

Germinación Y Crecimiento En Vivero Y En Campo De Zaya (*Amoreuxia palmatifida* DC.), Una Especie Nativa Amenazada En México

Hernán Celaya-Michel, Dr.

Andrés Ochoa-Meza., Dr.

Jesús López-Elías, Dr.

Miguel Ángel Barrera-Silva, Dr.

Universidad de Sonora, Departamento de Agricultura y Ganadería,
Hermosillo Sonora, México

doi: 10.19044/esj.2017.v13n24p66 [URL:http://dx.doi.org/10.19044/esj.2017.v13n24p66](http://dx.doi.org/10.19044/esj.2017.v13n24p66)

Abstract

The food needs by the human population is increasing; In that sense, having a new crop can contribute to ameliorate the demand for food. The zaya (*Amoreuxia palmatifida* DC.) has been used as food both before and after the arrival of the European settlers in several states of northwest Mexico and southwestern United States. Over a hundred years ago there are authors recommending the zaya as a native plant with potential to be cultivated, being one of the problems to overcome the difficulty of its seeds to germinate. The study objectives were to evaluate germination treatments of zaya seeds and measure plantula grow under two systems. It was found that seeds physically scarified by sanding were those that germinated (73%; $p < 0.0001$), compared to treatments control, of soaking for 24 hours and addition, of boiling water, were does not germinate any seed. The results of zaya growth were greater ($p < 0.0001$), for plants in open field under drip irrigation, compared to the plants planted in pots under shadehouse, for all variables evaluated. The results obtained in this work, about the germination and growing of zaya, can be used to multiply their propagules and restore natural populations affected in northwest of Mexico. It is necessary to continue research on agronomic aspects of the zaya cultivation, a plant with great potential for both human and animal feeding, ornamental, and possibly medicinal use.

Keywords: Biodiversity, Sonoran Desert, wild flora

Resumen

Las necesidades humanas de alimento van en aumento; en ese sentido, contar con un nuevo cultivo puede aportar para cubrir dicha demanda de alimento. La zaya (*Amoreuxia palmatifida* DC.), ha servido de alimento antes y después de la llegada de los colonizadores europeos en varios estados del noroeste de México y suroeste de los Estados Unidos. Hace más de cien años hay autores recomendando a la zaya como una planta nativa con potencial de ser cultivada, siendo uno de los problemas a superar la dificultad de sus semillas para germinar. Los objetivos de este estudio fueron evaluar tratamientos de germinación de semillas de zaya, bajo dos sistemas de crecimiento de sus plántulas. Se encontró que semillas escarificadas físicamente mediante el lijado, fueron aquellas que germinaron (73%; $p < 0.0001$), en comparación con tratamientos control, de remojo por 24 horas y adición de agua hirviendo, donde no hubo germinación. Los resultados de crecimiento y producción de semillas de plántulas de zaya fueron mayores ($p < 0.0001$), para las plantas sembradas en el suelo agrícola con riego por goteo, en comparación con las plantas sembradas en macetas bajo malla sombra, para todas las variables evaluadas. Los resultados obtenidos en este trabajo, en la germinación crecimiento de zaya, se pueden utilizar en multiplicar sus propágulos y restaurar poblaciones naturales afectadas en el noroeste de México. Es necesario continuar investigando los aspectos agronómicos del cultivo de zaya, una planta con gran potencial de alimentación animal, humana, de uso ornamental y posible uso medicinal.

Palabras clave: Biodiversidad, Desierto Sonorense, Flora silvestre

Introducción

La población humana tiene retos importantes en materia de seguridad alimentaria. En el mundo 795 millones de personas carecen de los alimentos necesarios para disfrutar de una vida activa y saludable (FAO, FIDA y PMA, 2015); haciendo más retador el objetivo de la reducción del hambre, ante escenarios de cambio climático global, aunado con las tendencias mundiales de pérdida de la biodiversidad, degradación de ecosistemas y sus servicios (UNCCD, 1994; MEA, 2005).

Nuestros antepasados utilizaron las plantas silvestres como fuente de alimentos (Gentry, 1963). En el Desierto Sonorense, los primeros pobladores consumían muchas de las plantas nativas (Felger y Moser, 1976). Entre ellas destaca la zaya (*Amoreuxia palmatifida* DC.), de la cual nativos de Sonora consumían flores, frutos, semillas y raíces tuberosas (Felger y Moser, 1976).

La zaya (*Amoreuxia palmatifida*) es una planta que ha servido para la alimentación humana en Baja California (Aschmann, 1959; Gentry, 1963)

Sonora (Watson, 1889; Beals, 1945; Felger y Moser 1976), Chihuahua y Sinaloa (Palmer, 1878; Havard, 1895); siendo reconocida como una planta con gran potencial ornamental y de alimentación para la humanidad (Gentry 1959; Hodgson, 2001; Yetman y Van Devender, 2002; Tull, 2013).

Se pueden consumir todas las partes de la zaya, como son sus raíces tuberosas, hojas, flores frutos y semillas (Hodgson 1989; Hodgson, 1993; Tull, 2013); aunque su contenido bromatológico ha sido poco descrito en la literatura. Además, es usada como sustituto de café por tribus indígenas (Gentry, 1963). Desde tiempos antiguos se reporta que grupos indígenas de Arizona consumían zaya de un sabor ligeramente amargo (Palmer, 1878).

Muchos autores hablan de la zaya, la mayoría hace una descripción de la planta e incluyen su distribución geográfica, otros más hablan de propiedades comestibles para humanos (Kearney y Peebles, 1942; Kearney y Peebles, 1960; Martin *et al.*, 1998; Hodgson, 2001; Yetman y Van Devender, 2002; Spellenberg, 2003), para los animales (Yetman y Van Devender, 2002; Hodgson, 2001), para uso medicinal (Poppendieck, 2003; Estrada, 2004; Castro *et al.*, 2012; Van Devender y Reina-Guerrero, 2013), para su uso potencial como planta ornamental (Cedano y Villaseñor, 2004). También existen trabajos que tratan de la dificultad para la germinación de su semilla (Hodgson, 2001), el desconocimiento de cómo cultivarla (Yetman y Van Devender, 2002; Hodgson, 2001); existiendo autores que ven un alto potencial en la planta que recomiendan investigar sobre como domesticarla y cultivarla (Yetman y Van Devender, 2002; Hodgson, 2001; Tull, 2013).

Diversos autores recomiendan investigar la zaya como un nuevo cultivo (Gentry 1959; Hodgson, 2001; Yetman y Van Devender, 2002; Castro *et al.*, 2012; Tull, 2013); pero la germinación de sus semillas se menciona como difícil, siendo un reto a superar (Hodgson, 2001). Gentry (1959) plantó semillas y no observó germinación alguna, similar a lo visto por Aschmann (1959).

La zaya crece en 20 estados de la república mexicana (Cedano y Villaseñor, 2004), existiendo pocos estudios sobre el consumo actual de la zaya, En varios municipios de Sinaloa actualmente se recolecta y vende como alimento regional de temporada de verano (Castro *et al.*, 2012).

La zaya actualmente se encuentra enlistada en la norma oficial Mexicana “sujeta a protección especial”, al igual que *Amoreuxia wrightii* A.Gray “en peligro de extinción” (NOM-O59- SEMARNAT-2010; Van Devender *et al.*, 2010), mientras que en Estados Unidos solo *Amoreuxia gonzalezii* Sprague & Riley, la especie del mismo género que se encuentra bajo protección (Tull, 2013).

El principal uso de los recursos naturales del noroeste árido y semiárido de México ha sido para la ganadería especializada en exportar becerros a Estados Unidos (Camou, 1990; Manríquez, 2001); incluyendo la

eliminación de la mayor parte de la biodiversidad de plantas mediante desmontes para siembra de zacates exóticos (Búrquez *et al.*, 2002). Se desconocen los impactos ecológicos de estos cambios propiciados por las actividades ganaderas, siendo apremiante el conocer más aspectos de la biodiversidad natural de las plantas existentes, su papel en el ecosistema y la importancia de conservarlas (Castellanos-Villegas *et al.*, 2010).

Los objetivos de este trabajo fueron, el tener una primera aproximación sobre como germinar semillas de zaya y comparar el crecimiento de sus plantas en macetas de vivero *vs* suelo agrícola regado por goteo; buscando aportar conocimientos que ayuden a estimar su viabilidad como un nuevo cultivo para consumo humano, y alternativas para planes de restauración ecológica de esta especie en su hábitat natural.

Materiales y Métodos

Sitio de estudio

El área de estudio se ubica en el municipio de Hermosillo, Sonora, México, dentro del Desierto Sonorense. El clima va de muy seco, a muy cálido y cálido. La temperatura media anual es de 25.2 °C. Las temperaturas máximas se registra en el mes de junio y las mínimas se registran en febrero. La precipitación media anual es de 378 mm (de 1986 a 2013), con lluvias principalmente durante el monzón de verano entre los meses de julio y agosto (INEGI, 2014).

El sitio de estudio fue el campo experimental del Departamento de Agricultura y Ganadería de la Universidad de Sonora, que cuenta con 244 hectáreas de extensión en las coordenadas 29°00'55'' latitud Norte y 110°07'59'' longitud Oeste. La vegetación original predominante es matorral, pero ha sido transformada a terrenos agrícolas y áreas desmontadas para pastoreo de ganado bovino.

Tratamientos de germinación en vivero

Para el presente trabajo se obtuvo el permiso de colecta de la SEMARNAT con número de oficio SGPA/DGVS/09068/16, emitido en la Ciudad de México en agosto de 2016; y posteriormente se colectaron 660 semillas de zaya, que pesaron en total 24.42 gr. Se sometieron a tratamientos de germinación crecimiento en el vivero y en suelo agrícola, en septiembre del 2016.

Se tomaron 10 semillas para cada uno de los tratamientos siguientes: 1. Control (C), se sembró la semilla tal cual en macetas de 20 cm de alto y 10 cm de diámetro; 2. Lijado (L), se lijaron las semillas frotándolas manualmente con lija fina durante 30 repeticiones; 3. Agua (A24h), se remojaron las semillas durante 24 horas; 4. Lijado +A24h, se lijaron como en el tratamiento 2, y posteriormente se remojo en agua durante 24 horas; 5.

Agua hirviendo (AH) +A24h, se adiciono agua hirviendo, y luego se dejaron 24 horas en agua; 6. Lijado +AH +A24h , se lijaron, posteriormente se agregó agua hirviendo y finalmente se dejaron 24 horas remojando en agua, posteriormente se sembraron. Cada semilla fue sembrada en macetas de 1.5 litros de volumen, con tierra del área agrícola del campo experimental. Se colocaron las macetas bajo malla sombra (Figura 1), bajo una protección contra herbívoros. Se le aplicaron riegos de forma manual dos veces por semana, a razón de 250 ml de agua por planta en cada riego. En este trabajo, la germinación se consideró cuando se observó la emergencia de una plántula sobre el suelo, en observaciones diarias (AOSA, 2000).



Figura 1. Plantas de zaya obtenidas de la germinación de semillas, con malla protectora contra herbívoros

Tratamientos de germinación directamente en suelo

Se trató de germinar la semilla bajo condiciones similares a espacios abiertos y zonas de acumulación de recursos, que se citan en la literatura como parte del hábitat natural de la zaya (Schultz, 1998; Yetman y Van Devender, 2002), para comparar con las condiciones de germinación en vivero.

Se sembraron semillas directamente en suelo agrícola, con riego por goteo y malla ciclónica perimetral. Se repitieron los tratamientos de germinación antes descritos, con la diferencia que se tomaron 100 semillas para cada uno de los tratamientos. La lámina de riego aplicada fue de 1.0 cm por semana.



Figura 2. Plantas de zaya bajo riego por goteo, obtenidas de la germinación de semillas en el área experimental

Crecimiento y producción de semillas de zaya

Se midió el crecimiento de las plantas de zaya, sus tubérculos y la producción de semillas de los dos sistemas estudiados (maceta-vivero y suelo-riego por goteo). Con el uso de una cinta métrica, se midieron las siguientes variables de crecimiento, cuando la planta pasó de etapa vegetativa a reproductiva, que se pudo observar con el inicio de la floración, se midió, la altura de la planta, el ancho del dosel foliar, y al finalizar el experimento se obtuvo el peso de los tubérculos, de manera individual en una Balanza Analítica marca Ohaus de 110 gramos de capacidad.

Se recolectaron diariamente las cápsulas de semillas maduras y se contabilizaron el número de semillas producidas por planta. La madurez de la semilla se consideró cuando se separó la capa exterior gruesa y verde, de la cápsula con semillas, y dejó expuesta la capa interior blanca y delgada descrita por Kearney y Peebles (1942).

Análisis Estadístico

Los análisis estadísticos se llevaron a cabo con los programas JMP versión 10 y SAS Institute (2000). Con los datos de germinación se hizo un análisis de contingencia con la prueba de ji cuadrada (Infante y Zarate de Lara, 2000). La información de las variables de crecimiento y producción de semillas se contrastó mediante análisis de varianzas, habiendo comprobado que los datos eran normales. La prueba *a posteriori* utilizada fue Tukey. En todos los casos se estableció una significancia estadística menor o igual al 5%.

Resultados y Discusión

Germinación

Analizando los resultados de germinación de las semillas de zaya, los tratamientos que incluyeron el lijado de la semilla fueron los únicos en donde se observó germinación. El 73.33% de las semillas de zaya lijadas germinaron, mientras que las semillas que no fueron lijadas no germinaron (0%, $\chi^2 = 34.73$, valor $p < 0.0001$). Los resultados se muestran en la Figura 3, en donde se puede apreciar que solo la combinación de tratamientos donde estuvo involucrada la escarificación física de las semillas mediante el lijado presentó germinación de las semillas.

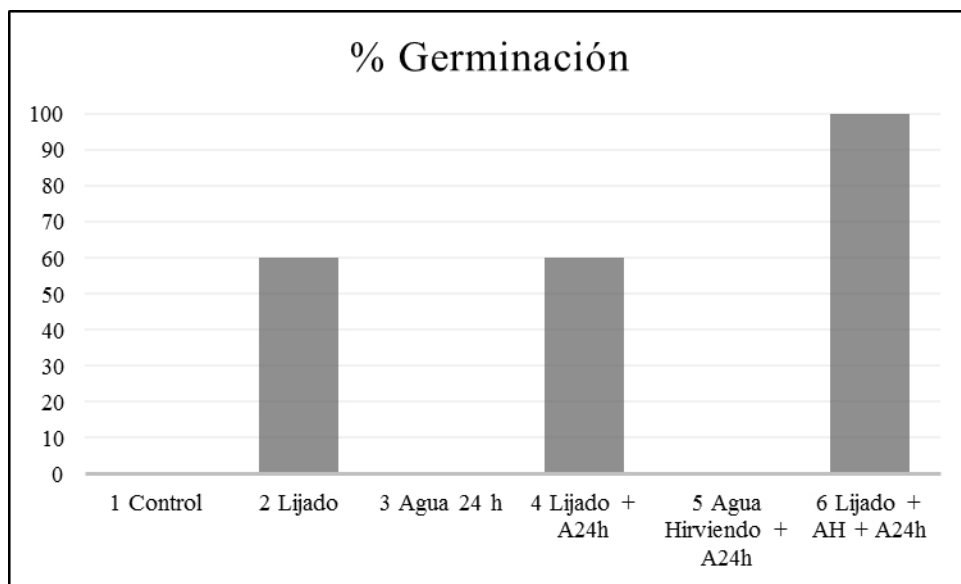


Figura 3. Germinación de zaya (*Amoreuxia palmatifida*) bajo diferentes tratamientos ($\chi^2 = 39.33$, valor $p < 0.0001$)

De las semillas que germinaron, la mayoría (68%) lo hicieron antes de los 9 días de la siembra, y a partir de los 16 días de sembradas no hubo más eventos de ese tipo. Se presentó un 13.6% de mortalidad de las plántulas dentro de los tres primeros meses de cultivo.

Los resultados de germinación de semillas de zaya que fueron sembradas directamente en suelo, con riego por goteo (Figura 2), fueron 75, 64 y 71%, para los tratamientos Lijado, Lijado más agua durante 24 horas, y Lijado más agua hirviendo más 24 horas en agua, respectivamente, mientras que para el resto de los tratamientos no se obtuvo germinación (0%, $\chi^2 = 325.80$, valor $p < 0.0001$), muy similar a los resultados de germinación en macetas colocadas en vivero (Figura 1 y 3).

Los resultados coinciden con la literatura sobre la dificultad de germinación de la semilla de zaya (Gentry, 1959; Aschmann, 1959;

Hodgson, 2001), aportando evidencia sobre el beneficio de escarificar físicamente la semilla para mejorar la germinación; coincidiendo también con los resultados de Nisa y Qadir (1969), quienes encontraron que el lijado de semillas favoreció la germinación.

Crecimiento de Zaya en vivero vs campo abierto

El crecimiento de zaya se vio favorecido por las condiciones a campo abierto, con riego por goteo. El crecimiento de la planta, de su tubérculo y su producción de semillas por planta, fueron mayores cuando creció en campo abierto en comparación con el crecimiento en macetas en vivero ($p < 0.0001$; Tabla 1). Los resultados de altura de la planta promediaron 17 cm en maceta y 32 cm en campo abierto, en tanto que la literatura hace referencia a un intervalo de 15 a 20 cm (Schultz, 1998), mientras que Felger *et al.* (2013) reportan una altura de 20 a 30 cm y Cedano y Villaseñor (2004) tallos de hasta 50 cm de alto. Por lo anterior, el desarrollo de zaya en campo abierto, bajo riego por goteo, mostró buen resultado, considerando que este primer ciclo fue a partir de semilla y en condiciones naturales, en tanto que otros autores (Kearney y Peebles, 1960; Schultz, 1998; Yetman y Van Devender, 2002) encontraron plantas de tallas más grandes a partir del rebrote de tubérculos dormantes de ciclos anteriores.

Se menciona que la zaya está presente en hábitat de suelo rocoso y planicies o tierras bajas con suelo arcilloso, donde se acumulan recursos (Kearney y Peebles, 1960; Schultz, 1998), adicionalmente pueden ser condiciones que favorezcan la protección del tubérculo contra la herbivoría, al ser una planta muy apreciada por la fauna (Yetman y Van Devender, 2002; Hodgson, 2001). En este trabajo, el suelo fue franco arenoso y la planta se desarrolló a tallas comparables a las condiciones silvestres (Schultz, 1998; Felger *et al.*, 2013), lo cual podría deberse al complemento hídrico del riego por goteo, sumado a la protección contra herbívoros mediante la malla perimetral del área agrícola experimental.

De las demás variables mencionadas en la Tabla 1, no se encontraron datos cuantitativos para comparar en la literatura, solo en Navojoa, Sonora, México, Gentry (1959) encontró de 8 a 24 frutos por planta de zaya silvestre, además de la referencia sobre la gran variabilidad interanual de la productividad de zaya ligada a la precipitación anual (Hodgson, 2001). Para futuros trabajos de investigación se recomienda sembrar en suelo directamente, al igual que en macetas de mayor tamaño a las aquí utilizadas donde la raíz tenga más espacio para explorar.

Tabla 1. Medias \pm desviación estándar de diversas variables de crecimiento de zaya y producción de semillas, establecidas en macetas y suelo en campo abierto

| | Maceta | | Suelo | | F | P |
|-----------------------------|---------------|---------------------|--------------|---------------------|----------|----------|
| Altura de la planta (cm) | 17.12 | \pm 5.80 b | 32.04 | \pm 3.54 a | 48.13 | < 0.0001 |
| Ancho del dosel foliar (cm) | 9.36 | \pm 0.90 b | 29.65 | \pm 3.92 a | 253.76 | < 0.0001 |

| | | | | | |
|------------------------------|--------------|----------|----------------|----------|-----------------|
| Peso del tubérculo (g) | 20.28 ± 9.28 | b | 128.66 ± 53.82 | a | 39.38 < 0.0001 |
| Semillas por planta (numero) | 3.10 ± 4.20 | b | 154.8 ± 41.58 | a | 131.75 < 0.0001 |

Valores seguidos horizontalmente por letras diferentes indican que las medias son significativamente diferentes (Tukey al 5%).

Se realizó una comparación de los pesos de las semillas silvestres y cultivadas, no encontrándose diferencias significativas ($p < 0.05$) entre el peso de las semillas, a pesar de que las plantas cultivadas eran apenas de su primer ciclo, en comparación a plantas silvestres de varios años (Yetman y Van Devender, 2002). Otros estudios podrían abundar en la comparación de la productividad de plantas de zaya silvestre vs cultivadas, que aportarán más elementos para entender la fisiología productiva de la especie (Kearney y Peebles, 1960; Schultz, 1998).

La zaya es una planta amenazada probablemente por la sobreutilización de los recursos naturales, donde se puede haber exacerbado el problema con el sobrepastoreo (Bryant *et al.*, 1990), observamos en el área de estudio y a sus alrededores, donde se localizaron las poblaciones más densas de zaya en áreas donde no hay pastoreo.

La importancia a nivel ecosistema de contar con zaya, se desconoce, pero pudieran ser futuras líneas de investigación el ver su impacto relativo a insectos, como las abejas u hormigas que se observaron interactuando con las plantas de zaya en el experimento, ó con la fauna como jabalíes, tortugas, etc. (Yetman y Van Devender, 2002; Hodgson, 2001); además de su papel en el funcionamiento de los ecosistemas y reservorios de nutrientes y agua del suelo, que le confieran mayor resiliencia al ecosistema (Celaya y Castellanos, 2011; Celaya *et al.*, 2015).

Adicionalmente la flor de la zaya es muy bella, tanto a nivel individual, como en los parches que forma a nivel paisaje, pudiendo ser utilizada como una planta de uso ornamental, como ha sido mencionado por varios autores (Gentry 1959; Hodgson, 2001; Yetman y Van Devender, 2002).

Con los resultados obtenidos, se puede visualizar elementos agronómicos iniciales para la domesticación de zaya, como señalan Castro *et al.* (2012), o para diseños de planes de mejora de hábitat y recuperación de esta especie actualmente sujetas a protección especial en la NOM 059, mediante la propagación en vivero o jardín botánico y su reincorporación en áreas degradadas.

Incluso, la información obtenida podría ser útil para recuperar otras especies del mismo género, como *Amoreuxia wrightii* A.Gray, en peligro de extinción (NOM 059) y *Amoreuxia gonzalezii* Sprague & Riley, especie en protección por Estados Unidos (Tull, 2013).

Conclusiones

La escarificación física de la semilla de zaya mediante el lijado ayudó a incrementar su germinación, siendo necesario investigar otros métodos de escarificación física para semillas de esta especie. La zaya creció mejor sembrada directamente en suelo agrícola, con riego por goteo, que en macetas bajo malla sombra en vivero. La zaya puede convertirse en un nuevo cultivo con fines de alimentación humana, animal, ornamental y posible uso medicinal, haciendo falta continuar con los estudios agronómicos sobre esta especie. Es factible recuperar, en el corto plazo, poblaciones naturales a partir del cultivo de plantas de zaya, mediante la obtención de propágulos y su multiplicación para incorporarla a ecosistemas degradados.

Referencias:

1. Aschmann, H. (1959). *The Central Desert of Baja California: Demography and Ecology*. University of California Press, Berkeley.
2. Association of Official Seed Analysts. (2000). *Rules for testing seeds*. AOSA, Las Cruces, NM.
3. Beals, R. L. (1945). *The contemporary culture of the Cáhita Indians*. Bureau of American Ethnology. Bulletin 142. US Government Printing Office. Washington.
4. Bryant, N. A., Johnson, L. F., Brazel, A. J., Balling, R. C., Hutchinson, C. F., & Beck, L. R. (1990). Measuring the effect of overgrazing in the Sonoran Desert. *Climatic Change*, 17, 243-264.
5. Búrquez-Montijo A., Miller, M. E., & Martínez-Yrizar, A. (2002). Mexican grasslands, thornscrub and the transformation of the Sonoran desert by invasive exotic buffelgrass (*Pennisetum ciliare*). En B. Tellman (Ed.), *Invasive Species in Sonoran desert Communities*. (pp. 126-146). University of Arizona Press.
6. Camou, E. (1990). Sonora: una ganadería para la exportación. *Revista de El Colegio de Sonora*, 2, 126-132.
7. Castellanos-Villegas, A. E., Bravo, L. C., Koch, G. W., Llano, J., López, D., Méndez, R., Rodríguez, J. C., Romo, R., Sisk, T. D., & Yanes-Arvayo, G. (2010). Impactos ecológicos por el uso del terreno en el funcionamiento de ecosistemas áridos y semi-áridos. En F. E. Molina-Freaner, & T. R. Van Devender (Eds.), *Diversidad Biológica de Sonora*. (pp. 157-186). CONABIO - UNAM, México.
8. Castro, M. J. A., Zayas, R. A., Sainz, P., Romero, M., Bojórquez, F. R., & Bojórquez, O. (2012, Ene./Jun.). El consumo de la zaya (*Amoreuxia* spp) una tradición cultural de la región del Évora en el estado de Sinaloa, México. *Revista Mexicana de Agronegocios*, Quinta Época. Año XVI. Volumen 30.
9. Cedano, M., & Villaseñor, L. (2004). Usos y Nombres Comunes de

- las Especies de Cochlospermaceae en México. *Etnobiología*, 4, 73-88.
10. Celaya-Michel, H., & Castellanos-Villegas, A. E. (2011). Mineralización de nitrógeno en el suelo de zonas áridas y semiáridas. *Terra Latinoamericana*, 29, 343-356.
 11. Celaya-Michel, H., Oliva, F. G., Rodríguez, J. C., & Castellanos-Villegas, A. E. (2015). Cambios en el almacenamiento de nitrógeno y agua en el suelo de un matorral desértico transformado a sabana de buffel (*Pennisetum ciliare* (L.) Link). *Terra Latinoamericana*, 33, 79-94.
 12. Estrada, Z. (2004). *Diccionario yaqui-español y textos: obra de preservación lingüística*. Plaza y Valdes.
 13. FAO, FIDA, & PMA. (2015). *El estado de la inseguridad alimentaria en el mundo 2015. Cumplimiento de los objetivos internacionales para 2015 en relación con el hambre: balance de los desiguales progresos*. Roma, FAO.
 14. Felger, R. S., & Moser, M. B. (1976). Seri Indian food plants: desert subsistence without agriculture. *Ecology of food and nutrition*, 5, 13-27.
 15. Felger, R. S., Wilder, B. T., & Romero-Morales, H. (2013). *Plant life of a Desert Archipelago: Flora of the Sonoran Islands in the Gulf of California*. University of Arizona Press.
 16. Gentry, H. S. (1963). *The Warihio Indians of Sonora-Chihuahua: An ethnographic survey*. Bureau of American Ethnology. Bulletin 186. U.S. Government Printing Office. Washington.
 17. Gentry, H. S. (1959). *Economic crops for arid lands*. Unpublished manuscript, copy deposited at Desert Botanical Garden. Phoenix, Ariz.
 18. Havard, V. (1895). *Food plants of the North American Indians*. Bulletin of the Torrey Botanical Society, 22, 98-123.
 19. Hodgson, W. (1993). Bixaceae, lipstick tree family. *Journal of the Arizona -Nevada Academy of Science*, 27, 188-189.
 20. Hodgson, W. C. (1989). A tale of two saiyas: conserving plant lore and gene pools. *Agave*. 3, 12-14.
 21. Hodgson, W. C. (2001). *Food plants of the Sonoran Desert*. University of Arizona Press.
 22. INEGI. (2014). *Anuario estadístico y geográfico de Sonora 2014*. Instituto Nacional de Estadística y Geografía. México. Recuperado de www.inegi.org.mx.
 23. Infante, S., & Zarate de Lara, G. P. (2000). *Métodos estadísticos: un enfoque interdisciplinario*. Sexta reimpresión. Editorial Trillas. México.

24. Kearney, T. H., & Peebles, R. H. (1942). *Flowering plants and ferns of Arizona*. Publication No. 423. US Department of Agriculture.
25. Kearney, T. H., & Peebles, R. H. (1960). *Arizona flora*. Univ. of California Press.
26. Manríquez, M. (2001). Ernesto Camou Healy (1998), De rancheros, poquiteros, orejanos y criollos: los productores ganaderos de Sonora y el mercado internacional. *Región y Sociedad*. 13, 195-199.
27. Martin, P. S., Van Devender, T. R., Yetman, D. A., Fishbein, M. E., & Jenkins, P. D. (1998). *Gentry's Río Mayo Plants. The tropical deciduous forest and environs of northwest Mexico*. University of Arizona Press.
28. MEA. (2005). *Ecosystems and Human Well-Being: Desertification Synthesis. Millennium Ecosystem Assessment*. World Resources Institute, Washington, D.C.
29. Nisa, S. H., & Qadir, S. A. (1969). Seed germination of common cultivated trees, shrubs and some wild grasses. *Pakistan J. of Forestry*, 19, 195-220.
30. Palmer, E. (1878). Plants used by the Indians of the United States. *The American Naturalist*, 12, 593-606, 646-655.
31. Poppendieck, H. H. (2003). Cochlospermaceae. En K. Kubitzki, & C. Bayer (Eds), *Flowering plants, dicotyledons: Malvales, Capparales and Non-betalain Caryophyllales*. (pp. 71-74). Springer Berlin Heidelberg. Vol. 5.
32. SAS Institute. (2000). *SAS statistical software*. Version 5. SAS Institute. Cary, NC, USA.
33. Schultz, P. (1998). *Gentry's Río Mayo Plants: The Tropical Deciduous Forest and Environs of Northwest Mexico*. University of Arizona Press.
34. Spellenberg, R. (2003). Sonoran Desert Wildflowers: A field guide to common species of the Sonoran Desert, including Anza-Borrego Desert State Park, Saguaro National Park, Organ Pipe Cactus National Monument, Ironwood Forest National Monument, and the Sonoran Portions of Joshua Tree National Park. *Falcon guide*.
35. Tull, D. (2013). *Edible and Useful Plants of the Southwest: Texas, New Mexico, and Arizona*. University of Texas Press.
36. UNCCD. (1994). *United Nations Convention to combat desertification in countries experiencing serious drought and/or desertification, particularly in Africa*. A/AC.241/27, Paris.
37. Van Devender, T. R., Felger, R. S., Fishbein, M., Molina-Freaner, F. E., Sánchez-Escalante, J. J., & Reina-Guerrero, A. L. (2010). Biodiversidad de las plantas vasculares. En F. E. Molina-Freaner, & T. R. Van Devender (Eds.), *Diversidad biológica del estado de*

- Sonora*. (pp. 229-262). UNAM, México.
38. Van Devender, T. R., & Reina-Guerrero, A. L. (2013). *In Search of Amoreuxia and Echinocactus in Sonora*. The Plant Press. The Arizona Native Plant Society, 36, 1-3.
 39. Watson, S. (1889). Upon a collection of plants made by Edward Palmer in 1887 about Guaymas, Mexico, at Mulege and Los Angeles Bay in Lower California, and on the island of San Pedro Martir in the Gulf of California. *Proceedings of the American Academy of Arts and Sciences*, 24, 36-82.
 40. Yetman, D., & Van Devender, T. R. (2002). *Mayo ethnobotany: land, history, and traditional knowledge in northwest Mexico*. Univ. of California Press.