

Evaluación de la calidad agronómica y de extractos foliares de *Aloe vera* (L.) Burm. f.**(Original)****Evaluation of the agronomic quality and leaf extracts of *Aloe vera* (L.) Burm. f. (Original)**

Yoannia Gretel Pupo Blanco. Licenciado en Biología. Doctor en Ciencias Agrícolas. Profesor

Titular. Universidad de Granma. Bayamo. Granma. Cuba. yoagret75@gmail.com Adrián Hidalgo Rodríguez. Licenciado en Ciencias Farmacéuticas. Máster en Química
Biológica. Instructor. Empresa Laboratorio Farmacéutico Líquidos Orales, Medilip. Bayamo.Granma. Cuba. adrianhidalgo@nauta.cu 

Liriannis Olivera Acosta. Licenciado en Ciencias Farmacéuticas. Empresa Laboratorio

Farmacéutico Líquidos Orales, Medilip. Bayamo. Granma. Cuba. oliriannis@gmail.com 

Mario Gustavo Otero Fernández. Licenciado en Educación en la especialidad de Química.

Doctor en Ciencias Veterinarias. Profesor Auxiliar. Universidad de Granma. Bayamo. Granma.

Cuba. moterof@udg.co.cu 

Yareinis Cambar Antúnez. Ingeniero Químico. Máster en Ingeniería de Procesos Químicos.

Empresa Laboratorio Farmacéutico Líquidos Orales, Medilip. Bayamo. Granma. Cuba.

yareca@medilip.biocubafarma.cu 

Recibido: 21-04-2024/Aceptado: 12-11-2024

Resumen

La sábila [*Aloe vera* (L.) Burm. f.] tiene gran importancia por sus múltiples aplicaciones. El artículo tiene como objetivo evaluar la calidad agronómica de la sábila cultivada en la finca La Victoria y de los extractos etanólicos obtenidos de diferentes partes de la hoja. En la plantación,

de 35 meses de edad, se evaluaron las variables: cantidad de hojas con algún tipo de daño, largo, ancho y masa de las hojas basales. A los extractos etanólicos, preparados al 20 %, del gel y de la parte externa de las hojas, se les midieron parámetros químico- físicos. Como promedio, en cinco hojas por planta se observó la presencia de daños mecánicos. Aunque las hojas alcanzaron la longitud exigida por los estándares internacionales, no sucedió lo mismo con el ancho y masa de las mismas, lo que denota la necesidad de mejorar la agrotecnia del cultivo. El extracto de la parte externa de la hoja superó al extracto del gel en la cantidad de sólidos totales, de contenido de polisacáridos y de fenoles totales; sin embargo, ninguno de los dos extractos cumplió con todas las especificaciones para su uso en la formulación de suplementos nutricionales a base de sábila. Los datos sugieren emplear ambas capas de la hoja y aumentar la concentración en masa del extracto para incrementar el contenido de los compuestos de interés, así como evaluar otros métodos de extracción y condiciones de cultivo que potencien la producción de los metabolitos bioactivos.

Palabras clave: *Aloe vera*; calidad agronómica; extracto etanólico; metabolitos bioactivos.

Abstract

Aloe vera [*Aloe vera* (L.) Burm. f.] is of great importance due to its multiple applications. The objective of this article is to evaluate the agronomic quality of the *Aloe vera* cultivated in La Victoria farm and of the ethanolic extracts obtained from different parts of the leaf. In the 35-month-old plantation, the following variables were evaluated: number of leaves with some type of damage, length, width and mass of basal leaves. The ethanolic extracts, prepared at 20 %, from the gel and the external part of the leaves, were measured for chemical-physical parameters. On average, mechanical damage was observed on five leaves per plant. Although the leaves reached the length required by international standards, the same did not happen with the width

and mass of the leaves, which indicates the need to improve the agro-technology of the crop. The extract from the external part of the leaf exceeded the gel extract in the amount of total solids, polysaccharide content and total phenols; however, neither of the two extracts met all the specifications for use in the formulation of aloe-based nutritional supplements. The data suggest using both layers of the leaf and increasing the mass concentration of the extract to increase the content of the compounds of interest, as well as evaluating other extraction methods and culture conditions that enhance the production of bioactive metabolites.

Keywords: *Aloe vera*; agronomic quality; ethanolic extract; bioactive metabolites.

Introducción

La sábila [*Aloe vera* (L.) Burm. f.] actualmente se cultiva alrededor del mundo y se adapta tanto a climas cálidos como a subcálidos. Un adecuado aprovechamiento de la planta está relacionado con el contenido de sus componentes bioactivos, con la microestructura y con los métodos para estabilizar los productos obtenidos a partir del gel, el cual ha adquirido gran importancia comercial debido a los beneficios para la salud de sus componentes naturales y por su uso en las industrias cosmética, farmacéutica y alimentaria (Pérez et al., 2019).

En la industria alimentaria, *A. vera* y sus derivados tienen disímiles aplicaciones a partir de la amplia variedad de propiedades nutricionales: se emplea como complemento alimenticio en jugos, bebidas, cápsulas y geles; al igual que se consume fresca o como ingrediente en preparaciones culinarias por su contenido de vitaminas y minerales (Bonilla & Jiménez, 2016; Acevedo et al., 2017; Sánchez & Caballero, 2020, citados por Gutiérrez et al., 2021).

Estructuralmente, la hoja consiste en tres estratos: el más interno es la capa mucilagínosa o gel, compuesta fundamentalmente por agua (99-99,5 %), con un pH de 4,5 y con un material sólido restante (0,5-1,0 %) que contiene potencialmente compuestos activos como polisacáridos,

vitaminas, aminoácidos, lípidos y esteroides; la capa media posee un látex amarillo que contiene fundamentalmente antraquinonas antracénicas (10-40 %) y sus glucósidos; por último, la capa más externa sintetiza carbohidratos (cerca del 25 %) y proteínas (Kaur & Bains, 2024).

En relación a la capa más externa de la hoja, Munna et al. (2022) refieren que esta puede ser una fuente importante en la prospección de sustancias bioactivas para su aplicación en alimentos y la medicina, pero existe al respecto un menor conocimiento, comparado con el gel que ha sido ampliamente estudiado.

En el comercio de la sábila resulta indispensable la correspondencia entre la demanda y la oferta, no solo en cuanto a volúmenes del producto, sino en cuanto a la calidad, forma y otras especificaciones. En caso de exportación, es necesario además tener en cuenta los requisitos legales de cada país de destino y las normas fitosanitarias internacionales (Ávila & Díaz, 2002).

Existen evidencias de que los factores ambientales tienen influencia en el rendimiento de las hojas y en el crecimiento de las plantas, así como en la cantidad de los compuestos fitoquímicos (Sadgrove & Simmonds, 2021). Específicamente, la composición química de *A. vera* puede variar en relación al genotipo, al clima, a las condiciones de crecimiento y a los factores geográficos (Kaur & Bains, 2024).

La finca La Victoria ha sido incluida en el proyecto “Contribución al fortalecimiento de la cadena de valor de la sábila y el orégano francés (*Plectranthus amboinicus* (Lour.) Spreng), en la provincia Granma”, el cual pertenece al Programa territorial “Producción sostenible de alimentos” y fue escogida para realizar el estudio en el que se basa este artículo, cuyo objetivo es evaluar la calidad agronómica tanto de la sábila cultivada en dicha finca como de los extractos etanólicos obtenidos de diferentes partes de la hoja.

Materiales y métodos

La finca La Victoria está ubicada en el Barrio Sabanilla, Barranca, municipio Bayamo, provincia Granma y pertenece a la Unidad Empresarial de Base (UEB) Cultivos Varios Cautillo. La certificación de la identificación taxonómica de la sábila allí cultivada se realizó por especialistas del Jardín Botánico Cupaynicú, perteneciente a la Agencia de Medio Ambiente del Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente (CITMA), al que se envió una muestra de tres ejemplares seleccionados al azar en la plantación.

El material de siembra consistió en vitroplantas procedentes de la biofábrica perteneciente a la Empresa de Semillas de Granma, las cuales tenían certificación de sanidad y calidad. La plantación se realizó en enero de 2021, a un marco de 1,25 m entre hileras y 0,60 m entre plantas, en aproximadamente 0,5 ha, distribuidas en siete terrazas. Se cultivó sobre surcos, en suelo de tipo aluvial, con profundidad efectiva entre los 35 y 55 cm y topografía llana.

Según los datos aportados por la Estación meteorológica Bayamo (más cercana a la finca La Victoria), para la etapa 2021-2023 la temperatura media anual estuvo alrededor de los 25 °C y el promedio de humedad relativa anual cercano al 70 %. En relación a las precipitaciones, se observó un período seco, en los meses de noviembre a marzo, cuando cayó un promedio inferior a 45 mm de lluvia mensual, y uno lluvioso, de abril a octubre, donde se superaron los 80 mm mensuales, siendo este último el mes de mayor acumulado con 180 mm.

Al momento de la evaluación, el cultivo tenía 35 meses. Mediante el método de bandera inglesa, en cada una de las terrazas se muestrearon 25 plantas, tomando cinco al azar en forma de zigzag, en cada uno de los cinco puntos seleccionados siguiendo las diagonales del terreno. Se evaluaron las variables: cantidad de hojas que presentaron algún tipo de daño, largo y ancho de una hoja basal (cm, medida con regla milimetrada).

Luego, en cada parcela, en tres o cuatro plantas, se colectó una hoja basal para un total de 25 en el cultivo; se trasladaron al laboratorio de I+D de la Empresa Laboratorio Farmacéutico Líquidos Orales, Medilip, para la medida de la masa fresca, pesada en balanza (Sartorius TE313 S-DS, Alemania). Se lavaron con agua potable, luego fueron desinfectadas con hipoclorito de sodio al 1 %, sumergiendo el material durante tres minutos en dicha solución y a continuación, fueron lavadas con agua purificada.

Con cuchillo de acero inoxidable, desinfectado con etanol al 70 %, se les realizó un corte en la base para facilitar el lixiviado de aloína, proceso que duró 24 horas, al cabo del cual fueron nuevamente lavadas con agua purificada. Posteriormente las porciones de la base que mostraron oxidación fueron eliminadas, se cortaron los bordes espinosos y el ápice y se separó la capa externa del gel, registrándose en cada caso la masa.

Los datos fueron procesados mediante el programa MINITAB versión 17 para Windows, determinándose parámetros de la estadística descriptiva de las muestras: media, desviación estándar, rango, cuartiles y estimación del intervalo de confianza para la media y la mediana. Estos datos fueron comparados con las especificaciones exigidas para el cultivo.

Se prepararon extractos al 20 % (masa / volumen). De cada parte se tomaron 200 g de material vegetal, se añadieron 200 mL de etanol al 94 % y fueron mezclados en licuadora (Oster, México) hasta obtener una mezcla, la cual se trasvasó a un beaker de 1L de capacidad, realizando un lavado del material adherido con 15 ml del solvente. Se agitó en un electroagitador (IKA^(R)R W16 basic, Alemania) por 5 minutos hasta homogenizar la preparación y luego se realizó un doble filtrado a través de gasa estéril.

Se disolvieron los parabenos (metilparabeno: 1,8 g y propilparabeno: 0,2 g) en 20 mL de etanol y se añadieron al filtrado, agitando por 10 minutos. Se emplearon 15 mL de etanol para

arrastrar todo el contenido. Por último, se enrasó a 1L con agua purificada y se agitó durante 15 minutos hasta total homogeneidad. Cada extracto fue envasado e identificado.

Muestras de los extractos fueron enviadas al Laboratorio de Investigaciones Analíticas del Centro de Investigación y Desarrollo de Medicamentos (CIDEM), donde se realizaron los siguientes ensayos: pH, índice de refracción, densidad relativa, sólidos totales, contenido de derivados antracénicos totales, polisacáridos y de fenoles totales.

Análisis y discusión de los resultados

Los resultados del análisis estadístico a la muestra de la plantación estudiada se reflejan en las tablas 1 y 2. Los datos presentaron distribución normal y homogeneidad de varianza (valores de $p \geq 0,05$). Las plantas muestreadas tenían alrededor de cuatro a cinco hojas con algún tipo de daño (tabla 1).

Los estándares de calidad descritos en la Norma Ramal de la Agricultura, NRAG 271 (Ministerio de la Agricultura (MINAG), 2012) exigen que la hoja de sábila debe presentar apariencia, color y olor característico de la especie; estar entera, exenta de magulladuras, turgente; tener consistencia firme y un aspecto fresco; estar sana, sin manchas o estrías necróticas, materias extrañas visibles; no deben existir en ella fragmentos de otras plantas o impurezas orgánicas e inorgánicas; así como no debe presentar niveles detectables de plaguicidas y otros contaminantes.

En este sentido, se observó que varias hojas por planta, al presentar algún tipo de daño mecánico o mancha, no alcanzan tales estándares, lo que denota la necesidad de mejorar la agrotecnia del cultivo.

Tabla 1. Cantidad de hojas dañadas por planta en 25 muestras por parcela

Parcelas	Cantidad de hojas dañadas (Media $\pm$ desviación estándar)
1	5,2 $\pm$ 2,0
2	4,3 $\pm$ 1,2
3	4,9 $\pm$ 1,8
4	4,2 $\pm$ 1,4
5	4,6 $\pm$ 1,4
6	5,1 $\pm$ 1,9
7	4,8 $\pm$ 1,5

Leyenda: Valor p en comparaciones múltiples — 0,810 (no significativo)

Fuente: elaboración propia.

Pedroza (2015) plantea que la cosecha de la sábila se inicia a los 18 meses de establecida la plantación. Las hojas deben tener una longitud de 40 a 60 cm, un ancho en la base de 10-15 cm y una masa aproximada de 460 g, de forma tal que se pueden realizar tres cosechas al año. Estos indicadores se tomaron en consideración para comparar los resultados mostrados en la siguiente tabla.

Para el caso de la variable largo de la hoja (tabla 2), todos los estadígrafos estuvieron en el rango de las especificaciones de calidad exigidas (media, mínimo, primer cuartil, mediana y tercer cuartil), donde, además, con un 95 % de confianza, la mitad de las muestras se encuentran cercanas al valor máximo del rango pedido. Sin embargo, no sucedió lo mismo con las variables ancho y masa de la hoja.

En ambos casos, teniendo en cuenta los valores del tercer cuartil, el 75% de las muestras estaban por debajo del valor mínimo deseado, lo que significa que en un control de calidad serían rechazadas, sobre todo por la masa de la hoja de la que depende la elaboración de diferentes productos a partir del gel que contiene.

Tabla 2. Comportamiento de las variables de calidad de las hojas de sábila

Estadígrafos	Largo (cm)	Ancho (cm)	Masa (g)
Media	57,11	8,42	410,88
Desviación estándar	2,82	0,67	43,27
Mínimo	50,62	7,30	331,10
Primer cuartil	56,10	7,85	385,30
Mediana	57,10	8,50	410,00
Tercer cuartil	58,92	8,91	434,55
Máximo	64,10	10,00	520,00
Intervalo de confianza del 95 % para la media	55,95-58,28	8,14-8,70	393,02-428,70
Intervalo de confianza del 95 % para la mediana	56,59-58,00	8,00-8,70	389,12-420,00
Valor de p	0,075	0,786	0,392
Estándar de calidad	50-60	10-15	460

Fuente: elaboración propia.

Sifuentes et al. (2020) informaron que la salinidad del suelo es uno de los factores que tiene un efecto negativo en el crecimiento y producción de la hoja de sábila. Observaron, además, que aunque la longitud de la hoja fue similar ante diferentes condiciones de salinidad, su ancho y grosor fueron afectados negativamente por el incremento del estrés salino. Lo anterior pudiera estar asociado con la dificultad para la absorción de agua y de nutrientes por la planta, lo que ocasionaría la disminución de la biomasa. Sin embargo, parámetros físico-químicos que determinan la calidad del gel fueron beneficiados ante condiciones moderadas de estrés.

Los datos aportados en la tabla 3 tienen importancia en el sentido de que permiten calcular los volúmenes requeridos de materias primas para el proceso industrial, según los fines que se persiguen.

Tabla 3. Rendimiento por componentes de la hoja después del lixiviado

Estadísticos	Masa total (g)	Masa del gel (g)	Masa de la capa externa (g)
Media	408,76	325,21	85, 55
Desviación estándar	29,37	27,04	9,66
Mínimo	357,20	272,70	73,40
Primer cuartil	390,55	305,47	75,67
Mediana	412,30	335,40	87,45
Tercer cuartil	428,77	342,80	93,40
Máximo	460,00	360	100,00
Intervalo de confianza del 95 % para la media	389,75- 431,77	305,87-344,55	78,63-92,46
Intervalo de confianza del 95% para la mediana	389,94 -430.91	304,65-344,02	75,40-93.40
Valor de p	0,825	0,397	0,197

Fuente: elaboración propia.

Desde el punto de vista de la calidad fitoquímica, en la tabla 4 se muestran los resultados del análisis realizado a los extractos. El empleo de productos naturales a base de sábila en Cuba, sobre todo como suplemento nutricional, está sujeto al cumplimiento de una serie de especificaciones que se muestran a continuación. Como se puede apreciar, ambos extractos están conformes en relación al pH, índice de refracción y contenido de derivados antracénicos. Sin embargo, la densidad relativa de los extractos supera los límites en ambos casos.

El extracto de gel al 20 % queda por debajo de las exigencias en cuanto al contenido de sólidos totales, polisacáridos y fenoles totales. El extracto de la capa externa presentó un mayor contenido de polisacáridos, cumpliendo con el rango previsto, y aunque duplicó el contenido de fenoles totales del extracto de gel, no logró cumplir con esta especificación de calidad. Los datos sugieren que, para incrementar el contenido de compuestos de interés, sería válido conjugar ambas capas de la hoja e incrementar la concentración en masa del extracto. También se pueden

evaluar otros métodos de extracción y seguir evaluando las condiciones de cultivo que potencien la producción de los metabolitos.

Tabla 4. Características fitoquímicas de los extractos del gel y de la capa externa

Parámetros	Extracto de gel	Extracto de la capa externa	Límites permisibles
pH	5,3	5,5	5,2-6,2
Índice de refracción	1,350	1,351	1,330-1,380
Densidad relativa	0,9617	0,9685	0,920-0,950
Sólidos totales	0,24	0,8	0,3-1,0 %
Derivados antracénicos	1,4	3,7	Hasta 8mg/100 mL
Polisacáridos	0,01	0,44	0,1-0,5g /100 mL
Fenoles totales	2,4	4,9	10-24 mg/100 mL

Fuente: elaboración propia.

En ese sentido, Pedroza et al. (2022) evaluaron el efecto de diferentes contenidos de humedad del suelo sobre el crecimiento, la producción y la calidad del gel de *Aloe* cultivado en una región árida de México. Las muestras regadas con el 72 % del agua tuvieron mayor altura de planta y ancho de hoja que aquellas regadas al 42 % de la capacidad de campo, mientras que las plantas con 100 % de riego tuvieron las hojas más largas y más gruesas. Sin embargo, las muestras cultivadas al 42 % de capacidad de campo presentaron una mejor calidad del gel: pH (4,94), mayor contenido de sólidos solubles totales y buen comportamiento del contenido de cenizas.

Por su parte, la variación del contenido de fenoles presentes en matrices de origen natural puede ser influenciada por diversos factores que dependen de la naturaleza de la planta (droga utilizada, variación natural entre plantas, quimio-variedad); de los factores como la siembra, la cosecha y almacenamiento; así como de los factores tecnológicos que se encuentran relacionados con los procesos de secado y extracción (Llauradó et al., 2020). También la composición de los polisacáridos de *A. vera* puede presentar una alta variabilidad dependiendo de diferentes factores, como la temporada de recolección (Ahl et al., 2019).

Puia et al. (2021) afirman que las partes de la hoja difieren en la composición de las principales clases de compuestos bioactivos. Así, la epidermis verde externa contiene principalmente antraquinonas, preantraquinonas y sus glicósidos correspondientes, mientras que la región pulpar externa está formada por compuestos fenólicos (antraquinonas, preantraquinonas, flavonoides, cromonas, antronas, cumarinas y pironas). La pulpa es rica en acemanano y compuestos fenólicos. El gel de la pulpa interna de las hojas también contiene proteínas, vitaminas, minerales y enzimas.

Jovanovi et al. (2023) encontraron que factores como la proporción sólido-solvente, el tipo de solvente, el tiempo y las técnicas de extracción tienen un impacto significativo en el contenido de compuestos fitoquímicos y en la actividad biológica demostrada.

Conclusiones

1. La sábila cultivada en la finca La Victoria muestra conformidad con estándares nacionales, pero existen brechas en el cumplimiento de algunas exigencias internacionales en cuanto a ancho y masa de la hoja.
2. Los extractos etanólicos al 20 %, obtenidos de diferentes partes de la hoja, presentaron diferencias en cuanto a sus características físico- químicas y fueron no conformes en relación al contenido de fenoles totales.

Referencias bibliográficas

- Ahl, L. I., Al-Husseini, N., Al-Helle, S., Staerk, D., Grace, O. M., Willats, W. G., Mravec, J., Jørgensen, B. & Rønsted, N. (2019) Detection of seasonal variation in Aloe polysaccharides using carbohydrate detecting microarrays. *Frontiers in Plant Science*, 10, 512. <https://doi.org/10.3389/fpls.2019.00512>

- Ávila, L. M. & Díaz, J. A. (2002). *Sondeo del mercado mundial de sábila (Aloe vera). Biocomercio sostenible*. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos “Alexander von Humboldt”. <https://repository.agrosavia.co/bitstream/handle/20.500.12324/13259>
- Gutiérrez, K., Beltrán, L. A. & Granados, C. (2021). Aprovechamiento industrial del lactosuero en la elaboración de una bebida láctea fermentada tipo yogur con cristales de *Aloe vera* L. (Asphodelaceae) y *Passiflora ligularis* Juss. (Passifloraceae). *Ciencia y Tecnología Agropecuaria*, 22(2), e1489. https://doi.org/10.21930/rcta.vol22_num2_art:1489
- Kaur, S. & Bains K. (2024). *Aloe barbadensis* Miller (*Aloe vera*) pharmacological activities and clinical evidence for disease prevention. *International Journal for Vitamin and Nutrition Research*, 94(3–4), 308–321. <https://doi.org/10.1024/0300-9831/a000797>
- Llauradó, G., Méndez, D., Hendrix, S., Escalona, J. C., Fung, Y., Ochoa, A., García, J., Morris, H. J., Ferrer, A., Isaac, E., Beenaerts, N., Méndez, I. E., Orberá, T., Cos, P. & Cuypers, A. (2020). Antioxidants in plants: A valorization potential emphasizing the need for the conservation of plant biodiversity in Cuba. *Antioxidants*, 9(11),1048. <https://doi.org/10.3390/antiox9111048>
- Ministerio de la Agricultura. (MINAG). (2012). *Norma Ramal de la Agricultura NRAG 271. Plantas medicinales. Hoja fresca de la sábila. Especificaciones*. La Habana.
- Munnaf, Md., Lokman, M., Mitra, K., Hossain, B., Hafsa, U. & Nazim, Md. (2022). Phytochemicals and *in-vitro* antioxidant activity analysis of *Aloe vera* by-products (skin) in different solvent extract. *Journal of Agriculture and Food Research*,10. <https://doi.org/10.1016/j.jafr.2022.100460>
- Pedroza, A. (2015). *Manejo agronómico de la sábila en zonas áridas*. <https://www.researchgate.net/publication/275832605>

- Pedroza, A., Sifuentes, N. S., Trejo, R., Zegbe, J.A., Minjares, R. & Samaniego, J. A. (2022). Leaf production and gel quality of *Aloe vera* (L.) Burm. F. under irrigation regimens in northern Mexico. *Journal of the Professional Association for Cactus Development* 24,139-148. <https://www.jpacd.org/jpacd/article/view/497/360>
- Pérez, V. J., Minjares, J. R., Martínez, J. J., Báez, J. G. & Candelas, M. G. (2019). Composición química, propiedades físicas y reológicas del mucílago de *Aloe barbadensis* Miller. *Investigación y Desarrollo en Ciencia y Tecnología de Alimentos*,4, 902-906. <http://eprints.uanl.mx/23677/1/52.pdf>
- Puia, A., Puia, C., Mois, E., Graur, F., Fetti, A. & Florea, M. (2021). The phytochemical constituents and therapeutic uses of genus Aloe: A review. *Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca*, 49(2):12332. <https://doi.org/10.15835/nbha49212332>
- Sadgrove, N.J. & Simmonds, M.S. J. (2021). Pharmacodynamics of *Aloe vera* and acemannan in therapeutic applications for skin, digestion, and immunomodulation. *Phytotherapy Research*, 35(12), 6572–6584. <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.1002/ptr.7242>
- Sifuentes, N. S., Pedroza, A., Zegbe, J. A. & Trejo, R. (2020). Indicadores de productividad y calidad de gel de sábila en condiciones de estrés salino. *Revista Fitotecnia Mexicana*, 43(2), 181 – 187. <https://www.scielo.org.mx/pdf/rfm/v43n2/0187-7380-rfm-43-02-181.pdf>