

Uso de biofertilizantes en la producción de sábila *Aloe vera* (L.) L. N. Burm y calidad de gel

Use of biofertilizers in the production of aloe *Aloe vera* (L.) L. N. Burm and gel quality

Cinthia G. Aba Guevara¹, Aurelio Pedroza Sandoval^{2*}, Ricardo Trejo Calzada², Ignacio Sánchez Cohen³, José A. Samaniego Gaxiola⁴, José A. Chávez Rivero²

Aba Guevara, C. G., Pedroza Sandoval, A., Trejo Calzada, R., Sánchez Cohen, I., Samaniego Gaxiola, J. A., Chávez Rivero, J. A. Uso de biofertilizantes en la producción de sábila *Aloe vera* (L.) L. N. Burm y calidad de gel. *Investigación y Ciencia de la Universidad Autónoma de Aguascalientes*. Número 67: 26-32, enero-abril 2016.

RESUMEN

La demanda de productos orgánicos derivados de la hoja de sábila es cada vez mayor. El objetivo de este estudio fue evaluar el efecto de distintas fuentes y dosis de biofertilizantes en el crecimiento de la hoja y calidad del gel de sábila. Se usó un diseño de bloques al azar, con ácidos húmicos: 0, 54 y 108 l ha⁻¹, y 0, 5 y 10 t ha⁻¹ de lombricomposta. El grosor de hoja fue mayor cuando se aplicó 10 t ha⁻¹ de lombricomposta; la concentración de sólidos totales, sólidos precipitables en metanol y carbohidratos se incrementaron significativamente en diciembre de 2011, lo cual eleva la calidad del gel. El fósforo (P) mostró una mayor concentración cuando se aplicaron 108 l ha⁻¹ de ácidos húmicos. El uso de biofertilizantes como la lombricomposta y los ácidos húmicos son una opción para mejorar la producción de sábila, si se toma en cuenta la fecha de siega.

Palabras clave: *Aloe vera*, agricultura orgánica, fertilizantes orgánicos, lombricomposta, ácidos húmicos, nutrición vegetal.

Keywords: *Aloe vera*, organic agriculture, organic fertilizers, vermicompost, humic acids, plant nutrition.

Recibido: 4 de septiembre de 2014, aceptado: 9 de septiembre de 2015

¹ Maestría de Recursos Naturales y Medio Ambiente, Unidad Regional Universitaria de Zonas Áridas, Universidad Autónoma Chapingo.

² Unidad Regional Universitaria de Zonas Áridas, Universidad Autónoma Chapingo.

³ Centro Nacional de Investigación y Desarrollo en Relaciones Agua-Suelo-Planta-Atmósfera-Gómez Palacio, Durango.

⁴ Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias-Matamoros, Coahuila.

* Autor para correspondencia: apedroza@chapingo.uauz.edu.mx

ABSTRACT

The demand of organic products derived of aloe leaf is increasing. The objective of this study was to evaluate different sources and dosages of biofertilizers on growing of aloe leaf and gel quality. Random block design was used, using humic acids: (0, 54 and 108 L ha⁻¹), and (0, 5 and 10 t ha⁻¹) of vermicompost. The aloe leaf thickness was higher ($P \leq 0.05$) when it was applied 10 t ha⁻¹ of compost. Percentage of total solids, solids precipitated in methanol, and carbohydrates content were higher in December of 2011, which increase the gel quality. Phosphorus (P) was the only nutrient with a higher concentration of humic acids corresponding to 108 L ha⁻¹. Use of bio-fertilizers like vermicompost and humic acids are an option for improving the production of leaf and aloe gel quality, if considering the date of aloe leaf harvest.

INTRODUCCIÓN

La sábila (*Aloe spp.*) es una planta milenaria con propiedades reconocidas desde la antigüedad. En 1930 recibió la atención de la industria médica y cosmetológica de EE.UU. y Europa, lo cual estimuló el establecimiento de plantaciones en México, Texas, República Dominicana, Haití y Namibia (Añez y Vásquez, 2005).

La sábila es de gran valor actual y potencial como cultivo alternativo por su alta capacidad de adaptación a diferentes ambientes, así como la importancia social y económica que repre-

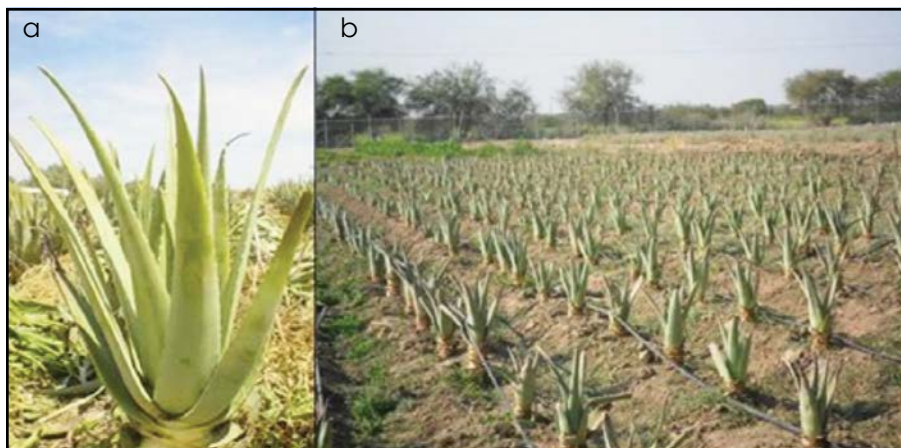


Figura 1. a) Planta de sábila *Aloe vera* (L.) L. N. Burm en fase de cosecha; b) área experimental de sábila de la Unidad Regional Universitaria de Zonas Áridas de la Universidad Autónoma Chapingo. Bermejillo, Durango, México.

senta (Pedroza Sandoval y Gómez Lorence, 2006; SAGARPA, 2012).

Existen 400 especies de *Aloe* (IASC, 2008), de las cuales *A. vera* (L.) L. N. Burm (= *A. barbadensis* Mill.) y *A. arborescens* var. *natalensis* Berger son las únicas especies cultivadas comercialmente. La importancia de la sábila radica en que se están redescubriendo sus beneficios. Se ha identificado que la planta presenta propiedades alimenticias y medicinales en los primeros tres años de desarrollo; dichas propiedades se concentran en el gel, el cual se obtiene de la parte interna de la hoja (SAGARPA, 2009).

El gel tiene aplicaciones en las industrias cosmética, médica, farmacéutica y agroalimentaria (Piña Zambrano y Chirino, 2008) y la demanda es alta, pero es mayor cuando su producción se lleva a cabo en condiciones orgánicas, sobre todo en países consumidores de estos productos, como los europeos y asiáticos (Pedroza Sandoval y Gómez Lorence, 2006). Lo anterior se concatena con las tendencias ambientalistas que promueven la producción orgánica de cultivos (SAGARPA-SENASICA, 2015). Con base en lo anterior es común identificar técnicas de producción orgánica en la agricultura basadas en estiércoles, uso de residuos vegetales, guanos y otros productos que actúan como biofertilizantes; tal es el caso de la composta producida a base de residuos orgánicos bioprocesados por la acción de lombriz de california (*Eisenia foetida*) (Ruiz Morales, 2011).

La lombricomposta es un importante biofertilizante que no solo aporta nutrientes a la planta, además mejora la estructura y textura del suelo, con lo cual se

favorece el crecimiento y desarrollo de las raíces, lo que repercute en un mejor desarrollo y crecimiento de la planta (García Hernández et al., 2010). En tanto, los residuos líquidos denominados ácidos húmicos y fúlvicos, producto de la desintegración de los residuos orgánicos en las biocomposteras, son portadores de macro y microelementos útiles en la nutrición vegetal (Pedroza Sandoval et al., 2010). El objetivo del presente estudio fue evaluar el efecto de fuentes y dosis de ácidos húmicos y lombricomposta en la producción de hoja de sábila y la calidad del gel, este último como el producto de mayor demanda en el mercado internacional.

MATERIALES Y MÉTODOS

Ubicación geográfica

El trabajo se llevó a cabo en el campo experimental de la Unidad Regional Universitaria de Zonas Áridas de la Universidad Autónoma Chapingo (URUZA-UACH), en Bermejillo, Durango, México (Figura 1). Sus coordenadas geográficas son 23° 54' N y 103° 37' O con una altitud de 1,130 m.s.n.m. Esta región tiene clima muy seco con lluvias en verano, una precipitación media anual de 239 mm y un porcentaje de lluvias invernales menor a 5%, con un promedio de temperatura de 21.5 °C de acuerdo a la modificación climática de García De Miranda (1973).

Diseño experimental y de tratamientos

El experimento se realizó en 2011 en una parcela de sábila que fue establecida cuatro años antes, se considera que la planta es de ciclo semiperenne y dura en producción hasta seis o siete años (Pedroza

Sandoval y Gómez Lorence, 2006). Se usó un diseño experimental de bloques al azar en arreglo de parcelas divididas con tres repeticiones. Las parcelas grandes (60 m²) fueron las dosis de ácidos húmicos y fúlvicos (54 y 108 l ha⁻¹) más el testigo y las parcelas chicas (30 m²), las dosis de lombricomposta (5 y 10 t ha⁻¹) más el testigo. Ambos biofertilizantes, obtenidos a partir de biolodos, residuos vegetales y estiércol bovino, mediante proceso de degradación biológica a base de lombriz roja (*Eisenia foetida*).

Los ácidos húmicos y fúlvicos fueron aplicados cuatro veces durante un año (marzo, junio, septiembre y diciembre), lo que significó aplicar 1/4 de las cantidades antes indicadas por fecha de aplicación. Se estableció en todo el lote experimental un sistema de riego presurizado con tubería principal de PVC de 2" en una de las partes laterales del lote experimental, así como derivaciones individuales por tratamiento, de manera que pudieran cerrarse o abrirse según el tipo de fertirriego que se deseara aplicar. La lombricomposta se aplicó una sola vez al inicio del experimento (en la misma fecha de la primera aplicación de los ácidos húmicos y fúlvicos) y se hizo manualmente en cada unidad experimental.

Se establecieron los tiempos, tanto de riego inicial (bulbo de humedad), como de recuperación, de acuerdo a la tasa de evapotranspiración identificada. Puesto que corresponde a una plantación ya establecida con anterioridad solo se estuvieron dando riegos de recuperación, según la época del año; el promedio de lámina de riego proporcionada fue de 5 cm cada ocho días. Otras labores culturales como el deshierbe fueron realizadas manualmente con auxilio de aperos de labranza. La unidad experimental fue de tres surcos de 10 m de longitud y 1 m de ancho entre surcos.

La parcela útil fue el surco medio de cada tratamiento, del cual se seleccionaron al azar tres

plantas y de cada una de ellas se seleccionaron las tres hojas superiores correspondientes a las de mayor edad, a partir de las cuales se midieron las variables. El crecimiento y desarrollo de la hoja se midieron transcurridos 91, 173 y 230 días después de la primera aplicación de los biofertilizantes (DDPAB) y fueron: longitud (cm), ancho (cm), grosor (cm) de hoja y altura de planta (cm); en tanto que las variables fisicoquímicas del gel fueron medidas 152, 273 y 393 DDPAB y fueron: contenido de gel por hoja (g); potencial de hidrógeno (pH); contenido de azúcares (°Brix) mediante uso de refractómetro; contenido de sólidos totales (%); contenido de sólidos precipitables en metanol (%); y contenido de nutrientes: fósforo (P), sodio (Na), potasio (K) y calcio (Ca).

Las últimas tres determinaciones fueron realizadas por espectrofotometría de absorción atómica por método de flama, de acuerdo a la Norma Oficial Mexicana NOM-117-SSA1-1994 (SSA, 1995). Adicionalmente se determinó el contenido de carbohidratos (%) por el método de Antrona (Dimler et al., 1952) y el de proteínas (%) usando la técnica indicada por Thermo Fisher Scientific (2015). Para el procesamiento estadístico de los datos se usó el paquete SAS Versión 9.0

RESULTADOS

Crecimiento y desarrollo de la hoja

De las tres fechas evaluadas, solo en la segunda evaluación realizada en agosto de 2011 (173 DDPAB) se observó un mayor grosor de hoja cuando se aplicó lombricomposta a una dosis de 10 t ha⁻¹ ($P > 0.05$), cuyo efecto se muestra a los cinco meses de haberse iniciado la aplicación de los biofertilizantes, después de lo cual se diluye dicho efecto. No hubo diferencia estadística en las demás variables morfométricas (Tabla 1).

Tabla 1. Efecto de la lombricomposta en diferentes variables relacionadas con el crecimiento y desarrollo de la hoja de sábila (*A. barbadensis* M.) en la segunda fecha de muestreo (173 DDPAB). Bermejillo, Dgo. 2012

Dosis de lombricomposta (t ha ⁻¹)	Altura de planta (cm)	Largo de hoja (cm)	Ancho de hoja (cm)	Grosor de hoja (cm)
0	53.25 a	49.91 a	8.82 a	1.25 b
5	49.14 a	42.31 a	8.29 a	1.26 b
10	54.26 a	43.66 a	8.80 a	1.38 a

Prueba de Tukey ($P \leq 0.05$), cifras con las mismas letras dentro de cada columna son estadísticamente iguales. (DDPAB= días después de la primera aplicación de los biofertilizantes).

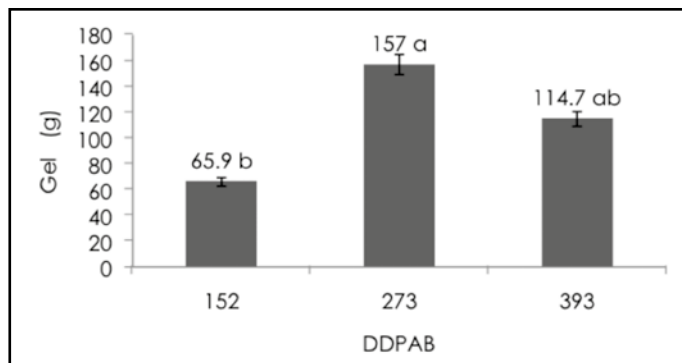


Figura 2. Promedio del contenido de gel por hoja de sábila (*A. barbadensis* M.) en diferentes fechas de muestreo. Bermejillo, Dgo. 2012. DDPAB= Días después de la primera aplicación de los biofertilizantes. Prueba de Tukey ($P \leq 0.05$), cifras con las mismas letras sobre las barras son estadísticamente iguales.

Contenido y calidad de gel

No hubo diferencia estadística en el contenido de gel ni por factores separados ni en interacción. Sin embargo, en términos de promedio general sin importar el tipo de tratamiento, en la segunda fecha de muestreo (diciembre de 2011: 273 DDPAB) se registró un mayor contenido de gel, con un valor de 157 g hoja⁻¹, en relación con los 65.9 y 114.7 g registrados en la primera y tercera fecha de muestreo, respectivamente (Figura 2). Lo anterior podría considerarse contradictorio para la tercera fecha por el hecho de que disminuyó el contenido de gel, respecto de la segunda fecha de muestreo, pero ello puede ser posible ya que el contenido de gel depende del estado hídrico de la planta, las condiciones ambientales y la etapa fenológica del cultivo (Pedroza Sandoval y Gómez Lorence, 2006).

El pH no fue estadísticamente diferente ni entre tratamientos ni entre fechas de muestreo.

Independientemente de lo anterior, en la primera fecha de muestreo el pH fue de 4.8 y en los muestreos posteriores todos los valores de los diferentes tratamientos fueron < 4.6 . Dichos valores se encuentran dentro de los estándares permitidos por el *International Aloe Science Council* (IASC), los cuales varían en un rango de 3.5 – 4.7.

La concentración de azúcares en el gel de la sábila, el cual fue en promedio de 1 °Brix, no fue afectada por los diferentes tratamientos probados en este estudio, ni tampoco varió su contenido a través del tiempo. De acuerdo al IASC, el contenido de azúcares es muy bajo en la sábila, aunque no se establece un valor estándar. Por otra parte, la concentración de sólidos totales y sólidos precipitables en metanol, aunque no varió por efecto de tratamiento, sí lo hizo a través del tiempo, siendo significativamente mayor en ambas durante la segunda fecha de muestreo (diciembre de 2011), con valores de 2.15% y 0.01%, respectivamente ($P \leq 0.05$).

Al final todos los valores de sólidos totales fueron superiores a 1.47%, lo cual está dentro de los parámetros que marca el IASC para el contenido de los mismos, determinado en un estándar de $> 0.46\%$. Con respecto al contenido de sólidos precipitables en metanol, estos fueron 68.6% superiores en el segundo muestreo en comparación con el primer muestreo y para el tercer muestreo disminuyó en un 69.8%; se encontraron valores aproximados a los iniciales (Figura 3). La IASC no marca un límite estándar específico para esta variable.

En general, el contenido de macro y micro-nutrientes (Na, K, Ca, magnesio (Mg) y P) no varió significativamente, ni por fecha, ni por tratamiento,

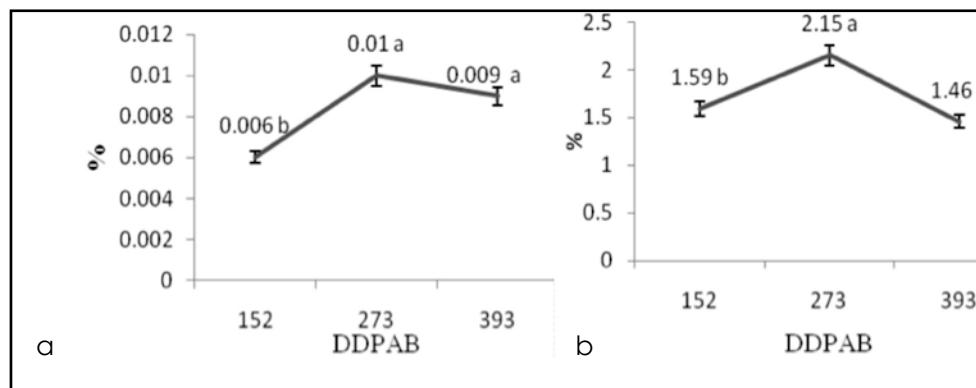


Figura 3. Variación temporal promedio de la concentración de sólidos totales a) y sólidos precipitables en metanol b) de diferentes fechas de muestreos en días después de la primera aplicación de los biofertilizantes (DDPAB). Bermejillo, Dgo. 2012. Tukey ($P \leq 0.05$), cifras con las mismas letras sobre las líneas son estadísticamente iguales.

a excepción del fósforo en el segundo muestreo (273 DDPAB: diciembre de 2011), el cual presentó mayor concentración cuando se aplicó 108 l ha⁻¹ de ácidos húmicos, independientemente de la dosis de lombricomposta utilizada. En el tercer muestreo (393 DDPAB: abril de 2012) ya no hubo diferencia significativa de este macroelemento entre tratamientos (Tabla 2). El IASC no establece ningún parámetro estándar para esta variable. Lo anterior, puede estar relacionado con la similitud de contenido de nutrientes que en ambas fuentes de biofertilizantes contienen, el cual es de 1-3%, 1-3%, 1-2% y 1-2% para nitrógeno (N), P, K y Ca, respectivamente (Ruiz Morales, 2011).

El contenido de carbohidratos y proteínas en el gel no fueron afectados por las fuentes y dosis de biofertilizantes probados en este estudio. Sin embargo, en un análisis en el tiempo sí se encontraron diferencias significativas en el contenido de carbohidratos, el cual fue significativamente mayor en la segunda fecha de muestreo (diciembre de 2011: 273 DDPAB), en tanto que la primera (agosto de 2011: 152 DDPAB) y la última (abril de 2012: 393 DDPAB) fueron estadísticamente iguales ($P \leq 0.05$) (Figura 4).

DISCUSIÓN

El efecto no significativo entre los tratamientos en el contenido de gel puede ser un indicador de que esta variable es independiente de las fuentes y dosis de fertilizantes orgánicos. Lo anterior no es consistente con respecto al testigo, ya que se considera que, en general, las fuentes orgánicas de

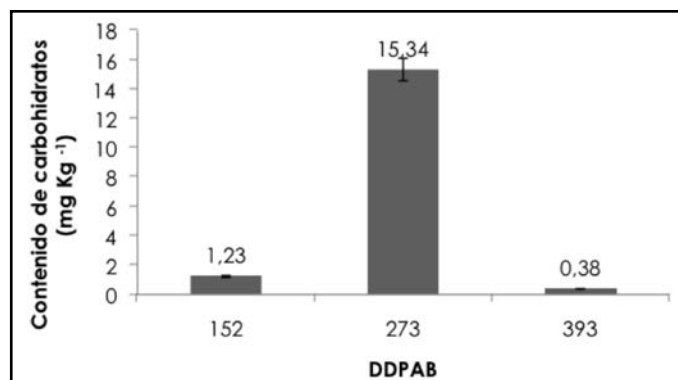


Figura 4. Contenido de carbohidratos (CCH) en gel de sábila en diferentes fechas de muestreo en DDAB (días después de la aplicación del primer muestreo). Bermejillo, Dgo. 2012. Prueba de Tukey ($P > 0.05$). Cifras con las mismas letras sobre las barras son estadísticamente iguales.

fertilización, ya sea composta y/o ácidos húmicos, no solo aportan materiales nutritivos al suelo, sino que además influyen en la estructura del mismo, al favorecer el incremento de la biota benéfica, con lo cual se incrementa la formación de agregados que permiten una mayor retención de agua, mayor intercambio gaseoso y de nutrientes en la rizósfera (Julca Otiniano et al., 2006). Lo anterior finalmente repercute en un mayor crecimiento y vigor de la hoja de sábila, haciéndola tolerante, inclusive, a algunos factores de estrés, como el frío (Pedroza Sandoval y Durán Bermejo, 2005).

Sin embargo, el no existir diferencia con respecto al testigo significa que el suelo cuenta con algún aporte natural de estos macro y micronutrientes,

Tabla 2. Concentración de datos de análisis de varianza general de las variables de micro y macroelementos (mg kg⁻¹) del gel de sábila (*A. barbadensis* M.). Bermejillo, Dgo. 2012

Fecha de muestreo	Dosis de ácidos húmicos L ha ⁻¹	Na	K	Ca	Mg	P
	0	2.549 a	2.070 a	6.516 A	0.3213 a	0.006 a
Ago. 2011	54	3.011 a	13.411 a	6.494 A	0.3673 a	0.006 a
	108	4.078 a	16.295 a	7.242 A	0.5272 a	0.007 a
	0	2.531 a	8.821 a	4.813 A	0.4331 a	0.006 b
Dic. 2011	54	1.668 a	9.599 a	4.437 A	0.4195 a	0.006 b
	108	1.959 a	8.209 a	4.437 A	0.4835 a	0.007 a
	0	2.018 a	4.724 a	7.173 A	0.2493 a	0.009 a
Abr. 2012	54	1.688 a	7.413 a	8.465 A	0.3670 a	0.010 a
	108	2.708 a	9.362 a	8.212 A	0.3430 a	0.009 a

Prueba de Tukey ($p = 0.05$), cifras con las mismas letras dentro de una misma columna en cada fecha son estadísticamente iguales.

o bien que se requiere un mayor tiempo para la expresión de los tratamientos usados en este estudio. El mayor contenido de gel en la segunda fecha de muestreo y la reducción en el tercer muestreo con respecto al segundo puede estar relacionado con el efecto del invierno de 2011, lo que da como resultado que la hoja de sábila reduzca su volumen, lo cual es evidente ya que aunque no se reduzca la hoja en cuanto a longitud, sí en cuanto a dimensiones de ancho y grosor de hoja. Lo anterior es importante para la determinación de las fechas de corte; para ello, estas pueden realizarse a mediados de año o antes del invierno, al menos en regiones extremosas, ya que las temperaturas inferiores a 10 °C son de efectos nocivos para la planta.

En cuanto al efecto por fecha de muestreo de los contenidos de sólidos precipitables totales y sólidos precipitables en metanol, los resultados observados coinciden con lo registrado por Calzada Rivera y Pedroza Sandoval (2005), quienes identificaron que el aumento en el contenido de estas variables se presentó hasta el segundo muestreo, en este caso cinco meses después de la primera aplicación de los biofertilizantes.

Pedroza Sandoval y Durán Bermejo (2005) mencionan que existe una correlación negativa significativa entre los sólidos solubles totales y las variables longitud, grosor basal y peso de hoja, relacionado con el efecto de dilución, ya que al tener mayores dimensiones la hoja, la concentración de sólidos solubles totales se verá disminuida; sin embargo, en este estudio la relación fue directa, ya que precisamente en la segunda fecha de muestreo se obtuvo un mayor grosor de hoja y una mayor concentración de sólidos totales y sólidos precipitables en metanol. Esta aparente contradicción de resultados puede estar relacionada con la condición hídrica de la planta: si presenta un incremento en volumen de la hoja pero con bajo déficit hídrico, la concentración de sólidos disueltos puede incrementarse, en cambio si el estado hídrico de la planta es alto, dicha concentración tenderá a disminuir (Calzada Rivera y Pedroza Sandoval, 2005).

De los principales elementos nutritivos presentes en la composta, 70 a 80% de P y de 80 a 90% de K están disponibles el primer año después de su aplicación, mientras que el N todo es orgánico; es decir, debe mineralizarse para ser absorbido por las plantas. No obstante, en el primer año solo se mineraliza el 11%,

lo que genera una deficiencia (Rosen y Bierman, 2005). Posiblemente por el relativamente corto tiempo entre la aplicación de los biofertilizantes y las fechas de muestreo en este estudio, no fue posible encontrar diferencias entre tratamientos en contenido de macro y micronutrientes.

Con respecto a la variación de algunas variables en el tiempo, es importante en cuanto a la selección de la mejor fecha de corte para que tenga una mayor producción de hoja y mayor calidad de gel, esta última a través de una mayor concentración de sólidos totales, sólidos precipitables en metanol y concentración de carbohidratos, donde el periodo de octubre a diciembre resultó ser la mejor fecha. En general, el comportamiento temporal de la calidad de gel puede estar relacionada con el contenido y disponibilidad nutrimental del suelo con respecto a lo aportado por los fertilizantes orgánicos, ya que de acuerdo a Acosta et al. (2004) la composta procedente de aguas residuales y estiércol, aunque tienen un buen índice de humificación en comparación con los residuos vegetales, su disponibilidad varía con el tiempo y las condiciones ambientales.

El N orgánico debe mineralizarse antes de ser aprovechado por la planta y la disponibilidad de este macroelemento tiende a disminuir por las pérdidas que ocurren durante su aplicación. Se ha observado que en siete días con altas temperaturas y suelo seco se puede perder hasta 50% de N, en tanto que en suelos húmedos y bajas temperaturas la pérdida es de solo 10%. Una situación similar se presenta en el caso del P en que, aunque su eficiencia procede de la composta, esta es la misma que los fertilizantes potásicos, ya que se encuentra en forma mineral y soluble (Ramos Agüero y Terry Alfonso, 2014).

CONCLUSIONES

El grosor de hoja fue mayor cuando se aplicó 10 t ha⁻¹ de composta. La calidad de gel es mayor por las altas concentraciones de sólidos totales, sólidos precipitables en metanol, carbohidratos y P, obtenidas en la segunda fecha de muestreo (diciembre de 2011: 273 DDPAB), este último cuando se aplicaron 108 l ha⁻¹ de ácidos húmicos. Es necesario seguir explorando otras fuentes, dosis y fechas de aplicación de biofertilizantes que fortalezcan el conocimiento de la producción orgánica del cultivo de la sábila.

LITERATURA CITADA

- ACOSTA, Y. et al. Índice de humificación y prueba de fitotoxicidad en residuos orgánicos de uso agrícola potencial. *Revista de la Facultad de Agronomía*, 21(4): 185-194, 2004.
 - AÑEZ, B. y VÁSQUEZ, J. Efecto de la densidad de población sobre el crecimiento y rendimiento de la sábila (*Aloe barbadensis* M.). *Revista de la Facultad de Agronomía*, 22(1): 1-12, 2005.
 - CALZADA RIVERA, A. M. y PEDROZA SANDOVAL, A. Evaluación físico-química del gel y jugo de la hoja de sábila (*A. barbadensis*) en diferentes prácticas de manejo. *Revista Chapingo Serie Zonas Áridas*, 4(2): 93-101, 2005.
 - DIMLER, R. J. et al. Quantitative paper chromatography of D-Glucose and its oligosaccharides. *Analytical Chemistry*, 24(9): 1411-1414, 1952.
 - GARCÍA DE MIRANDA, E. *Apuntes de Climatología*. D. F., México: Universidad Autónoma de México. 71 pp., 1973.
 - GARCÍA HERNÁNDEZ, J. L. et al. *Agricultura Orgánica. Tercera Parte*. Sociedad Mexicana de la Ciencia del Suelo-CONACYT. 438 pp., 2010.
 - JULCA OTINIANO, A. et al. La materia orgánica, importancia y experiencia de su uso en la agricultura. *Idesia (Arica)*, 24(1): 49-61, 2006.
 - PEDROZA SANDOVAL, A. y DURÁN BERMEJO, S. Efecto del acolchado plástico, fertilización nitrogenada y composta orgánica en el crecimiento y desarrollo de sábila Miller con riego por goteo automatizado. *Revista Chapingo Serie Zonas Áridas*, 4(1): 1-7, 2005.
 - PEDROZA SANDOVAL, A. y GÓMEZ FLORENCE, L. *La sábila (Aloe spp.). Propiedades, manejo agronómico, proceso agroindustrial y de mercado*. Chapingo, México: Universidad Autónoma Chapingo. 147 pp., 2006.
 - PEDROZA SANDOVAL, A. et al. Sistema de producción de biocomposta y fertilizantes líquidos a base de lombriz roja (*Eisenia fetida*). *Memoria Electrónica del 1er. Congreso Nacional de Investigación e Innovación Tecnológica Ambiental*. Centro Nuclear México. Toluca, Edo. de México. 122-127, 2010.
 - PIÑA ZAMBRANO, H. y CHIRINO, L. Mercado de la sábila (*Aloe vera* L.) en el estado Falcón. *Revista de la Facultad de Agronomía (LUZ)*, 25(2): 364-392, 2008.
 - RAMOS AGÜERO, D. y TERRY ALFONSO, E. Generalidades de los abonos orgánicos: Importancia del Bocashi como alternativa nutricional para suelos y plantas. *Cultivos Tropicales*, 35(4): 52-59, 2014.
 - RUIZ ORALES, M. M. *Taller de elaboración de lombricomposta porque tener lombrices nos beneficia a todos...* D. F., México: Universidad Iberoamericana. 23 pp., 2011.
 - SAGARPA (SECRETARÍA DE AGRICULTURA, GANADERÍA, DESARROLLO RURAL, PESCA Y ALIMENTACIÓN). *Boletín ASERCA Regional Peninsular "Propiedades y usos de la sábila"*, 25(09): 3-4, 2009.
- De páginas electrónicas**
- INTERNATIONAL ALOE SCIENCE COUNCIL (IASC). *Aloe Scientific Primer*. Recuperado de http://www.iasc.org/pdfs/IASC_Aloe_vera_A_Scientific_Primer.pdf, 2008.
 - ROSEN, J. C. y BIERMAN, M. P. Using manure and compost as nutrient sources for vegetable crops. *University of Minnesota, Extension Service*. [Portal electrónico]. Recuperado de <http://www.extension.umn.edu/distribution/horticulture/M1192.html>, 2005.
 - SAGARPA (SECRETARÍA DE AGRICULTURA, GANADERÍA, DESARROLLO RURAL, PESCA Y ALIMENTACIÓN). *La sábila, un vegetal rentable*. Recuperado de <http://www.sagarpa.gob.mx/Delegaciones/tamaulipas/boletines/2012/septiembre/Documents/B0572012.pdf>, 2012.
 - SAGARPA (SECRETARÍA DE AGRICULTURA, GANADERÍA, DESARROLLO RURAL, PESCA Y ALIMENTACIÓN)-SENASICA (SERVICIO NACIONAL DE SANIDAD, INOCUIDAD Y CALIDAD AGROALIMENTARIA). *Producción orgánica*. Recuperado de <http://senasica.gob.mx/default.asp?id=3448>, 2015.
 - SSA (SECRETARÍA DE SALUD). NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-117-SSA1-1994, Bienes y servicios. Método de prueba para la determinación de cadmio, arsénico, plomo, estaño, cobre, hierro, zinc y mercurio en alimentos, agua potable y agua purificada por espectrometría de absorción atómica. *Diario Oficial de la Federación*, 29 de junio de 1995. Recuperado de <http://www.salud.gob.mx/unidades/cdi/nom/117ssa14.html>
 - THERMO FISHER SCIENTIFIC. *BCA Protein Assays/Life Technologies*. [Portal electrónico]. Recuperado de <http://www.lifetechnologies.com/mx/es/home/life-science/protein-biology/protein-assays-analysis/protein-assays/colorimetric-protein-assays/bca-protein-assays.html>, 2015.