

ASIGNACIÓN DE RECURSOS GENÉTICOS AL CAMOTE MORADO DE DISTINTO ORIGEN EN ATLIXCO, PUEBLA

GENETIC RESOURCE ALLOCATION TO PURPLE SWEET POTATO FROM A DIFFERENT ORIGIN IN ATLIXCO, PUEBLA

David Martínez Moreno¹, Jenaro Reyes Matamoros², Irina V. Nikolaenko³ y Agustina R. Andrés Hernández¹

¹Facultad de Ciencias Biológicas, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla. Boulevard Valsequillo y Av. San Claudio Edificio 112-A, Col. San Manuel, C. P. 72570, Puebla, Pue., México

²Instituto de Ciencias, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla. 14 sur 6301, Col. San Manuel, C. P. 72570, Puebla, Pue., México. Correo electrónico: jenaro.reyes@correo.buap.mx

³Universidad Federal de los Urales Boris Yeltsin, 620002, Calle Mira 19, Ekaterimburgo, Rusia

Resumen

El objetivo de este trabajo es estudiar la asignación de recursos genéticos a los órganos vegetales de seis variedades de camote morado de distinto origen en la comunidad de San Félix Hidalgo, Atlixco, Puebla. Los resultados muestran una respuesta en la variedad de camote con la asignación de recursos a los distintos órganos de la planta. Tanto el manejo agronómico como el ambiente donde crecen las plantas influyen en la capacidad de adaptación de las plantas, lo que se refleja en la asignación de recursos a los distintos órganos vegetales. Las variedades de Santa Isabel Cholula y Santa María presentaron el mayor porcentaje de asignación de recursos genéticos al tubérculo de camote.

Palabras clave: Conservación *in situ*, adaptación, reproducción asexual, seguridad alimentaria

Abstract

The aim of this work is to study the allocation of genetic resources to the vegetable organs of six varieties of purple sweet potato from various origins in the community of San Félix Hidalgo in Atlixco, Puebla. The results show a response in the sweet potato variety with the allocation of resources to the different plant organs. Both the agronomic management

and the environment where plants grow influence the ability of plants to adapt, which is reflected upon the allocation of resources to the various plant organs. The varieties from Santa Isabel Cholula and Santa María showed the highest percentage of allocation of genetic resources to the sweet potato tuber.

Key words: *In situ* conservation, adaptation, asexual reproduction, food security

Introducción

La pérdida de recursos genéticos de los cultivos puede estar asociada a la agricultura moderna, de ahí que la conservación *in situ* permita una continuidad en la adaptación de las plantas al medio ambiente, lo cual es importante para una agricultura tradicional donde los cultivos se enriquecen por el intercambio de genes con las especies silvestres. Sin embargo, el manejo que el ser humano le ha dado a las plantas y el interés socioeconómico-cultural de las mismas ha propiciado que los recursos se preserven en bancos de germoplasma. No obstante, la conservación de las especies *in situ* es de mayor importancia (Altieri y Merrick, 1987). Esto último tiene relevancia si consideramos la reproducción sexual de las plantas, ya que en la reproducción asexual no se presenta variación genética entre las especies, pero también tiene beneficio la conservación de genotipos eficientes en bancos de germoplasma por su bajo costo en comparación con las plantas de reproducción sexual (Eguiarte *et al.*, 1992). Se sabe que la conservación de los recursos fitogenéticos permite la mejora de los cultivos y las variedades con tolerancia a las condiciones desfavorables del medio ambiente para una producción sostenible de la agricultura (FAO, 2014). Al respecto, el camote (*Ipomoea batatas* (L.) Lam.) ha sido estudiado desde su origen e historia (Linares *et al.*, 2008; Díaz, 2009), etnobotánica (Linares *et al.*, 2008; Díaz, 2009), taxonomía (Rzedowski *et al.*, 2001; Cazáres, 2011), caracterización taxonómica a través de descriptores morfológicos e isoenzimáticos (Agustín *et al.*, 2000), prácticas agrícolas y plagas (Reyes y Notz, 1992; Linares *et al.*, 2008; Basurto *et al.*, 2012), caracterización química (Cazáres, 2011), postcosecha (Cazáres, 2011), procesos de transformación (Cazáres, 2011; Basurto *et al.*, 2012), industria (Andrade *et al.*, 2009), ingeniería genética (Lotrakul *et al.*, 2003; Rossel *et al.*, 2008) y asignación de recursos genéticos al camote con presencia y ausencia de flor (Martínez *et al.*, 2018a). Como se observa, son pocos los estudios

enfocados a la asignación de recursos genéticos dentro de las variedades de una sola especie. Por ello, el presente trabajo tuvo como objetivo estudiar la asignación de recursos genéticos a los distintos órganos vegetales de seis variedades de camote morado de distinta procedencia en la comunidad de San Félix Hidalgo, Atlixco, Puebla.

Materiales y métodos

El presente estudio se realizó en una extensión aproximada de media hectárea en la comunidad de San Félix Hidalgo, Atlixco, Puebla. El terreno donde se realizó el cultivo experimental está ubicado en las coordenadas 18° 54' 19" Norte y 98° 24' 14" Oeste con una altitud de 1844 msnm (INEGI, 2014). Los cultivares de camote morado estudiado son originarios de San Félix Hidalgo, Huaquechula, Santa María y Santa Isabel Cholula, Puebla; Salvatierra, Guanajuato; y Acatlán, Guerrero.

Las labores agrícolas iniciaron con la limpia del terreno (barbecho), dejando la hierba para que se integrara al suelo; posteriormente, se hizo un rastreo, dejando la tierra libre de terrones y, por último, se surcó. Los surcos tuvieron una longitud de 34.2 m en promedio con una separación de 65 cm. Se emplearon 74 surcos en total (1 surco por colecta para medición de variables). Se sembraron 100 guías en cada surco, con una separación de 35 cm entre ellas. La siembra se realizó el 9 de junio de 2016. Al momento de la siembra se aplicó el insecticida Chlorban 5% G (granulado) a dosis de 15 kg/ha (5% en peso equivale a 50 g i.a./kg) para controlar la plaga de Gallina ciega (*Phyllophaga* sp.). Se realizaron dos limpias al cultivo; la primera el 30 de junio, utilizando un arado de madera, y la segunda el 26 de julio con una hoz de metal para quitar la maleza. La fertilización se aplicó durante la primera limpia con una dosis de 200 kg de urea por hectárea. Para la medición de las variables se realizaron seis cosechas destructivas a los 26, 63, 84, 113, 134 y 160 días después de la siembra, cuando se registró el peso seco (g) de las diferentes estructuras de la planta (raíz, tallo, hojas, inflorescencias, botones y flores de eje principal, ramas primarias, secundarias, terciarias, cuaternarias y quinarias, y el tubérculo de camote). A los datos obtenidos se les aplicó un análisis de varianza y una comparación de medias a niveles de confianza de $p \leq 0.05$, utilizando los programas STAD2 y OriginPro 8.

Resultados y discusión

Los resultados de la asignación de recursos genéticos a las estructuras vegetativas, reproductivas y del tubérculo de las variedades de camote morado de distinta procedencia se muestran en las Figuras 1 a 5 y el Cuadro 1. En las figuras, las barras verticales significan el error estándar y el asterisco representa las diferencias significativas ($p \leq 0.05$).

El peso seco de las estructuras vegetativas (raíz, tallo y hojas) del eje principal en las distintas variedades de camote no mostró diferencias significativas al inicio del ensayo, manteniéndose sin cambios en raíz y hojas, mientras que a partir de los 80 días después de la siembra se observan diferencias significativas en tallo (Figura 1).

Con respecto al peso seco de las estructuras reproductivas (inflorescencias, flores y botones) del eje principal, éste mostró diferencias significativas. No obstante, las inflorescencias del camote de Huaquechula estuvieron por debajo de los límites inferiores alcanzados por las otras variedades. En cuanto a flores y botones, la mayor cantidad de biomasa fue presentada por los camotes de San Félix Hidalgo y Santa María (Figura 2). El peso seco de tallo y hojas en ramas primarias presentó diferencias significativas en las distintas variedades, pero el camote de Huaquechula se mantuvo por debajo de los cultivares estudiados. Mientras tanto en botones y flores hubo una mayor asignación de recursos en las variedades de San Félix Hidalgo y Santa María en los primeros días para restablecerse después de los 130 días.

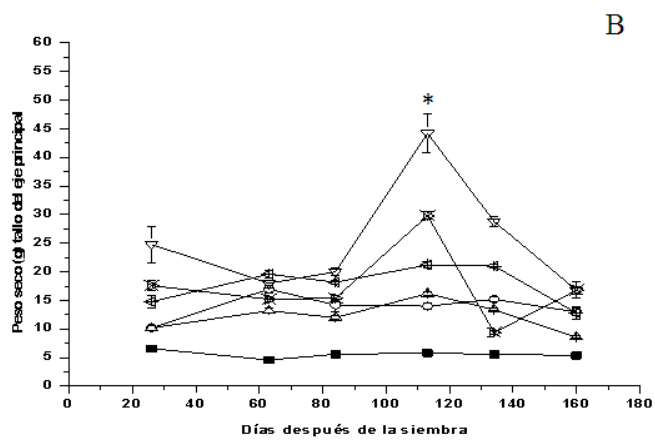
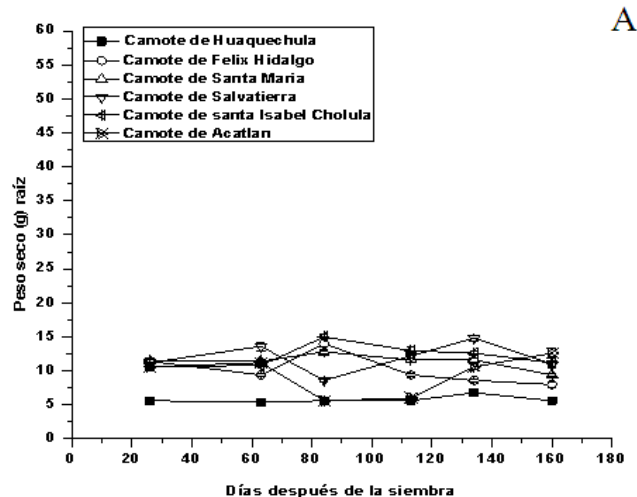
En relación con el peso seco de tallo y hojas en ramas secundarias no se presentan diferencias hasta los 60 días, donde se registra una menor asignación de recursos de los 80 a los 130 días, para aumentar después de los 135 días. En el peso de inflorescencias en ramas secundarias se observan diferencias significativas desde los 20 hasta los 60 días, siendo la variedad de Huaquechula la que permaneció por debajo de las demás variedades (Figura 3).

El peso seco de tallo y hojas en ramas terciarias muestra una mayor asignación de recursos genéticos de las variedades de camote entre los 20 y los 60 días, luego una disminución entre los 80 y los 140 días, para regresar a una mayor asignación a los 160 días. La variedad de Huaquechula se mantuvo con bajos niveles de asignación (Figura 4). En estructuras reproductivas de las ramas terciarias la mayor asignación de recursos

genéticos se presentó en las variedades de Santa María y Salvatierra entre los 25 y los 65 días, mientras que en la variedad de Santa Isabel Cholula sólo se muestra un aumento a los 60 días.

Con respecto al peso seco de tallo y hojas en ramas cuaternarias y quinarias se muestra una asignación a partir de los 120 días para el camote de Santa María y los 130 días para las demás variedades, con excepción de la variedad de Huaquechula.

Por último, el peso seco del tubérculo de camote entre las variedades registró el mayor valor durante la tercera, quinta y última cosecha. Las variedades de camote de Acatlán y Santa Isabel Cholula presentaron el mejor peso seco respectivamente, seguidas por el camote de Salvatierra (Figura 5).



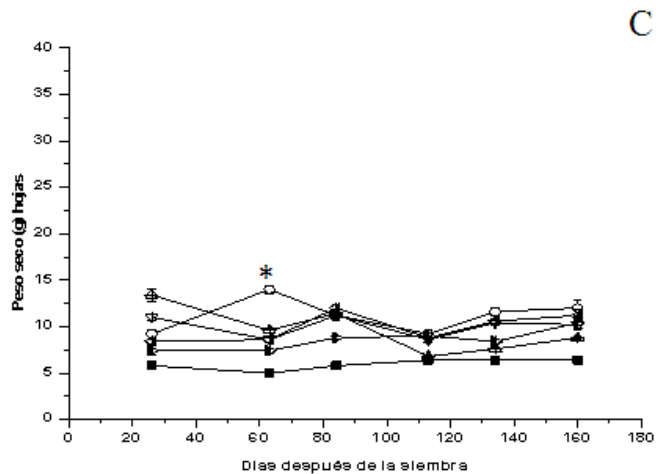
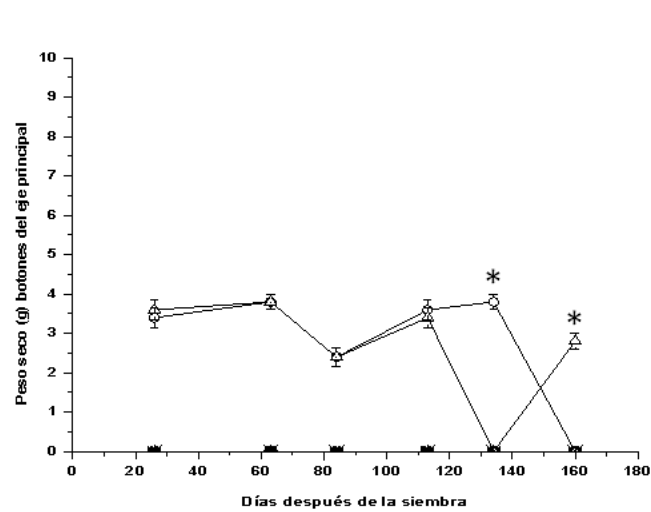
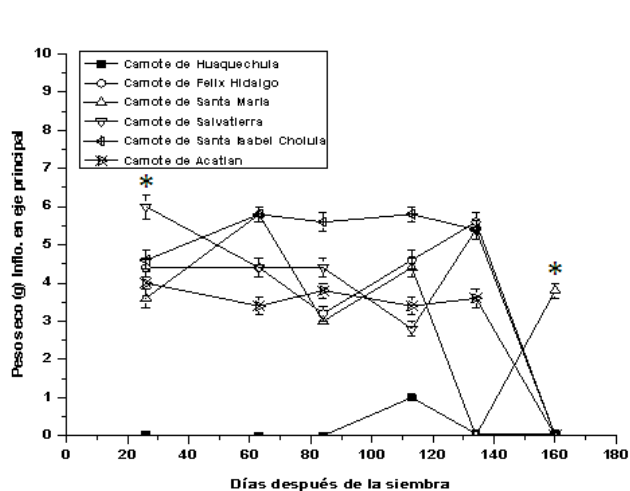


Figura 1. Peso seco (g) de raíz (A), tallo (B) y hojas (C) del eje principal de las variedades de camote morado.



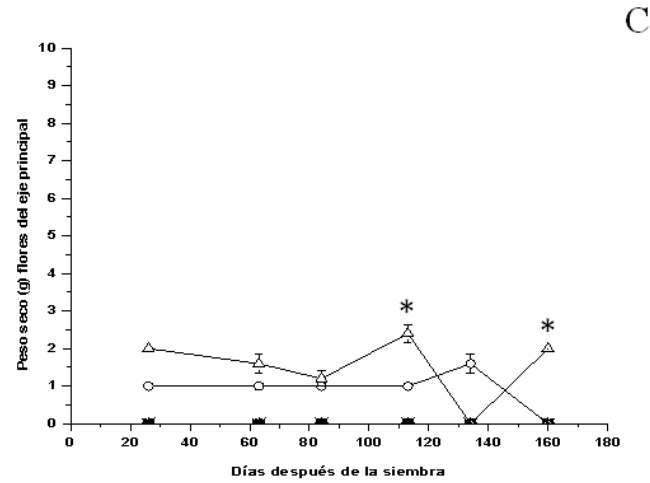


Figura 2. Peso seco (g) de inflorescencias (A), botones (B) y flores (C) del eje principal de las variedades de camote morado.

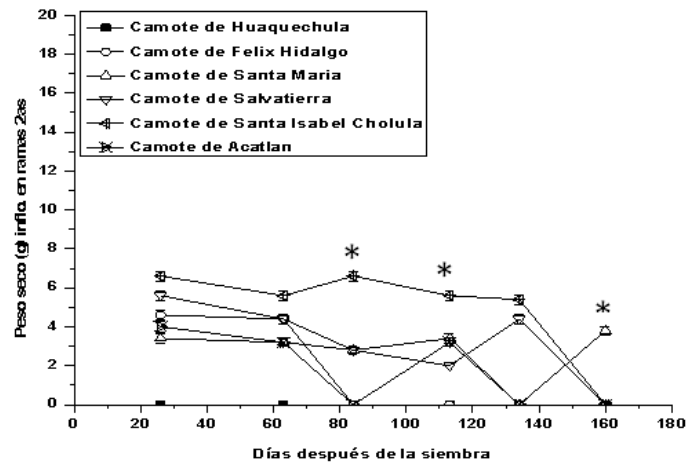


Figura 3. Peso seco (g) de inflorescencias en ramas secundarias de las variedades de camote morado.

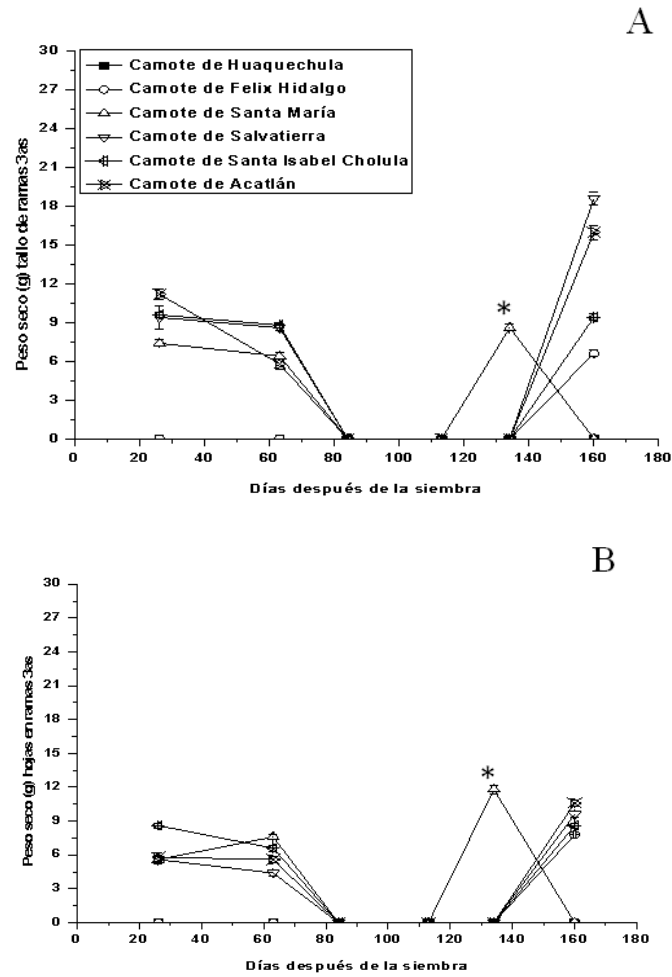


Figura 4. Peso seco (g) de tallo (A) y hojas (B) en ramas terciarias de las variedades de camote morado.

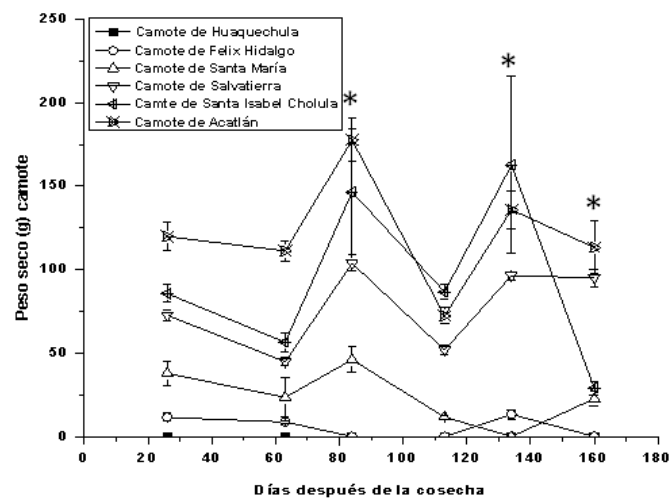


Figura 5. Peso seco (g) del tubérculo de las variedades de camote morado.

En cuanto a la biomasa en estructuras vegetativas, reproductivas y del tubérculo (Cuadro 1), se puede observar que el camote de Acatlán registró el mayor porcentaje en la estructura de camote, seguida de las variedades de San Félix Hidalgo y Huaquechula. En cuanto a estructuras reproductivas, estas no superaron el 5% con excepción del camote de Acatlán, que no presentó estas estructuras. El camote de Santa María registró el mayor porcentaje de recursos al tubérculo, seguido del camote de Santa Isabel Cholula.

Cuadro 1. Porcentaje de estructuras vegetativas, reproductivas y del tubérculo de camote morado con base en el peso seco (g).

Variedades de camote	Estructuras de la planta de camote, %		
	Vegetativas	Reproductivas	Tubérculos
San Félix Hidalgo	47	4	49
Huaquechula	46	5	49
Santa María	26	4	70
Santa Isabel Cholula	31	3	66
Salvatierra	52	5	43
Acatlán	60	0	40

Discusión

Los resultados muestran que la estrategia de asignación de recursos genéticos de cada variedad de camote es diferente; de esta manera, tanto el manejo agronómico como el ambiente donde las plantas crecen influyen en la capacidad de adaptación de las plantas, lo cual se refleja en la asignación de recursos genéticos a los distintos órganos vegetales, lo cual puede deberse a la distinta procedencia de las variedades, dando como resultado que la asignación de los recursos genéticos sea diferente para cada una de las variedades. Cabe mencionar que la falta de producción de ramas de las variedades de San Félix Hidalgo, Huaquechula, Santa Isabel Cholula y Salvatierra, posiblemente se debió a la granizada registrada el 18 de septiembre que ocasionó una defoliación inicial en las plantas y, como consecuencia, éstas asignaron los recursos hacia el desarrollo de nuevas hojas. Esto posiblemente retrasó la producción y llenado de los tubérculos, lo que

se confirma en la quinta cosecha, pero no concuerda con el estudio de Martínez *et al.* (2018b), donde el camote morado no presentó retraso en el llenado del tubérculo. Las variedades de Santa María y Santa Isabel Cholula presentan un comportamiento similar, ya que asignan mayor peso seco al tubérculo, lo cual podría deberse a su procedencia, ya que ambas regiones están cercanas a los volcanes Popocatepetl e Iztaccíhuatl y, por lo tanto, son más resistentes al frío y a la caída de granizo, puesto que la mayor asignación de fotoasimilados la presentaron en el tubérculo. Mientras tanto, las variedades de camote de Salvatierra y Acatlán son semejantes en cuanto a la asignación de recursos en estructuras vegetativas y del tubérculo, pero no así en las reproductivas, debido a que la variedad de Acatlán no las registró y, por ende, la asignación de fotoasimilados debió dirigirse al tubérculo. Esta tendencia no se observa en esta variedad, ya que la mayor asignación se dirigió a los órganos vegetativos, probablemente por la defoliación inicial debido a la granizada. Esto mismo ocurrió con la variedad de Salvatierra, pero los datos no coinciden con lo reportado por Martínez *et al.* (2018b), quienes encontraron que el camote morado asigna recursos a las estructuras vegetativas y reproductivas por igual, asegurando el éxito de dispersión, ya que las estructuras vegetativas no se ven afectadas con referencia al porcentaje de peso seco (g) total de las estructuras vegetativas, reproductivas y del tubérculo, a partir de la propagación R2, se puede constatar que las variedades de camote de San Félix Hidalgo y Huaquechula son muy semejantes en cuanto a la asignación de peso seco a dichas estructuras, lo cual demuestra que el granizo retrasó el llenado del tubérculo en ambas variedades y que el tipo de suelo no fue el responsable de la translocación de fotoasimilados al tubérculo en ausencia o en presencia de los órganos reproductivos.

Conclusión

Existe una respuesta en la variedad de camote morado en la asignación de recursos genéticos a los distintos órganos de la planta. Tanto el manejo agronómico como el ambiente donde se desarrollan las plantas influyen en la capacidad de adaptación de las plantas, lo cual se reflejó en la asignación de recursos genéticos a los distintos órganos vegetales de las plantas. Las variedades de Santa Isabel Cholula y Santa María presentaron el mayor porcentaje de asignación de recursos al tubérculo de camote, debido a que no se afectó la producción de sus estructuras vegetativas por la caída de granizo, lo cual probablemente se deba a que dichas variedades provienen de zonas con temperaturas locales bajas a lo largo del día y la noche, pero no así las demás variedades que son originarias de zonas con climas más cálidos y, por ende, más sensibles al frío. La realización de cosechas periódicas de estas variedades permitirá determinar su comportamiento agronómico y registrar el tiempo de su adaptación a las condiciones ambientales de la comunidad de San Félix Hidalgo, Atlixco, Puebla.

Referencias

1. Augustin, E., García, A. y Gomes-Rocha, B. H. (2000). Caracterización de variedades de batata dulce (*Ipomoea batatas* L.) a través de descriptores morfológicos e isoenzimáticos. *Ciencia Rural*, 30(1): 49-53.
2. Altieri, M. A. y Herrick, C. L. (1987). *In situ* conservation of crop genetic resources through maintenance of traditional farming systems. *Economic Botany*, 41(1): 86-96.
3. Andrade, R. D., Torres, R., Montes, J. E., Pérez, A. O., Acuña, A. C. y Narváez, J. G. (2009). Obtención de aguardiente a partir de batata (*Ipomoea batatas*). *Temas agrarios*, 14(1): 39-45.
4. Basurto, F., Martínez, D., Rodríguez, T., Evangelista, V., Mendoza, M. y Valdez, G. (2012). El camote de Puebla o camote de Santa Clara: Cadena de producción a consumo. Ed. Instituto de Biología, UNAM, México, p. 33.
5. Cázares, C., J. G. (2011). Compendio de raíces y tubérculos tropicales. Ed. Universidad Juárez Autónoma de Tabasco. Villahermosa, Tabasco. p. 151.
6. Díaz, P., M. D. (2009). *Ipomoea*: un género con tradición. *Contacto S*, 73: 36-44.

7. Eguiarte, L. E., Nuñez-Farfán, J., Domínguez, C. y Cordero, C. (1992). Biología evolutiva de la reproducción en plantas. En Nuñez-Farfán, J. y Eguiarte, L. E. (Eds.) La Evolución Biológica. UNAM, CONABIO, pp. 117-152.
8. FAO. (2014). Normas para bancos de germoplasma de recursos fitogenéticos para la alimentación y la agricultura. Edición revisada. Roma.
9. INEGI. (2014). Anuario estadístico y geográfico de Puebla. Puebla: Instituto Nacional de Estadística y Geografía.
10. Linares, E., Bye, R., Rosa-Ramírez, D. y Pereda-Miranda, R. (2008). El camote. CONABIO. *Biodiversitas*, 81: 11-15.
11. Lotrakul, P., Valverde, A. R. y Clark, A. Ch. (2003). Properties of a begomovirus isolated from sweet potato (*Ipomoea batatas* (L.) Lam.) infected with sweet potato leaf curl virus. *Revista Mexicana de Fitopatología*, 21(2): 128-136.
12. Martínez, M., D., Reyes, M., J., Andrés, H., R. A. y Rivas, A., S. P. (2018a). Presencia y ausencia de flor en la asignación de recursos en camote (*Ipomoea batatas* (L.) Lam.). *Revista Latinoamericana del Ambiente y las Ciencias*, 9(20): 97-110.
13. Martínez, M., D., Reyes, M., J., Basurto, P., F. y Andrés, H., R. A. (2018b). Asignación de recursos en camote -*Ipomoea batatas* (L.) Lam.- en Atlixco, México. *Revista Iberoamericana de Ciencias*, 5(4): 8-18.
14. Reyes, M. y Notz, A. (1992). Biology of the sweet potato weevil *Cylas formicarius elegantulus* Summers (Coleoptera: Curculionidae) under laboratory conditions [En español]. *Boletín de Entomología Venezolana*, 7(1): 69-76.
15. Rossel, G., Espinoza, C., Javier, M. y Tay, D. (2008). Guías para la regeneración de germoplasma: camote. SGRP, CIP, Lima, Perú, p. 8.
16. Rzedowski, G. C. de J. Rzedowski *et al.* (2001). Flora fanerogámica del Valle de México (Segunda Edición). Instituto de Ecología, A.C. y Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, Pátzcuaro (Michoacán), p. 1406.