

La absorción de K fue más alta cuando se aplicaron 150 kg/ha/año de SPT ( $P \leq 0.05$ ) (Figura 3) y en general todas las dosis de KCl ocasionaron menores valores de absorción NPK, aunque no se encontraron diferencias para N ni para K absorbidos, pero sí con P absorbido ( $P \leq 0.05$ ). Al comienzo del ciclo vegetativo, las plantas de *P. peruviana* demandan cantidades bajas de K, pero estas demandas aumentan cuando comienza el desarrollo del cultivo, siendo este nutriente necesario en la formación de azúcares y aminoácidos y el transporte de reservas nutritivas (Martínez *et al.*, 2008).

### Producción de frutos y absorción de nutrientes

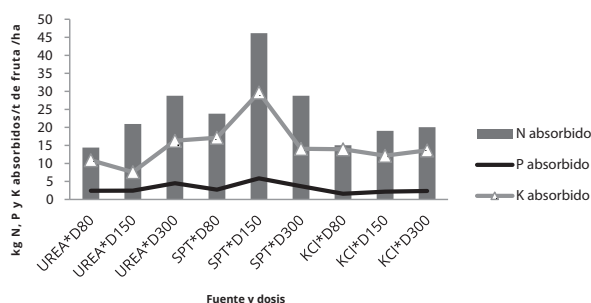
Los rendimientos de fruto a la cosecha incrementaron a medida que las dosis de fertilizantes fueron más altas ( $P \leq 0.05$ ) (Figura 4). Rufato *et al.* (2008) recomiendan para *P. peruviana* la aplicación de dosis variables (kg/ha/año) entre 80 y 120 de N, 50 y 100 de  $P_2O_5$  (21.82 y 43.65 de P), 300 y 450 de  $K_2O$  (250 y 376.29 de K), cantidades similares a las dosis más altas de N y P



**Figura 4.** Rendimiento de *Physalis peruviana* por efecto de dosis (kg/ha) de NPK (valores correspondientes a 12 semanas). Diferencia mínima significativa de acuerdo a la prueba de Tukey ( $P \leq 0,05$ ), ns: no significativo. \*: indica efecto significativo con  $P \leq 0,05$ . Error estándar entre paréntesis: Rendimiento kg (0.1072).

aplicadas en el presente estudio. En *P. peruviana* los potenciales productivos aumentan con el uso de coberturas con leguminosas, fertilización orgánica, y labranza mínima (Contreira *et al.*, 2009) o con el uso de residuos de cosechas de cereales (Reche, 2012). Boitt *et al.* (2012) trabajando en suelos ricos en K no encontraron respuesta en la producción de frutos de *P. peruviana* cuando aplicaron este nutriente.

En la Figura 5 se observa que los nutrientes más extraídos por tonelada de fruta producida fueron N y K ( $P \leq 0.05$ ), coincidiendo con los resultados de Martínez *et al.* (2009). Bajas dosis de N pueden ocasionar atraso en la maduración y disminuyen sensiblemente el rendimiento (Guerreiro, 2007). El K, por otra parte, influye en el desarrollo de los frutos, participa en el metabolismo de los carbohidratos y en el mantenimiento del balance hídrico; cuando este elemento es deficiente, los frutos son pequeños, maduran con dificultad y en forma irregular (Rice, 2007).



**Figura 5.** Absorción de NPK y rendimiento de *Physalis peruviana*. Errores estándar entre paréntesis: N absorbido, kg/t de fruta (5.61); P absorbido, kg/t de fruta (0.108); K absorbido, kg/t de fruta (2.26).

Por otra parte, urea, SPT y KCl en dosis 300, 150 y 300 kg/ha/año presentaron las mayores absorciones de NPK por tonelada de fruta cosechada ( $P \leq 0.05$ ) (Figura 5), estas fuentes simples en las dosis sugeridas pueden ser usadas en planes de fertilización de *P. peruviana* y aportarían (kg/ha/año) 138 de N, 30.11 de P y 149.43 de K. Según Berstch (2005) la estimación de dosis precisas de fuentes simples con aportes de N, P y K pueden ayudar a eficientizar los planes de fertilización y disminuir costos, por otra parte, el Panel Intergubernamental de Cambio Climático-IPCC (2006) señala menores emisiones de  $N_2O$  y  $CO_2$  a la atmósfera por la baja utilización de fertilizantes nitrogenados, potásicos y fosforados.

**Conclusiones** Las dosis de 300 kg/ha de urea, 150 kg/ha de SPT y 300 kg/ha de KCl, presentaron los mejores efectos en el crecimiento y la materia seca de plantas de *P. peruviana*.

Las curvas de absorción NPK indicaron que N es el elemento más absorbido, seguido de K y P.

Las mayores absorciones se presentaron cuando se aplicó urea en dosis de 300 kg/ha, SPT en dosis de 150 kg/ha y KCl en dosis de 300 kg/ha.

El mayor rendimiento en *P. peruviana* se obtuvo con todas las fuentes evaluadas en dosis de 300 kg/ha.

La relación entre absorción de nutrientes NPK y rendimiento indicó que las dosis recomendadas para *P. peruviana* son 300 kg/ha de urea, 150 kg/ha de SPT y 300 kg/ha de KCl para las condiciones del Altiplano de Pasto.

## Agradecimientos

A la Vicerrectoría de Investigaciones y Posgrados VIPRI de la Universidad de Nariño por el financiamiento de esta investigación.

## Referencias

- Berstch, F. 2005. Estudios de absorción de nutrientes como apoyo a las recomendaciones de fertilización. Costa Rica. *Informaciones agronómicas No. 57*:1-5.
- Boitt, G.; Zago, E.; Gatiboni, L. C.; Y Rufato, L. 2012. Efeito da adubação fosfatada e potássica na cultura do *Physalis (Physalis peruviana L.)* em Lages – SC. En: IX Reunião Sul-Brasileira de Ciência do Solo, 8 a 9 de noviembre de 2012, LAGES-SC.
- Contreira, C. L.; Lima, C. S.; Borges, A.; Betemps, D. L.; y Rufato, A. 2009. *Physalis* em diferentes sistemas de cultivo. En: XVIII CIC, XI ENPOS, I Mostra Científica. Anais. 4 p.
- Espinosa, J. 1998. *Fijación de fósforo en suelos derivados de ceniza volcánica y fertilización fosfórica del cultivo de la papa*. pp. 103-110. En: Guerrero, R. (ed.). *Fertilización de cultivos en clima frío*. Sáenz y Cia. Ltda., Santafé de Bogotá. p. 103 – 110.
- Fischer, G., y Almanza, P.J. 1993. Nuevas tecnologías en el cultivo de la uchuva, *Physalis peruviana L.* *Rev. Agrodesarrollo 4*: 290-294.
- Gastelum, O. D. 2012. Demanda nutrimental y manejo agronómico del cultivo de *Physalis peruviana L.* Tesis de Maestría. Montecillo, Texcoco Estado de México: Colegio de Posgraduados.
- Guerreiro, L. Cultivo de *physalis*. 2007. Rede de Tecnologia do Rio de Janeiro – REDETEC. nov. 2006. Disponível em: <<http://sbirt.ibict.br/upload/sbirt3882>>. Acesso em: 15 ago. 2007.
- Guerrero, R. 1998. *Fertilización de cultivos de clima frío*. 2da Edición. Santafé de Bogotá, Monómeros Colombo Venezolanos, 425 p.
- Hartz, T. K.; Miyao, E. M.; y Valencia, J. G. 1998. DRIS evaluation of the nutritional states of processing tomato. *Hort sci.* 33:830 - 832.
- IGAC (Instituto Geográfico Agustín Codazzi). 1998. Clasificación de suelos de Colombia. Bogotá, IGAC, 250 p.
- IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change). 2007. En: Solomon, S. (ed.). *Climate Change 2007. The physical science basis, contribution of working group I to the fourth assessment report of the IPCC*. Cambridge: Cambridge University Press, 996 p.

- Malavolta, E. 2006. *Manual de nutrição mineral de plantas/Eurípedes Malavolta*. São Paulo (SP): Agronômica Ceres, 2006. 631 p.
- Malavolta, E.; Vitti, G. C.; y Oliveira, S. A. 1997. *Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações*. 2. ed. Piracicaba: Potafos. p. 319.
- Marschner, H. 1995. *Mineral nutrition of higher plants*. 2. ed. Nueva York: Academic Press, 1995. 889 p.
- Martínez, F. E. y Sarmiento, J. 2008. Estudio de los síntomas de deficiencia de N, P, K, Ca, Mg y B en plantas de uchuva (*Physalis peruviana* L.). Trabajo de Grado. Facultad de Agronomía, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá.
- Martínez, F. E.; Sarmiento, J.; Fischer, G.; y Jiménez, F. 2008. Efecto de la deficiencia de N, P, K, Ca, Mg y B en componentes de producción y calidad de la uchuva (*Physalis peruviana* L.). *Agron. Colomb.* 26(3):289 - 398.
- Martínez, F. E.; Sarmiento, J.; Fischer, G.; y Jiménez, F. 2009. Síntomas de deficiencia de macronutrientes y boro en plantas de uchuva (*Physalis peruviana* L.). *Agron. Colomb.* 27(2), 169-178.
- Obrecht, A.S. 1993. Estudio fenológico de uvilla (*Physalis peruviana* L.). Tese Doctorado. Facultad de Ciencias Agrarias e Forestales, Universidad de Chile, Santiago. 71 p.
- Rattin, J. E.; Andriolo, J. J.; y Witter, M. 2003. Acumulação de massa seca e rendimento de frutos de tomateiro cultivado em substrato com cinco doses de solução nutritiva. *Hortic. Brasil.* 21(1):26 - 30.
- Rice, R. W. 2007. *The physiological role of minerals in the plant*. En: Datnoff, L. E.; W.H. Elmer y D.M. Huber. (eds.). *Mineral nutrition and plant disease*. APS Press, St. Paul, MI. p. 9-29.
- Reche, G. 2012. Potencial productivo de *Physalis peruviana* no litoral de Santa Catarina. Trabajo de conclusión de curso de Agronomía. Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis. 29 p.
- Rufato, L.; Rufato, R. A.; Schlemper, C.; Lima, C.S.; y Kretschmar, A. 2008. Aspectos Técnicos da Cultura da *Physalis*. Lages CAV/UEDESC, Pelotas, UFPEL. p. 100
- Sarruge, J. R.; y Haag, H. P. 1974. Análises químicas em plantas. Piracicaba: Dep. de Química, ESALQ - USP. (manuscrito).
- Silva, H. R.; Carrijo, O.A.; Marouelli, W.A; y Oliveira, C. 2003. Efeito da fertirrigação adubação fosfatada no cultivo do tomateiro longa vida sob cultivo protegido. *Horticultura Brasileira.* 21 (2). p.288.
- Thomé, M. y Osaki, F. 2010. Adubação de nitrogênio, fósforo e potássio no rendimento de *Physalis* spp. *Rev. Acad. Ciênc. Agrár. Ambiente,* 8(1):11 - 18.
- Taiz, L. y Zeiger, E. 1998. *Plant Physiology*. 4<sup>th</sup> edition. Massachusetts. Sinauer Associates, Sunderland. 792 p
- Unigarro, A. y Carreño, M.R. *Métodos químicos para el análisis de suelos*. Pasto, Universidad de Nariño, 72 p.