

## **Efecto de fósforo en la producción de plántulas de maracuyá (*passifloraedulis* var. *flavicarpa*)**

A. Sánchez, G. Alejo, V. Jimenez, L. Ramirez y A. Valencia

A. Sánchez, G. Alejo, V. Jimenez, L. Ramirez y A. Valencia

Unidad Académica de Agricultura, Universidad Autónoma de Nayarit. Km. 9 Carretera Tepic-  
Compostela. Xalisco; Nayarit. C. P. 63756. México.

frosas2009@hotmail.com

M.Ramos.,V.Aguilera.,(eds.) Ciencias Agropecuarias, Handbook -©ECORFAN- Valle de Santiago,  
Guanajuato, 2014.

## Abstract

This research was performed at the Academic Unit of Agriculture of the Autonomous University of Nayarit, located in the town of Xalisco, Nayarit; in order to evaluate the effect of phosphorus solutions on seedling root growth of passionfruit (*Passiflora edulis* var. *flavicarpa*). A completely randomized experimental design with ten replications. As treatments four nutrient solutions at different concentrations of phosphorus (1, 2, 3 and 4 meq H<sub>2</sub>PO<sub>4</sub>-L-1) and a control were used. Sowing was carried out in plastic bags of a size of 20 x 35, using soil as a growing medium. Fresh and dry leaf, stem and root weight were evaluated; and the percentage of phosphorus in tissue dry leaf, stem and root. The results indicated: significant differences between nutrient solutions for the variables leaf fresh and dry weight, stem dry weight, fresh and dry root and leaf phosphorus percentage weight. The best result of root fresh weight was obtained by treatment of 3 meq H<sub>2</sub>PO<sub>4</sub>-L-1.

## 13 Introducción

El maracuyá (*Passiflora edulis* var. *flavicarpa*), es un frutal exótico con mercado potencialmente rentable y en expansión; se desarrolla principalmente en ciertas regiones del país cuyas condiciones agroclimáticas propician este tipo de explotación. En México es posible encontrar el cultivo en varios estados entre los que destacan por su producción: Tabasco, Puebla, Chiapas, Morelos y Veracruz con un rendimiento promedio de 8 a 10 ton/ha (Reyes, 1994). Para el estado de Nayarit, la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA, 2003), menciona que la producción de maracuyá se distribuye en tres regiones, que son Compostela, Santa María del Oro y Xalisco. Según con la información publicada por el Sistema de Información Agroalimentaria de Consulta (SIACON, 2012), Nayarit cuenta con una superficie de 7 ha y un rendimiento promedio de 8,586 ton/ha.

El maracuyá posee cualidades fármaco-dinámicas y alimenticias en su jugo, cáscara y semillas. La acción sedativa y tranquilizante se debe a la presencia de flavonoides, lo cual ha sido comprobado en investigaciones realizadas. El jugo puede ser industrializado para la elaboración de cremas, dulces, licores, etc. Así mismo, se pueden elaborar néctares, mermeladas, refrescos, concentrados y pulpa (Olayo, 1992). Por lo anterior la demanda del cultivo es importante y ha despertado interés la generación de conocimiento en cuanto a su manejo y nutrición.

Un aspecto muy importante a considerar en la producción del maracuyá es contar con plántulas con un desarrollo adecuado de raíz, para que no tengan problemas por la absorción de los nutrimentos y agua durante el desarrollo del cultivo ya que muchas veces el problema radica en plántulas en malas condiciones que permiten obtener frutos de mala calidad y rendimientos bajos.

En este sentido el nutrimento que se le atribuye un efecto significativo en cuanto al desarrollo del sistema radicular es el fósforo y las plantas que padecen deficiencia de fósforo tienen un crecimiento retardado y la relación de peso entre la parte área/raíz es generalmente baja.

En frutales muestran tasas reducidas de crecimiento de nuevos brotes, y frecuentemente el desarrollo y la apertura de los capullos no es satisfactorio, de tal manera que si se presente deficiencias por este elemento los rendimientos no solo son bajos, si no también frutos y semillas de mala calidad (Mengel y Kirkby, 2000).

Actualmente existen investigaciones en cultivos hortofrutícolas en donde se evalúa el efecto de fósforo en plántula, sin embargo, en el cultivo de maracuyá, la información es escasa o nula; por lo que en la presente investigación el objetivo es evaluar las soluciones nutritivas de fósforo en el crecimiento radicular de plántulas de maracuyá.

### **13.1 Materiales y métodos**

Descripción del sitio experimental. La investigación se llevó a cabo en la Unidad Académica de Agricultura de la Universidad Autónoma de Nayarit (UAA-UAN), la cual se encuentra ubicada en el municipio de Xalisco, Nayarit, con coordenadas geográficas 21°25'37'' de latitud norte y 104°53'27'' de longitud oeste, con una elevación de 975 msnm. El clima predominante es cálido subhúmedo y semicálido subhúmedo con lluvias en verano (junio a septiembre), alcanzando una precipitación promedio anual de 1,232.4 mm con una temperatura promedio anual de 23°C (García, 1982).

#### **Material genético**

Se utilizaron semillas de maracuyá recolectadas en la localidad del Rosario, municipio de Amatlan de Cañas, Compostela y la Yerba, en el municipio de Tepic Nayarit.

#### **Diseño experimental y tamaño de parcela**

Se utilizó un diseño completamente al azar con 10 repeticiones. Cada unidad experimental, estaba formada de 10 plantas, obteniéndose un total de 50 para todo el experimento.

## Tratamientos

Los tratamientos consistieron en cuatro soluciones nutritivas con diferentes concentraciones de fósforo y un testigo (ver Tabla 1). Para mantener el balance entre cationes y aniones (20 meq L<sup>-1</sup>), conforme se incrementó la concentración de fosfatos (H<sub>2</sub>PO<sub>4</sub><sup>-</sup>) se redujo la concentración de sulfatos (SO<sub>4</sub><sup>=</sup>). Se utilizaron fertilizantes solubles grado fertirriego para la aplicación de N y K; en el caso de P se utilizó ácido fosfórico grado reactivo, el cual se diluyó al 10 % y ácido sulfúrico grado reactivo diluido a 2%.

**Tabla 13** Soluciones nutritivas a diferentes concentraciones de P(H<sub>2</sub>PO<sub>4</sub>)

Tratamientos	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	H <sub>2</sub> PO <sub>4</sub> <sup>-</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>=</sup>	K <sup>+</sup>	Ca <sup>++</sup>	Mg <sup>++</sup>
	-----meq L <sup>-1</sup> -----					
T1.	12	1	7	7	9	4
T2.	12	2	6	7	9	4
T3.	12	3	5	7	9	4
T4.	12	4	4	7	9	4
T5.	0	0	0	0	0	0

T1=1.0; T2 =2.0; T3=3.0; T4=4.0 y T5=0 meq L<sup>-1</sup> H<sub>2</sub>PO<sub>4</sub><sup>-</sup>

## VARIABLES EVALUADAS

### Peso fresco de hoja, tallo y raíz

A los dos meses después de la aplicación de los tratamientos, las plántulas se llevaron al laboratorio de suelo y se separaron los diferentes órganos con un cúter, previamente desinfectado. Se les realizó un lavado con agua normal y agua destilada para eliminar posibles contaminantes, se registró el peso fresco de cada órgano posteriormente, se colocaron en bolsas de papel marca Morysan calibre número 4, para proceder a su proceso de secado a 60 °C hasta llegar a peso seco constante. Para determinar estas variables, se utilizó una báscula digital, marca Boeco.

### Peso seco de hoja, tallo y raíz

Después de 72 horas las muestras en la estufa, se pesaron en una báscula digital, Boeco. Esta actividad se efectuó cada tres días, hasta que alcanzaron peso constante. Finalmente, se realizó la molienda, en el laboratorio de Nutrición Animal de la UAA.

### Cuantificación de fósforo en tejido

A los diferentes órganos se les cuantificó P a través de un método colorimétrico mediante el procedimiento de Vanadato-Molidato (Chapman y Pratt, 1979).

## Procedimiento

### Preparación de la muestra

Se pesó una muestra de 1.0 g en un tubo de digestión de 25 ml; se añadió 6 ml de una mezcla de ácido sulfúrico con ácido salicílico y se puso en predigestión durante 24 horas, posteriormente se pusieron en una plancha de digestión durante un tiempo aproximado de 8 horas, al final de este tiempo quedó concluida la etapa de digestión.

Para la cuantificación de P, se transfirió la muestra que resultó de la digestión aun matrazvolumétrico de 50 ml, a través de una serie de lavados con agua destilada, aforando con agua destilada.

### Cuantificación de fósforo

Se transfirió una alícuota de 5 ml de muestra digestada a un matraz volumétrico de 50 ml. Se le Añadió 10 ml del reactivo de molibdato de amonio-vanadato de amonio. Se mezcló y diluyó al volumen y se mezcló nuevamente. Al cabo de 30 minutos, se procedió a la lectura de la densidad de color en una longitud de onda de 470 mμ, en un espectrofotómetro.

Se determinó el P, con base a una curva preparada a partir de estándares, estos recomendados, también se tomó alícuotas de 0, 5, 10, 15 y 20 ml de las soluciones estándar de fósforo de 50 ppm y se desarrolló el color.

### Cálculo de concentración de Pen tejido vegetal. $P \text{ (mg/kg)} = CC * DM * DV$

Donde: CC = Concentración de curva (mg/kg). DM = Dilución de masa equivalente a volumen de lavado (ml) / peso de muestra (g). DV = Dilución de volumen equivalente a alícuota utilizada (ml) / volumen de afore (ml). % de P =  $((P \text{ (mg/kg)}) * (100)) / (1000000)$ .

Análisis estadísticos. Se aplicó el análisis de varianza y la prueba de medias por el método de Tukey ( $\alpha=0.05$ ) a las variables evaluadas. Para lo anterior, se utilizó el paquete estadístico SAS (StatisticalAnalysisSystem, 2000).

## 13.2 Resultados y discusión

Análisis de varianza (laboratorio). De las nueve variables evaluadas: peso fresco de hoja, peso fresco de tallo, peso fresco de raíz, peso seco de hoja, peso seco de tallo, pesos seco de raíz, porcentaje de P en hoja, porcentaje de P en tallo y porcentaje de P en raíz, cinco presentaron diferencias significativas entre las soluciones nutritivas aplicadas (tratamientos): peso fresco de hoja, peso fresco de raíz, peso seco de hoja, peso seco de tallo, porcentaje de P en hoja ya que en ellas.

Los valores de  $Pr > F$  arrojados por la prueba estadística fueron menores de 0.05 (ver Tabla 2). De variables evaluadas antes mencionadas, en lo referente al coeficiente de variación (C. V.), el cual nos mide el grado de error que se comete al medir cada una de las variables medidas, en la mayoría de los casos significativos se obtuvieron valores aceptables, lo que refleja una buena conducción del experimento.

**Tabla 13.1** Resultados del análisis de varianza de las variables evaluadas en laboratorio

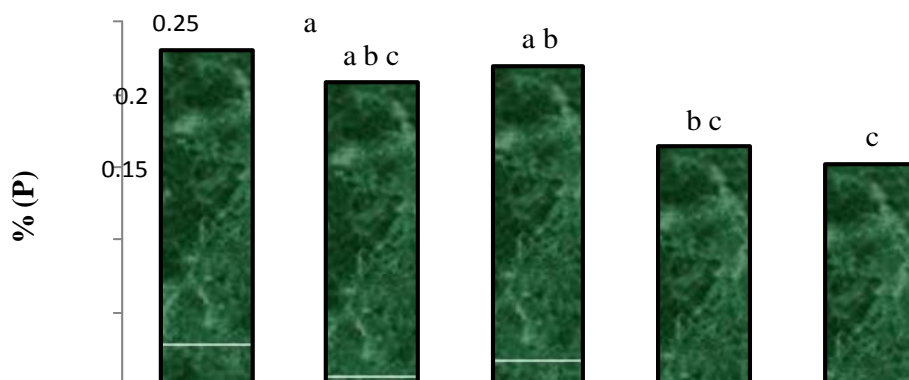
Variables	$Pr > F$	C.V(%)
Pesofrescodehoja	0.0400*	20.20899
Pesofrescodetallo	0.2454 <sup>ns</sup>	25.60239
Pesofrescoderaíz	0.0555*	34.59972
Pesosecodehoja	0.0215*	30.16188
Pesosecodetallo	0.0052*	38.48739
Pesos secoderaíz	0.0296 <sup>ns</sup>	35.84497
Porcentaje de Penhoja	0.0013*	15.34899

Cuando la  $Pr > F$  es menor de 0.05, existen diferencias significativas. \*Presencia de diferencias. ns Ausencias de diferencias.

### Porcentaje de fósforo en hoja.

Al determinar el porcentaje de P en hoja (% P) indica que la concentración de P tuvo efecto significativo. El tratamiento con la concentración de 1 meq L<sup>-1</sup> H<sub>2</sub>PO<sub>4</sub><sup>-</sup> fue el que tuvo mayor porcentaje de P en hoja con 0.23 %, lo que muestra que una concentración de fosfato mayor a 3 meq L<sup>-1</sup>, no favorece la absorción de P, esto puede deberse a una reacción de antagonismo entre el P y el calcio presente en la solución nutritiva (ver Figura 1).

**Grafico 13** Porcentaje de fósforo en hoja. T1=1.0; T2=2.0; T3=3.0; T4=4.0 y T5=0 meq L<sup>-1</sup> H<sub>2</sub>PO<sub>4</sub><sup>-</sup>. Medias con la misma letra, son estadísticamente iguales.



## Tratamientos

De los tres órganos (hoja, tallo y raíz) evaluados en plántulas de maracuyá, en cuanto a la concentración de este nutriente, la hoja es el órgano que tiene mayor porcentaje, esto se debe a que este el órgano requiere gran cantidad de P y más cuando está en etapa vegetativa de lo contrario con un déficit de este nutrimento las hojas tendrán una coloración morada y enrolladas.

Este órgano es de gran importancia porque es quien lleva a cabo el proceso de fotosíntesis y este proceso es de suma importancia para el crecimiento y desarrollo de las plantas.

La concentraciones de P determinada en la presente investigación en hojas de maracuyá son valores similares a los encontrados por García (2002), quien obtuvo una concentración en hojas de maracuyá de 0.25 a 0.35%.

### 13.3 Conclusiones

Se presentaron diferencias significativas entre las soluciones nutritivas aplicadas para algunas variables evaluadas: Peso fresco y seco de hoja, peso fresco y seco de raíz, peso seco de tallo y porcentaje de P en hoja. Los órganos con mayor concentración de P fueron las hojas que superó en cuanto a concentración al tallo y raíz.

El tratamiento con concentración de 3 meq L<sup>-1</sup> H<sub>2</sub>PO<sub>4</sub><sup>-</sup> incrementó significativamente la producción de raíz, por lo tanto es la solución nutritiva que es ideal para la producción de plántula, cuando la intención es aumentar la producción de biomasa radicular para garantizar el éxito de la planta al ser establecida en campo.

### 13.4 Agradecimientos

El trabajo fue apoyado por la Unidad Académica de Agricultura de la Universidad Autónoma de Nayarit.

### 13.5 Referencias

Chapman, H. D. y Pratt, P. F. 1979. Métodos de análisis para suelos, plantas y agua. Trillas. México, D. F.

arc a, . 1 2. os li as del alle de íco, seg n el siste a de clasificaci n cli atica de ppen. íco.

García, A. 2002. Cultivo de Maracuyá Amarillo. CENTA. Salvador. 33pp.

Mengel, K. y Kirkby, E. A. 2000. Principios de Nutrición de Vegetal. 4a edición. International PotashInstitute. Basel, Suiza. 692 p.

Olayo, I. 1992. Frutas de América Tropical y Subtropical. Historia y Usos. Grupo Editorial Norma. Colombia. 179. p.

Reyes, R. 1994. El maracuyá y sus posibilidades de desarrollo en Tabasco, México. Maracujá. Producao e Mercado. Bahía, Brasil. pp. 249-255.

Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA, 2003). Centro de Estadística Agropecuaria. Subdelegación Agropecuaria. Tepic, Nayarit. México.

Sistema de Información Agroalimentaria de Consulta (SIACON, 2012). Disponible en:

[http://www.siap.gob.mx/index.php?option=com\\_content&view=article&id=44&Itemid=378](http://www.siap.gob.mx/index.php?option=com_content&view=article&id=44&Itemid=378). Consultado el 26 de septiembre del 2013.