

Efecto de diferentes frecuencias y dosis de riego por goteo en el cultivo de sábila en el Municipio Colina del estado Falcón

Jorge Raúl Gerardo Nieves

jrgerardo708@hotmail.com

Ministerio de Poder Popular para la Agricultura Productiva y Tierra
Venezuela

Pedro Pujols Osle

ppujolosle@udg.co.cu

Norge Tornos Torres

ntorneso@udg.co.cu

Juan Pedro Machado Castillo

jmachadoc@udg.co.cu

Universidad de Granma
Cuba

En la Comunión del Conocimiento

RESUMEN

Esta investigación se realizó en la finca “La Estrella”, municipio Colina del estado Falcón, con el objetivo de evaluar el efecto de diferentes frecuencias y dosis de riego por goteo en el cultivo de sábila (*Aloe vera*, L.). Se utilizó un diseño en franjas con 4 tratamientos y 4 repeticiones contiguas: T₁ sin riego, T₂ riego por goteo cada 7 días a dosis de 0,5 L/planta, T₃ riego por goteo cada 14 días a dosis de 1,5 L/planta, T₄ riego por goteo cada 21 días a dosis de 3 L/planta. Se evaluaron las variables largo, ancho, grosor, peso de la penca y peso del gel, así como se estimó el rendimiento de biomasa y del gel. La aplicación de 0,5 litros por planta cada 7 días con el riego por goteo, permite obtener mayor largo, ancho y grosor de la hoja y altos rendimientos en el cultivo de la sábila.

Descriptores: Sábila, rendimiento, riego por goteo.

Effect of different frequency and dose of drip irrigation growing of aloe vera in the Municipality Colina Falcon state

ABSTRACT

This research was carried out in the estate "La Estrella" in the Las Ventosas, municipality Colina of the Falcón state, with the objective of evaluating the effect of different frequencies and doses of irrigation by drip irrigation in aloe vera, L. A striped design was used with 4 treatments and 4 contiguous repetitions: T1 without irrigation, T2 irrigation by dripping every 7 days at doses of 0.5 L / plant, T3 irrigation by dripping every 14 days at doses of 1.5 L / Plant, T4 drip irrigation every 21 days at doses of 3 L / plant. The variables length, width, thickness, weight of the penca and weight of the gel were evaluated, as well as the biomass and gel yield. The application of 0.5 liters per plant every 7 days with drip irrigation, allows to obtain greater length, width and thickness of the leaf and high yields in the cultivation of aloe.

Key words: Aloe, yield, drip irrigation.

INTRODUCCIÓN.

La sábila (*Aloe vera* L.) es un cultivo mundialmente conocido por sus múltiples aplicaciones en la industria del cosmético, farmacéutica y alimenticia, lo que incrementa su valor integral en el mercado internacional.

De este cultivo se obtienen dos productos primarios que son el acíbar o sangre y el gel o cristal; para cada caso existe un manejo agronómico específico del cultivo, ya que las exigencias son distintas (Zunilde *et al.*, 2005).

El acíbar es la savia de la planta y se caracteriza por ser un líquido espeso, de color amarillo ámbar, amargo y olor desagradable, que se convierte en sólido de consistencia vítrea que adquiere un color oscuro (pasta de sábila) cuando es sometido a un proceso de evaporación o cocción. El gel es la porción interna de la hoja o penca constituida por un compuesto viscoso, incoloro, inodoro y virtualmente insípido, con aproximadamente 96 % de agua (Piña y Morales, 2010).

Este cultivo reviste importancia para nuestro país, ya que por las características propias de su metabolismo (metabolismo ácido crasuláceo) se adapta de manera natural en las zonas áridas y semiárida, donde desarrolla excelentes bondades agronómicas, ya que

presenta escasa exigencias y permite alcanzar productos de calidad que son cotizados en el mercado internacional. (Zunilde *et al.*, 2005).

La sábila continúa siendo un cultivo de carácter marginal en el estado Falcón, del cual se desaprovechan sus inmensas potencialidades, a pesar del esfuerzo que realizan distintos sectores públicos y privados (Piña, 2005).

El manejo del sistema de riego es uno de los aspectos básicos para la producción de penca de sábila para el uso de gel, donde se obtienen resultados en la calidad de la materia prima y durante todo el año, así como un menor contenido de acíbar (Molero *et al.*, 2013), sin embargo en nuestra región no se cuentan con las metodologías adecuadas para su aplicación, lo que dificulta su producción y obtención de buenos rendimientos.

La finalidad de este trabajo es evaluar el efecto de diferentes frecuencias y dosis de riego por goteo en el cultivo de sábila (*Aloe vera*, L.) en el municipio Colina del estado Falcón”.

MATERIALES Y MÉTODOS

Localización del experimento.

La investigación se realizó en la unidad de producción “La Estrella”, perteneciente al productor Serafín Ayala del sector Las Ventosas, parroquia La Vela de Coro del municipio Colina del estado Falcón, durante los meses de junio a septiembre del año 2014. Se encuentra ubicada a 11°26’03' latitud y 69°31’54' longitud, con una altura sobre el nivel del mar de 78 metros (GPS modelo Garmin Etrex 30). Cuenta con una superficie total de 17,5 ha y donde el principal sistema de producción es el cultivo de sábila.

Registros climatológicos.

Para el registro de las precipitaciones acaecidas durante el lapso experimental se estableció a 5 metros del área un pluviómetro artesanal a través de un recipiente plástico de 15,96 cm de diámetro, usando como referencia lo descrito por Monasterios, *et al.* (2008). Mientras que para los valores de temperatura se uso un termómetro marca

“Nahita”, promediando por mes los registros tomados al inicio de la aplicación de los tratamientos.

Diseño experimental.

La investigación se desarrolló en un área de 336 m², sobre una plantación comercial de sábila de aproximadamente 3 años de edad, con características similares como síntomas de estrés hídrico (pencas pequeñas, delgadas y de color rojizo), número de pencas, largo, ancho y grosor de la penca. Para el establecimiento del marco de plantación se realizaron las labores agronómicas respectivas como limpieza del cultivo, deshije, desinfección de las plantas con cal agrícola y *Metarrizum* sp en dosis de 60 g/ha para la prevención de plagas.

El marco de plantación fue de 1 x 0,5 m, para una densidad de 20,000 plantas/ha. El ensayo se efectuó sobre un diseño experimental en franja, debido a las características del sistema de riego, y se ajustó a un completamente aleatorizado, con 4 tratamientos y 4 repeticiones cada uno. El área de cada repetición fue 21 m² para un total de 84 m² por tratamiento. Se seleccionaron al azar 4 plantas por repetición para un tamaño de muestra de 16 plantas por tratamiento (672 por parcela), las cuales fueron tomadas de los dos surcos centrales para evitar el efecto de borde.

Técnica de riego utilizada.

Se utilizó la técnica de riego por goteo, con goteros distanciados a 0,5 metros, en cintas de 16 mm. La tubería principal era de polietileno con un diámetro de 40 mm. La electrobomba tenía un motor modelo SIEMENS con potencia de 1 Hp y 3520 rpm, con una carga de trabajo de 25 m.c.a. La fuente del suministro de agua fue un embalse de concreto con una capacidad de almacenamiento de 54 m³, el cual era abastecido por tubería proveniente del embalse El Isiro.

En esta investigación el régimen de riego de 1 litro de agua/planta/día propuesto por Pulido, (2014) fue alterado, lo que supone una no satisfacción de los requerimientos hídricos del cultivo.

Variantes experimentales.

Se evaluaron cuatro:

T1...Sin riego

T2...Aplicación de 0,5 litros por planta cada 7 días.

T3...Aplicación de 1,5 litros por planta cada 14 días.

T4...Aplicación de 3 litros por planta cada 21 días.

Variables evaluadas

De crecimiento

Debido a que era una plantación establecida fue necesario caracterizar inicialmente sus principales variables como largo, ancho y grosor de la penca. Dentro de cada repetición se marcó la quinta penca de la planta seleccionada, siguiendo el método sugerido por Pulido (2014), el cual consiste básicamente en contar a partir de la última penca emitida en forma regresiva hasta llegar a la quinta. El método usado en la medición de las variables morfológicas fue el propuesto por Añez y Vásquez (2005), tomando los datos a los 10 días después de la aplicación de cada tratamiento, durante 3 meses, para hacer gráfico de la dinámica de crecimiento.

Las variables de crecimiento se describen a continuación:

Largo de la penca (cm): con regla graduada se midió desde la inserción hasta el ápice de la penca.

Ancho de la penca (cm): con el uso de un vernier se midió a los 10 cm de la base de la penca.

Grosor de la penca (cm): con el uso de un vernier se midió a los 10 cm de la base de la penca.

Variables del rendimiento:

Peso de la penca (g): Se determinó después de cosechar con el uso de un cuchillo de acero inoxidable desinfectado con agua de cloro al 1% (López *et al.*, 2010) tres penca adultas (externas) por planta, para un total de 48 pencas por tratamiento, dichas pencas

se identificaron y se colocaron dentro de una cesta plástica para su pesado en una balanza eléctrica. Así mismo, teniendo en cuenta la densidad de plantación del cultivo de sábila (20,000 plantas por hectárea), y considerando dos cortes anuales, se calculó el rendimiento total de penca, siguiendo la metodología de Añez y Vásquez (2005), así como de Figueredo y Morales (2010).

- Peso del gel (g): se realizó siguiendo la metodología utilizada en la agroindustria (SABILVEN S.A, 2014) la cual consistió en el lavado con agua de las pencas cosechadas, para luego proceder al fileteo manual, eliminando los bordes espinosos y la epidermis. Seguidamente se cortó en tres trozos el cristal para facilitar el peso de cada tratamiento en la balanza electrónica.

Análisis estadístico utilizado para el procesamiento de los datos.

Para la evaluación de los resultados experimentales se aplicó un ANOVA de clasificación simple y la prueba de comparación múltiple de medias por Tuckey, utilizando el Software STATISTICA V-7 sobre Windows 2007. Se realizaron análisis de correlación y regresión entre las variables largo, ancho, grosor de la penca y el rendimiento.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Si observamos en la tabla 1 los valores de precipitación registrados durante el lapso experimental, se puede notar que no existió una lluvia que alterara el cronograma o lámina de riego para los distintos tratamientos, mientras que los valores de temperatura se mantuvieron dentro los rangos óptimos para el desarrollo del cultivo de la sábila (Jiménez *et al.*, 2012).

Tabla 1. Promedios mensuales de precipitación y temperatura registrados durante el experimento.

Meses	Precipitaciones(mm)	Temperatura (°C)
Junio	0,5	28,3
Julio	0, 02	28,6
Agosto	0,04	29,5
Septiembre	0,03	27,8

El crecimiento de la penca de sábila bajo diferentes dosis y frecuencia de riego por goteo se ilustra en la figura 1, donde se refleja que la mejor respuesta para la variable largo de la penca fue obtenida en el tratamiento 2 con un promedio de 45,6 cm, valor que se colocó por encima del tratamiento testigo (28,8 cm).

El comportamiento de la variable largo de la penca para los tratamientos T_1 y T_2 se mostró similar durante los primeros 40 días después del inicio del riego (DDIR), a partir de los 50 DDIR se observaron las diferencias entre ellos. Estos resultados indican que el cultivo es capaz de responder a los suministro de agua, manifestando su asimilación en el incremento del crecimiento y parámetros del rendimiento.

Al respecto Van Schaik *et al.* (1997), señalaron que la disponibilidad de agua es esencial para alcanzar mayor crecimiento vegetativo y productivo. En este sentido Rodríguez *et al.* (2007) informan que la biomasa y la tasa de crecimiento del cultivo son favorecidas por adecuadas condiciones de humedad.

La condición observada durante esta investigación, demuestra que con un uso eficiente del recurso agua en las plantaciones de sábila es una alternativa necesaria dentro del semiárido Falconiano para obtener un rendimiento promedio de penca, de hasta $48 \text{ Mg}\cdot\text{ha}^{-1}$ con dos cortes al año, como lo proponen Molero, *et al.* (2013), los cuales en un ensayo realizado en el municipio Colina bajo la condición de tempero, obtuvieron $46,396 \text{ Mg}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{año}^{-1}$.

Con relación al ancho de la penca (Fig. 2), también se puede observar que el tratamiento 2 fue el que presentó mejor comportamiento, con valores promedios de 5,1

cm, con diferencias de hasta 2 cm con respecto al tratamiento testigo que presentó un promedio de 2,8 cm.

Estos resultados indican que el suministro adecuado de agua en la sábila es una condición necesaria para obtener una penca de buena calidad para el posterior procesamiento del gel y fabricación de productos aptos para la industria farmacéutica, cosmética y alimentaria (Bozzi *et al.*, 2007).

El grosor de la penca (Fig. 3) tuvo un comportamiento similar a las variables largo y ancho de la penca, donde se destaca el tratamiento 2 con los mayores valores. Sin embargo en este indicador se observó su diferencia con el tratamiento 1 (testigo) desde los primeros días de iniciarse el riego. Los tratamientos 3 y 4 también superaron al tratamiento T1.

Al analizar los resultados obtenidos para los indicadores del crecimiento se observa que de forma general estos responden a adecuadas dosis y frecuencias del riego por goteo, donde se demuestra que con 0,5 litros de agua cada 7 días el cultivo desarrolla un crecimiento similar a los obtenidos por Pulido (2014), quien en investigaciones realizadas en el estado de Falcón con régimen de riego de 1 litro de agua/planta/día obtuvo valores de largo, ancho y grosor de la penca de 46; 5,7 y 2,1 cm respectivamente.

Al analizar el peso de la penca y el peso del gel (Tabla 2), se observa que el tratamiento 2 supera significativamente al resto de los tratamientos, con un promedio de 400,64 g de penca, para un rendimiento estimado de $24 \text{ Mg}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{corte}^{-1}$, mientras que de igual forma este tratamiento presentó el mejor comportamiento para la variable peso de gel/penca, con valores promedios de 274,94 g para un rendimiento estimado de $16,4 \text{ Mg}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{Corte}^{-1}$ de gel, logrando duplicar el rendimiento en peso de penca, arrojado por el tratamiento testigo el cual fue de $11,7 \text{ Mg}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{corte}^{-1}$ y $5,456 \text{ Mg}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{corte}^{-1}$ de gel.

El incremento del tratamiento 2 con relación al testigo es mayor en un 50 %, seguido de los tratamientos 3 y 4. Todos los tratamientos donde se aplicó agua difieren significativamente del tratamiento 1 (T1), lo que corrobora que entre los cultivos alternativos que ofrecen ventajas en zonas áridas y semiáridas está el de la sábila.

A. vera, es una especie con metabolismo ácido crasuláceo (CAM) que le permite una alta eficiencia en el uso del agua y, por tanto, resistencia al estrés hídrico (Lüttge, 2004). Adicionalmente, la cercanía del hidroparénquima al clorénquima en las hojas de *A. vera* reduce la distancia del movimiento de agua entre ambos tejidos, protegiéndolo de la desecación (Geydan y Melgarejo, 2005).

Estas características le han permitido a la sábila establecerse en zonas áridas y semiáridas venezolanas, permitiéndole alcanzar productos de calidad que son cotizados tanto en mercados nacionales como internacionales. Sin embargo la fisiología de esta planta es alterada por las condiciones de cultivo. La disponibilidad de agua es esencial para alcanzar mayor tasa de crecimiento y número de hojas e hijuelos (Rodríguez *et al.*, 2007).

Tabla 2. Prueba comparación múltiple de medias para las variables peso de penca (PP) y peso de gel (PG) al momento de la cosecha.

Descripción	PP (g)	PG (g)
T1	195,39 ^d	90,49 ^b
T2	400,64 ^a	274,94 ^a
T3	358,13 ^b	163,44 ^c
T4	305,75 ^c	155,37 ^c
EE	9,67	8,52

Los análisis de correlación entre los indicadores del crecimiento y el rendimiento arrojaron que existe una correlación positiva entre los indicadores largo, ancho y grosor de la penca con el peso de la penca y el gel, con coeficientes de correlación alto ($R^2=0,93$).

Estos resultados indican que existe una correlación directa entre el largo de la penca, ancho de la penca y grosor de la penca con el peso de la penca y el peso del gel, lo que

confirma que las dosis y frecuencia de riego utilizadas adecuadamente, benefician de forma positiva estos indicadores.

Con este resultado se demuestra que en este cultivo se pueden utilizar dosis y frecuencia de riego bajas y se alcanzan altos rendimientos de gel, con un ahorro considerable de agua al compararlo con los limitados trabajos desarrollados en esta temática.

En condiciones áridas y semiáridas donde las precipitaciones son limitadas si no se aplica un riego eficiente la planta reduce el agua almacenada en el hidroparénquima, disminuyendo la producción del gel, lo que se corresponde con los menores valores en el peso de la penca encontrada en el testigo del presente estudio.

CONCLUSIONES.

Los indicadores del crecimiento y rendimientos estudiados en el cultivo de la sábila se favorecieron con las dosis y frecuencias de riego por goteo aplicadas.

Existe una fuerte correlación entre las variables evaluadas como largo, ancho, grosor de la penca, peso del gel y peso de la penca.

En las condiciones de clima y suelo, en las cuales se realizó el ensayo, la aplicación de 0,5 litros por planta cada 7 días con el riego por goteo, permite obtener mayor largo, ancho y grosor de las hojas y altos rendimientos, en el cultivo de la sábila.

REFERENCIAS CONSULTADAS

1. Añez, B., y J. Vásquez, (2005). Efecto de la densidad de población sobre el Crecimiento y rendimiento de la zábila (*Aloe barbadensis M.*) Rev. Fac. Agron. Vol. 22, N° 1, Venezuela. pp.10-15.
2. Batista, C. (1999). Notas sobre la historia de la zábila en la jurisdicción de Coro. Zábila en el estado Falcón: Acciones para su desarrollo. Jornadas de trabajo. Fundacite Falcón. Coro, estado Falcón, Venezuela.
3. Bozzi, A., Perrin, C., Austin, S., y Arce, F. (2007). Quality and authenticity of commercial Aloe vera gel powders. Food Chemistry N° 103, 22-30.

4. Geydan, T. y Melgarejo, L. (2005). Metabolismo ácido de las crasuláceas. Acta Biológica Colombiana, Vol.10, N° 2, Colombia. pp. 3-14.
5. Guzmán, J. (1990). La zábila. Esiasandes SRL Editores. Caracas, Venezuela. 104 p.
6. Jiménez, L., María, López y Moreno, A. (2012). *Aloe vera* sábila: Cultivo y Utilización. AgroGuías, Ediciones Mundi Prensa. Córdoba, España, 26 p.
7. López, R., Murcia, C., López, P., y Valencia, J. (2010). Estandarización del protocolo de desinfección de disco de hoja en la inducción de callogénesis de *cordiaalliodora* (ruiz&pav.) okén (lamiales: boraginaceae) en condiciones in vitro.
Disponible]:<http://blade1.uniquindio.edu.co/uniquindio/revistainvestigaciones>. [Consultado:2016,enero 15].
8. Lüttge, U. (2004). Ecofisiología de Crasuláceo Metabolismo Ácido (CAM). Biblioteca Nacional de Medicina de EE.UU. Institutos Nacionales de Salud. [Disponible]:<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/15150072> .[Consultado: 2015, junio 13].
9. Molero, T., Viloria, M., Patiño, D., y Ocando, M. (2013). Producción de gel y acíbar en plantaciones de sábila (*Aloe barbadensis* Mill) en el occidente de Venezuela. Bioagro Vol. 25 N° 1, Venezuela. pp.: 71-76.
10. Monasterio, P., Pierre, F., Barreto, T., Alejos, G., Maturet, W., y Tablante, J. (2008). El pluviómetro artesanal: una manera práctica de medir la precipitación. INIA Divulga, N° 11, Venezuela. pp.: 45-49.
11. Piña, H. (2005). Perfil preliminar del mercado de zábila (*Aloe barbadensis* Miller.) en el estado falcón, Bioagro, Vol. 17, N° 2, Venezuela. pp.: 85-92.
12. Piña, H., y Morales, A. (2010). Aloe en Venezuela: de la cadena de valor al distrito industrial. Revista problemas del desarrollo, Vol. 41, N° 160, Venezuela. pp.: 187-208.
13. Pulido, F. (2014). Cultivo de sabila (*Aloe vera* L). Boletín informativo "inédito". Universidad Esperimental Francisco de Miranda. Falcon, Venezuela, 63 p.
14. Rodríguez, N. (1979). La zábila, sus usos, cultivo, procesamiento y comercialización. Agroconocimientos, Vol. 3, N° 31, Venezuela. pp.: 9-13.
15. Rodríguez, R., Jaso, D., Gil, J., Angulo, J., y Lira, R. (2007). Crecimiento, resistencia estomática y transpiración de *Aloe vera* con diferentes potenciales hídricos del suelo. Ind. Crops Prod., Vol. 25, N° 2, Venezuela. pp.:123-128.
16. SABILVEN S.A, Fábrica para procesamiento de sábila de Venezuela. (2014). Picado y lavado de penca de sábila para su posterior procesamiento, gel de *Aloe vera* L. Norma de procedimiento, Venezuela, 24 p.
17. Van Schaik, A., Struik, P. y Damián, T. (1997). Efectos de riego y N en el crecimiento vegetativo de *Aloe barbadense* Mill. in Aruba. Trop. Agric. N° 74, Venezuela. pp.: 14-19.
18. Zunilde, L., Domingo, T. y Miriam, N. (1995). El cultivo de la zábila en Venezuela y costos de producción para acíbar. Revista Digital del Centro Nacional de Investigaciones Agropecuarias de Venezuela. [Disponible]: <http://www.municipiourdaneta.com/sabilafalcon.php>. [consulta: 27 octubre, 2014].