



## ACUMULACIÓN DE NUTRIENTES EN Stevia Rebaudiana (Bertoni)

ACCUMULATION OF NUTRIENTS IN Stevia Rebaudiana (Bertoni)

ACUMULAÇÃO DE NUTRIENTES EM Stevia Rebaudiana (Bertoni)

**Olga B. Pérez Chamorro<sup>1</sup>**

opchamorro@yahoo.com

**Marcelo Calvache<sup>1</sup>**

mcalvache20@gmail.com

<sup>1</sup>Universidad Tecnológica Equinoccial Sede Santo Domingo, Ecuador

Artículo recibido enero 2018, arbitrado febrero 2018 y publicado en mayo 2018

### RESUMEN

Este estudio tuvo como finalidad determinar la acumulación total de macronutrientes en el cultivo de Stevia y la época de máxima absorción de nutrientes con fines de fertilización, para aumentar la sostenibilidad económica de medianos productores de la zona de Santo Domingo de los Tsáchilas. Fue una investigación experimental en Universidad Tecnológica Equinoccial, se usaron métodos como el de Kjeldhal y el P, K, Ca<sup>2+</sup>, Mg<sup>2+</sup>, S con el método de digestión húmeda con los ácidos nítrico y perclórico. Para finalizar Es importante tratar de fertilizar el cultivo de Stevia lo más fraccionado posible con los nutriente N, P, K y Mg, un tercio a la siembra, los 30 días y a los 50 días para cubrir la mayor demanda a los 60 y 90 días de edad.

**Palabras clave:** macronutrientes; sostenibilidad económica; cultivo de Stevia Rebaudiana

### ABSTRACT

The purpose of this study was to determine the total accumulation of macronutrients in the Stevia crop and the period of maximum nutrient absorption for fertilization purposes, to increase the economic sustainability of medium-sized producers in the Santo Domingo of the Tsáchilas area. It was an experimental investigation at the Equinoctial Technological University, methods such as Kjeldhal and P, K, Ca<sup>2+</sup>, Mg<sup>2+</sup>, S were used with the method of wet digestion with nitric and perchloric acids. To finish it is important to try to fertilize the Stevia crop as fractionally as possible with the nutrients N, P, K and Mg, one third at planting, 30 days and 50 days to cover the greater demand at 60 and 90 days old.

**Key words:** macronutrients; economic sustainability; Stevia Rebaudiana cultivation

## RESUMO

O objetivo deste estudo foi determinar o acúmulo total de macronutrientes na safra de estévia e o período de absorção máxima de nutrientes para fins de fertilização, para aumentar a sustentabilidade econômica de produtores de médio porte na área de Santo Domingo de los Tsáchilas. Foi uma investigação experimental na Universidade Tecnológica Equinocial, métodos como Kjeldhal e P, K, Ca<sup>2+</sup>, Mg<sup>2+</sup>, S foram utilizados com o método de digestão úmida com ácidos nítrico e perclórico. Para finalizar é importante tentar fertilizar a safra de estévia o mais fracamente possível com os nutrientes N, P, K e Mg, um terço no plantio, 30 dias e 50 dias para cobrir a maior demanda aos 60 e 90 dias. de idade.

**Palavras-chave:** macronutrientes; sustentabilidade econômica; Cultivo de *Stevia Rebaudiana*

## INTRODUCCIÓN

*Stevia rebaudiana* Bert., es una especie perenne de la familia de las Asteráceas, de origen paraguayo, utilizada por los nativos como edulcorante medicinal (Landázuri y Tigrero, 2009). Sus hojas tienen glucósidos dipertenos denominados “steviósidos” y “rebaudiósidos”, cuyo poder edulcorante en extracto puro puede ser 300 veces mayor al de la sacarosa o azúcar de caña (Moreno, 2012). Además, los productos de esta especie no producen calorías, ventaja que se aprovecha para dejar de lado el consumo de edulcorantes artificiales nocivos para la salud (Bravo *et al.*, 2009), característica que llama la atención de sectores agroindustriales que la consideran un sustituto de los endulzantes tradicionales y artificiales (Ramírez, *et al.*, 2011).

El consumo de los productos de *Stevia* fue aprobada por la Administración de Alimentos y Fármacos (FDA) como edulcorante natural y

seguro para el humano, al igual que la OMS y el Comité de Expertos en Aditivos Alimentarios de la FAO, quienes además, aprobaron su uso industrial (Alzate, 2012). En la actualidad, el mercado nacional e internacional tiende a utilizar cada vez más edulcorantes naturales por razones de conservación de la salud, especialmente para pacientes diabéticos y con obesidad (Goerzen y Salas, 2011); sólo en Ecuador, la diabetes mellitus es la primera causa de muerte, según estadísticas del INEC del 2011 (Ministerio de Salud Pública, 2013).

Dada su demanda, la producción mundial de esta especie se centra en productores como China, Paraguay Japón y Brasil, principales productores, y en menor escala, Corea, Canadá, Malasia, Brasil, Colombia, Ecuador, Argentina, Filipinas, Singapur, Tailandia, España, entre otros, con un promedio de 25 000 ha cultivadas (REDIEX, 2010). En Ecuador, su cultivo está poco difundido y se siembran en extensiones menores de una hectárea en las provincias de Santo Domingo de los Tsáchilas, Pichincha, Manabí, Zamora, Francisco de Orellana, Loja, Sucumbíos y Carchi, y hasta de 15 ha en la provincia del Guayas (Landázuri y Tigrero, 2009). Datos de exportación registran que la compañía AgroStevia exportó al mercado chileno y japonés 100 000 kg a un precio de USD 3.50 en el año 2011 (Méndez y Méndez, 2012).

Aún se cultiva muy poca *Stevia* en Ecuador, a pesar de que la producción de cultivos extensivos hace vulnerable al productor, por las variaciones climáticas o de mercados, lo que hace necesario incentivar el cultivo de esta especie. Para lograr esto, un factor primordial es conocer el manejo agrícola, que en el país es poco conocido, igual que la fisiología relacionada con el crecimiento y rendimiento, especialmente en las condiciones agroclimáticas de la zona de

Santo Domingo de los Tsáchilas. Un punto importante del manejo es el conocimiento de las necesidades nutricionales, absorción y transporte de nutrientes, y en el efecto de las limitaciones nutricionales de cada elemento sobre el crecimiento y desarrollo de la planta.

La presente investigación tuvo como finalidad determinar la acumulación total de macronutrientes en el cultivo de Stevia y la época de máxima absorción de nutrientes con fines de fertilización, para aumentar la sostenibilidad económica de medianos productores de la zona de Santo Domingo de los Tsáchilas, que cuenta con las condiciones climáticas favorables por la posición geográfica del país y que permite realizar hasta siete cortes al año (Méndez y Méndez, 2012).

## MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo se desarrolló en el umbráculo experimental de la Universidad Tecnológica Equinoccial, sede Santo Domingo, ubicado en la Vía Chone Km 4 ½. El estudio se efectuó durante el ciclo productivo de julio del 2013 a enero del 2014.

Geográficamente el sitio del experimento se ubicó a 79° 12' 34,3" de longitud oeste, 00° 74' 1,7" de latitud sur y 504 msnm. La temperatura media mínima fue 20°C, máxima 33°C, y la humedad relativa de 57%.

Los tratamientos consistieron en la fertilización completa con macronutrientes en dosis: 120, 25, 150, 80, 40 y 55 partes por millón (ppm) de N, P, K, Ca<sup>2+</sup>, Mg<sup>2+</sup> y S, respectivamente. En cuanto a micronutrientes se aplicaron en las siguientes dosis en ppm: B, 1,21; Cu, 0,16; Fe, 10,6; Mn, 1,20 y Zn<sup>2+</sup>, 0,6 (De Lima *et al.*, 1997 b) (Pelayo, 2009).

Las plantas fueron evaluada en ocho observaciones: 15, 30, 45, 60, 75, 90, 105 y 120 días después del trasplante (ddt) (De Lima, 2004; La unidad experimental consistió en una maceta plástica de 3 L llena con 3 kg

de arena lavada, colocada sobre una tapa para recuperar y reutilizar el lixiviado, y sembrada con una planta de Stevia Para el enraizamiento se usaron esquejes terminales de 10 a 15 cm de largo, con cuatro a cinco nudos y cinco hojas abiertas y opuestas (Landázuri *et al.*, 2009). Se aplicó el enraizador IBA<sup>R</sup> 98% PS (Acido 3-Indole-Butirico) en el extremo inferior del esqueje al momento de plantarlo en la arena; sumergiéndolo por 10 segundos en una dosis de 3 mL L<sup>-1</sup> de agua (Ramírez, 2011).

Posteriormente se plantaron 500 esquejes en bandejas germinadoras, usando como sustrato arena lavada y esterilizada a 120°C por 20 min (Ramírez *et al.*, 2011;). A los 30 días de enraizamiento se trasplantaron los esquejes en las macetas con arena, previa desinfección de las raíces con Mancozeb 80% en dosis de 2 g L<sup>-1</sup>. Las macetas fueron colocadas en mesas de concreto a 1 m de altura del suelo (Espitia, Montoya y Atencio, 2009).

La solución nutritiva madre se diluyó 1:10 con agua desionizada y se aplicaron a los dos días del trasplante, según los tratamientos sobre la arena y alrededor de las plantas. Los dos días sin aplicar la solución fueron para reponer las plantas muertas.

A cada unidad experimental se regó con agua desionizada llevando a capacidad de campo a las 18:00 horas, todos los días.

Para evaluar materia seca a cada planta se dividió en raíz, tallos y hojas; estos órganos por separado se secaron en una estufa a 70 °C por 48 horas (Utumi *et al.*, 1999). Se utilizó una balanza analítica para el pesaje y fundas de papel para separar los órganos en el secado. Para constatar las deficiencias de nutrientes se realizó un análisis foliar a cada unidad experimental en las siete evaluaciones realizadas; las hojas indicadoras fueron los últimos cinco pares de hojas extendidas de cada tallo (Utumi *et al.*, 1999). El N se analizó

con el método Kjeldhal y el P, K, Ca<sup>2+</sup>, Mg<sup>2+</sup> + S con el método de digestión húmeda con los ácidos nítrico y perclórico (Jácome y Sangurima, 2010; Álvarez y Marín, 2011). La Materia seca de la planta de Stevia fue la suma de los pesos secos de las hojas y los tallos (De Lima, 2004).

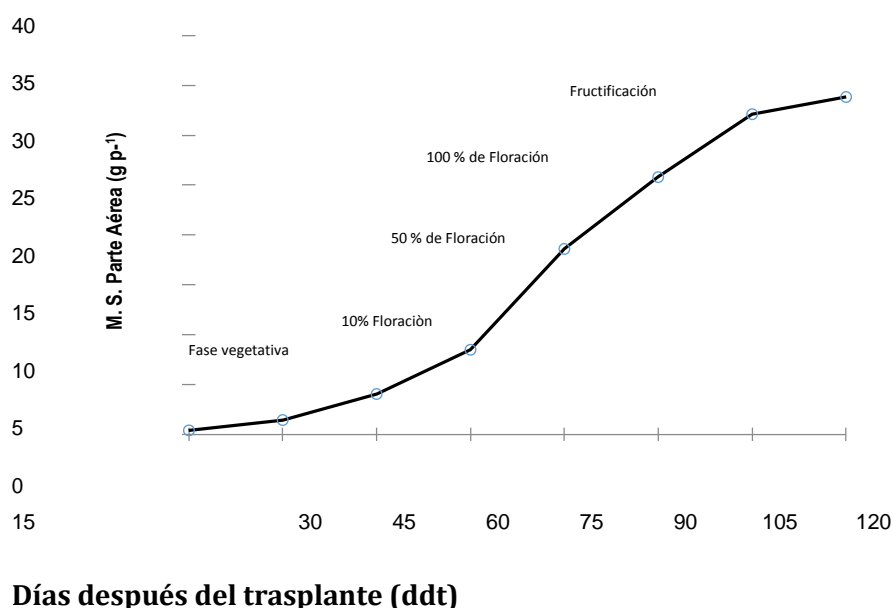
## RESULTADOS Y DISCUSIONES

### Curva de crecimiento y fenología de la Stevia

El contenido de materia seca o biomasa es una variable importante para el análisis del comportamiento del crecimiento de la planta y su estado fenológico (Fig1). La Stevia tuvo un continuo incremento de biomasa típico sigmoideo. Hasta los 30 días el crecimiento fue lento debido al estrés del trasplante, y de los 30 hasta los 90 días incrementó su tasa de

desarrollo debido al aumento de hojas y tallos como fase vegetativa hasta los 60 días, donde inicia la etapa de floración y es recomendado realizar el corte para una producción comercial. Posteriormente al inicio de su fase reproductiva registra el crecimiento acelerado y la mayor tasa de crecimiento absoluto hasta los 75 días. En esta etapa a pesar de que la materia seca aumenta, empieza a disminuir la tasa de crecimiento absoluto hasta la fructificación a los 105 días.

Estos resultados fueron similares a los encontrados por Bonilla, Sánchez, y Perlaza (2008), donde se diferenciaron los siguientes periodos a los 71 días inició la floración, a los 115 días la fructificación, y diferentes de los encontrados por De Lima (2004), donde la floración inicia los 30 días y la fructificación a los 60 días, debido a la temperatura mayor que la de Santo Domingo de los Tsáchilas.



**Figura 1.** Curva de crecimiento de la parte aérea de la Stevia (tallos y hoja)

### Distribución de la materia seca por órgano

Días después del trasplante, se observó que la biomasa se localizó prioritariamente en hojas independiente de la edad de la plata, posteriormente en tallos con una proporción de 1 a 3 hasta los 45 ddt, 1 a 2 hasta los 75 días y 1:1 hasta los 120 ddt estos resultados son similares a los encontrados por De Lima (2004). En cuanto a la raíz la proporción es 1:4 hasta los 45 ddt y en adelante 1:2 hasta los 120 días.

### Extracción de nutrientes de la parte aérea de la Stevia evaluada hasta 120 ddt.

Las extracción de los nutrimentos en las plantas de Stevia se elaboraron al relacionar

el peso seco de la muestra (Cuadro 1) con la concentración de elementos de hojas y tallos, analizadas en las etapas de crecimiento. Considerando un cultivo comercial la extracción de nutrientes de tallo y hojas secas a los 60 ddt fue de 12.33; 1.61; 23.33; 23.43; 1.8 y 3.7 kg ha<sup>-1</sup> de N, P, K, Ca<sup>2+</sup>, Mg<sup>2+</sup> y S, los mismos que comparados con los datos obtenidos por De Lima, et al (1997) a los 30 días e inicio de floración. 10.8; 1.3; 9.4; 2.6; 0.6 y 0.6 kg ha<sup>-1</sup> de N, P, K, Ca<sup>2+</sup>, Mg<sup>2+</sup> y S, fueron ligeramente superiores definidos por el tiempo de extracción. Cuando es el caso de producir semillas la acumulación de materia seca es de 3384.75 kg ha<sup>-1</sup> y de nutrientes es 62.16; 6.6; 80.8; 104.11; 15.15 y 8.7 kg ha<sup>-1</sup> de N, P, K, Ca<sup>2+</sup>, Mg<sup>2+</sup> y S, se evidenció igual comportamiento.

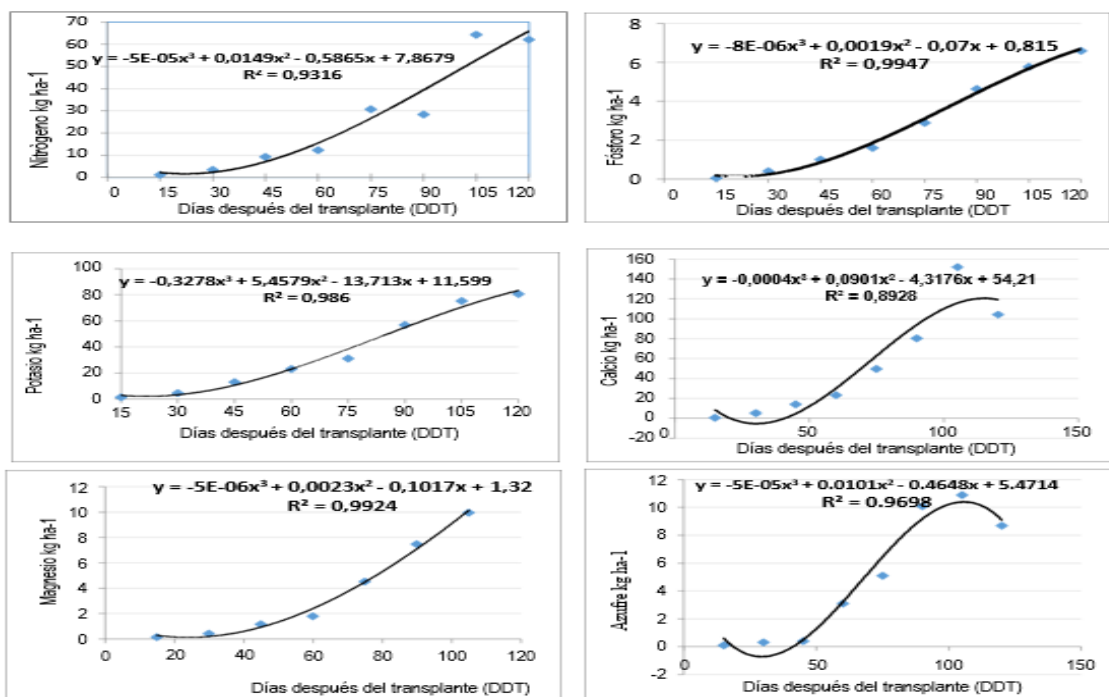
**Tabla 1.** Extracción de Nutrientes kg ha<sup>-1</sup> en plantas de Stevia

ddt	% MS. Planta <sup>-1</sup>	MS. kg ha <sup>-1</sup>	N. kg ha <sup>-1</sup>	P. kg ha <sup>-1</sup>	K. kg ha <sup>-1</sup>	Ca <sup>2+</sup> . kg ha <sup>-1</sup>	Mg <sup>2+</sup> kg ha <sup>-1</sup>	S kg ha <sup>-1</sup>
15	21.17	38.50	1.2	0.06	1.65	0.71	0.16	0.1
30	17.56	143.25	3.46	0.41	4.84	5.27	0.43	0.3
45	21.17	404.25	9.29	1.01	13.22	14.19	1.17	0.4
<b>60</b>	<b>30.2</b>	<b>848.50</b>	<b>12.33</b>	<b>1.61</b>	<b>23.33</b>	<b>23.43</b>	<b>1.8</b>	<b>3.7</b>
75	29.88	1860.75	30.78	2.9	31.33	49.8	4.53	5.1
90	37.92	2580.50	28.39	4.64	57.03	80.51	7.48	10.1
105	32.61	3212.00	64.24	5.78	75.48	151.93	9.96	10.9
120	62.24	3384.75	62.16	6.6	80.8	104.11	15.15	8.7

### Curvas de extracción de nutrientes en función de la edad de la planta

En la figura 2, se observa las curvas de extracción de nutrientes por la parte aérea que corresponde al modelo sigmoideo con coeficientes de correlación mayor a R<sup>2</sup> = 0.9, que indica ajuste al modelo. La tasa de

absorción más alta se registra entre los 60 y 90 días periodo en el cual no deben faltar los nutrimentos en la solución del suelo. Al obtener las derivadas de las ecuaciones se puede sacar la velocidad de absorción y obtener un perfecto exactamente cuál es la época de mayor extracción.



**Figura 2.** Curva de extracción de nutrientes en función de la edad de la planta hasta el final del ciclo.

En la tabla 2, se muestra la velocidad de absorción de nutrientes en kg ha<sup>-1</sup>día<sup>-1</sup>, obtenidas por derivadas parciales en las diferentes épocas de muestreo. La mayor extracción de N y P se registra entre los 60 a 75 días, y entre los 75 a 90 días para el K, Ca<sup>2+</sup>, Mg<sup>2+</sup> y S. Cuando se cultiva con la finalidad de obtener semillas entre los 105 a 120 días la

absorción es prácticamente nula no se debería aplicar nutrientes. Estos resultados tuvieron similitud con los datos obtenidos por Goettemoeller y Ching, citados en Sumida (1980), donde el período de mayor absorción de nutrientes encontrado fueron entre 60 a 90 días después del trasplante al campo.

**Tabla 2.** Velocidad de Absorción de Nutrientes kg ha<sup>-1</sup>día<sup>-1</sup>

DDT	MS	N	P	K	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	S
<b>Kg ha<sup>-1</sup>día<sup>-1</sup></b>							
15-30	6,98	0,15	0,02	0,21	0,30	0,02	0,02
30-45	17,40	0,39	0,04	0,56	0,59	0,05	0,04
60-75	<b>67,48</b>	<b>1,41</b>	<b>0,09</b>	0,53	1,76	0,18	0,09
75-90	47,98	0,86	0,08	<b>1,71</b>	<b>2,05</b>	<b>0,20</b>	<b>0,12</b>
90-105	42,10	0,54	0,07	1,23	0,84	0,17	0,08
105-120	11,52	0,50	-0,004	0,35	0,73	0,01	0,05



- MSP Ministerio de Salud Pública. (14 de Noviembre de 2013). Día mundial de la Diabetes: MSP ejecuta acciones para reducir su incidencia y complicaciones. Quito, Pichincha, Ecuador. Recuperado el 20 de mayo del 2017, de <http://www.salud.gob.ec/dia-mundial-de-la-diabetes- msp-ejecuta-acciones-para-reducir-su-incidencia-y-complicaciones/>
- Pelayo B. (ed.). (2009). Manual de prácticas de fisiología vegetal. Universidad Autónoma de Ciudad Juárez, Chihuahua, México. Recuperado el 15 de septiembre del 2012, de <http://sirio.uacj.mx/ICB/cqb/licenciatur aenbiolog%C3%ADa/Documents/Manual es/intermedi o/FISIOLOGIA%20VEGETAL.pdf>
- Ramírez, J., Avilés B., Moguel O., Góngora G., y C. May, L. (2011). *Stevia* (*Stevia Rebaudiana*, Bertoni), un cultivo con potencial productivo en México. (1ª ed). Centro de Investigación Regional Sureste, Mérida, México
- REDIEX. (2010). Perfiles de productos para la exportación. Asunción, Paraguay. Recuperado el 15 de mayo del 2017, de <http://www.rediex.gov.py/userfiles/file/44%20-%20PPE%20Stevia .pdf>.
- Sumida, T. (1980). Studies on *S. Rebaudiana* as a new possible crop for sweetening resource in Japan J. Central Ag. Exp. Stn. 31:1-71
- Utumi, M.M., Monnerat, P. H., Gomes, P.R., Rezende, P.C., y Campos, G. (1999). Deficiência de macronutrientes em estêvia: sintomas visuais e efeitos no crescimento, composição química e produção de esteviosídeo. *Pesq. agropec. bras.* 34(6):1039-1043. Recuperado 15 de Septiembre del 2017, de [http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0100-204X1999000600016](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-204X1999000600016)