



Aumento de la productividad de la Pitahaya Roja (*Hylocereus undatus*) mediante la iluminación artificial con energía renovable

Increased productivity of the Red Pitaya (*Hylocereus undatus*) by artificial lighting with renewable energy

Lorenzo Ricardo Fernández Argüelles
Julieta Chediak Silva
Roberto Sánchez Companioni

Fecha de recepción: 05 de abril del 2015
Fecha de aceptación: 12 de agosto del 2015

Aumento de la productividad de la Pitahaya Roja (*Hylocereus undatus*) mediante la iluminación artificial con energía renovable

Increased productivity of the Red Pitaya (*Hylocereus undatus*) by artificial lighting with renewable energy

Lorenzo Ricardo Fernández Argüelles¹, Julieta Chediak Silva², y Roberto Sánchez Companioni³

Como citar: Fernández, L., Chediak, J., Sánchez, R. (2015). Aumento de la productividad de la pitahaya roja (*Hylocereus undatus*) mediante la iluminación artificial con energía renovable. *Revista Universidad de Guayaquil*. 121(3), 73-78. DOI: <https://doi.org/10.53591/rug.v121i3.393>

Resumen

En este artículo se describen los elementos principales, para la materialización de un experimento piloto de un proceso para incrementar la productividad de una finca dedicada al cultivo de la Pitahaya Roja (*Hylocereus undatus*), mediante la aplicación de energías renovables. Este trabajo fue motivado por el desabastecimiento de dicho producto en los mercados de Europa y Asia, lugares donde esta fruta se cotiza alrededor de los 6 euros (€) el kilogramo. El método empleado fue el de alargar el tiempo de exposición de las plantas a la energía luminosa o radiante de forma artificial durante la noche. Se verificó el resultado pesando los frutos recolectados, observándose que la variación del peso de los mismos no es significativa y que la productividad tuvo un aumento mayor al 300%. Con este método se obtuvo además del incremento de la productividad, un aumento de la actividad antioxidante para los frutos sometidos a la iluminación artificial, sin deterioro de sus características físico químicas (pH y °Bx).

Palabras clave: Actividad antioxidante, Energía luminosa, Energías renovables, Pitahaya roja, Productividad, pH, Grados Brix (°Bx).

Summary

This paper describes the principal factors to create a pilot experiment to increase productivity in a farm dedicated to the cultivation of Red Pitahaya (*Hylocereus undatus*), by using renewable energy. This procedure was motivated by the shortage of this product in the European and Asian markets, where the price per kilogram of this fruit is around 6 Euros (€). The method applied for this process was to increase the light exposure of the plants, using artificial radiant energy or light during the night. Results of this experiment were confirmed through weighing the collected fruits, the variation of the weight was not significant, but the productivity had a 300% increase. With this method was also obtained in addition increased productivity, increased antioxidant activity to fruit subjected to artificial lighting, without deterioration of their physical chemical characteristics (pH, and Brix degrees).

Keywords: Red Pitahaya, productivity, renewable energy, light energy, antioxidant, pH, Brix degrees (°Bx).

¹ Licenciado - MBA., Universidad de Guayaquil, Ecuador. Correo electrónico: revistaug@ug.edu.ec

² Licenciada - MSc, Universidad de Guayaquil, Ecuador. Correo electrónico: revistaug@ug.edu.ec

³ Ingeniero Químico, Universidad de Guayaquil, Ecuador. Correo electrónico: revistaug@ug.edu.ec

Introducción

“Las pitahayas (*Hylocereus* spp.), son cactáceas adaptadas a climas tropicales, subtropicales y semiáridos, su distribución comprende regiones de México, Centroamérica y el Caribe”, Britton y Rose (1963), Bravo (1978), Rodríguez (2005). Así mismo Britton y Rose (1963), Bravo (1978), y Grimaldo et al. (1999) plantearon “pertencen a la familia Cactaceae, subfamilia Cactoideae, familia Hyloceae, subfamilia Hylocereinae y género *Hyloceus*”

Se conoce de la existencia de varias variedades comestibles de pitahaya, las que tienen diferente tamaño y color entre las que se destacan la amarilla y la roja. En este trabajo nos referiremos a la roja de pulpa blanca (*Hylocereus undatus*) (Fig. 1) de la familia Cactáceas. Esta familia consta de varios centenares de especies y en concordancia con Grimaldo, García, Ortiz, Ruiz, (1999) “son conocidas como cactus que producen mucílagos, ácidos orgánicos y glucósidos”



Fig. 1. Pitahaya roja (*Hylocereus undatus* J.

Fuente: Wikipedia. org

Este fruto solo cosecha por estaciones, dos veces al año, lo que incide en su baja productividad. Para mejorar esto se cultiva de forma en que las ramas se multipliquen hasta una altura de 1,20 m soportadas sobre un tutor o soporte; de esa forma se logra obtener entre 30 y 40 frutos por tutor; aun así, se necesita una gran cantidad de terreno para poder tener una buena productividad. Con la implementación del control de la iluminación en el horario nocturno se espera acelerar el proceso de la fotosíntesis, y lograr al menos duplicar la producción.

La pitahaya siempre fue un alimento de los pueblos originarios de Centro América y la parte norte de

Sur América, como fruto silvestre que se desarrollaba en los troncos de los árboles, la denominaban por Pitaya o Pitahaya que significa fruta escamosa. “La variedad roja se cultiva en general toda la zona centroamericana además de Colombia, Ecuador, Perú y Bolivia” como expresaron Haage (1963) y Bravo (1978).

La Pitahaya roja de pulpa blanca (*Hundatus*) se considera de importancia económica, su manejo cultural y los trabajos de post cosecha ha permitido que los frutos sean apreciados en los diferentes mercados del país y del mundo, Britton y Rose (1963)

Actualmente se cultiva en las regiones tropicales y subtropicales de gran parte del mundo. Se ha extendido su siembra y comercialización hacia el sudeste asiático y norte de África. Sus flores son de color blanco, miden entre 20 y 2 cm de largo, son acampanadas con un diámetro máximo de unos 15 cm. Su fragancia les da un toque perfumado tenue y suave a las noches de la plantación, ya que las mismas abren al atardecer para ser polinizadas en la noche. La fruta de la pitahaya madura a temperatura ambiente, su cascara gruesa le permite mantenerse maduras en las plantas por más de una semana. Una técnica de recolección para la exportación es recogerlas al comienzo de la maduración y “almacenarlas entre 9 y 18 °C” según Rodríguez, et al. (2005). De esa forma se conservan alrededor de 18 días, lo que les permite a las mismas ir alcanzando su máximo grado de madurez hasta llegar a los mercados y ser comercializadas.

Estas frutas tienen características favorables para el consumo, su aporte en calorías (bajo), de vitaminas y minerales (Vitamina C, fósforo, hierro y calcio, entre otros), las hace adecuadas para ser consumidas por la mayoría de la población, siendo una opción más para la asimilación de sus nutrientes en las personas necesitadas de los mismos.

La Vitamina C es un antioxidante bloqueador de los radicales libres aportando los nutrientes para reparar los daños causados por los mismos, ellos según se ha demostrado hasta ahora se activan cuando a nivel celular el organismo descompone el alimento, o cuando se absorbe el humo del tabaco o se está expuesto a diferentes tipos de radiación. “Al acumularse en el organismo y no poder eliminarlos son los elementos fundamentales que permiten el desarrollo del gran mayoría de las diferentes variantes del cáncer y otras enfermedades del ser humano”, como expresa Douglas et al. (2004)

En el territorio nacional existen extensas áreas de tierra en las que se puede cosechar este fruto, esto posibilitara competir con otros países productores del área, que actualmente están incursionando también en este mercado. La demanda de este producto en el mercado externo es alta y no está cubierta en su totalidad. Es de destacar que para penetrar los mercados europeos y de los EEUU, se necesitan técnicas de cultivo y manejo ecológicas, certificadas con una eliminación total de los elementos químicos industriales. Los niveles de productividad, calidad de la fruta, así como su tamaño y peso son también elementos a tener presente en el momento de la exportación de este producto.

El conocimiento de las técnicas de producción son pocas, por el poco tiempo de ellas en el país, ya que es un cultivo no tradicional, aun así, el conocimiento básico alcanzado en el período de 10 años ha permitido que se profundice en el tratamiento cultural de dicha fruta, lo que permite cosechas importantes (Fig. 2).



Fig. 2. Tratamiento cultural a la planta.

En este trabajo se pretende introducir nuevas técnicas y crear nuevas estrategias entre los diferentes productores de las diferentes zonas para no perder las oportunidades de ventas en el mercado externo, a partir de una sustentable y eficiente producción de la fruta, haciendo de este cultivo un negocio rentable.

Para poder lograr un aumento de la productividad de esta cactácea, se pretende iluminar en la noche la plantación, esto es posible gracias a la energía acumulada durante el día en el grupo de baterías. Se desconoce el efecto que puede existir en la composición del fruto la iluminación nocturna del mismo. Se pretende mostrar que este método, utilizado bajo ciertas premisas, permite el aumento de la productividad sin variación significativa del pH y °Bx de la fruta.

Las plantas en general necesitan de la luz para desarrollarse, lo que puede inferirse que estos también pueden desarrollarse con luz artificial. En todas las plantas existen dos tipos de clorofila, la A y la B, ambas tienen misiones distintas dentro del proceso de asimilación y crecimiento de las mismas. “La fotosíntesis es necesaria para la producción de los nutrientes responsables del crecimiento saludable del tallo, las hojas y el fruto”, según escribió Andrade et al, (1991).

Metodología

Se procedió a montar un área piloto experimental y una de control, en ambas áreas se mantuvo las condiciones normales del cultivo con la salvedad que en la experimental se montó un dispositivo de iluminación nocturna, cuya energía proviene de un sistema de energías renovables (paneles solares, regulador de carga, baterías, inversor y los bombillos o lámparas). En cada área se marcaron 90 tutores o soportes de las plantas (Fig. 3)



Fig. 3. Tutores o soportes de la planta.

El sistema acumula la energía durante el día en las baterías las cuales en la noche generan un voltaje de 220v y una frecuencia de 60Hz para encender las lámparas de la plantación. Estas lámparas están situadas a una altura de 3 metros sobre los tutores, en total se instalaron 34 lámparas en un área aproximada de 180 m². El período de iluminación en la noche fue establecido en 6 horas, dejando dos periodos cortos de descanso de la actividad fotosintética, uno al caer la tarde, de 18:00 a 21:00 y otro de 03:00 hasta el amanecer.

Materiales y Métodos

Pasados los 18 meses se procedió a hacer análisis a los frutos para evaluar las propiedades físico químicas (pH y grados Brix), así como la actividad antioxidante en los laboratorios de la facultad de Ingeniería Química de la Universidad de Guayaquil.

Para medir el valor antioxidante de las diferentes partes del fruto (cáscara, pulpa y semillas), en diferentes estados la fruta (fresca y seca) se evaluó la actividad antioxidante mediante la captura de radicales libres utilizando el método de ensayo DPPH (1,1-difenil-2-picrilhidrazilo). Mediante este método se determinaron las características físicas, químicas y termodinámicas de la fruta utilizando los extractos de la cáscara, pulpa y semillas. Los resultados fueron leídos en una longitud de onda de 517 nm y a 30 minutos de tiempo de reacción, a una temperatura de 50 °C como temperatura de reacción.

“La evaluación de actividad antioxidante a través de fuentes generadoras de radicales libres en el sistema de pruebas, asume que la oxidación es inhibida en un alto porcentaje por captura de estos, por tanto, se enfoca en monitorear la capacidad de aditivo y extractos para la captura de radicales o la inhibición de su formación” según refieren Beltrán A y Mera J (2014). Bajo este principio trabajan los métodos de ensayo para la determinación de la actividad antioxidante, entre ellos el ya mencionado DPPH y el método ABTS (ácido 2,2 azino-bis-(3-etilbenzotiazolona)-6-sulfónico).

Se normalizaron las condiciones físicas, químicas y termodinámicas para evaluar la actividad antioxidante en los extractos de la cáscara, pulpa y semillas de las frutas para determinar el porcentaje de captación de radicales libres mediante el método DPPH.

Reactivos: Metanol, etanol, hidroquinona y ácido tánico. Como radical libre 1,1-difenil-2-picrilhidrazilo.

Equipos: Espectrofotómetro Genesys 10 UV. Celdas de vidrio.

Micro pipeta de volumen variable 100 1000 pI Todos

estos medios con su respectiva calibración.

Se controla el tiempo mediante cronómetro universal y la temperatura mediante baño termostático

Extractos vegetales: Los extractos de frutas fueron obtenidos a partir de lixiviación con metanol

Medición en el espectrofotómetro.

Recta de calibración de DPPH. Se preparó una disolución de DPPH 0.1 Mm en metanol C₁₈H₁₂N₅O₆ PM: 394.32g/mol g 0.39432g/Mn g

0.0139432 g/l

Se preparan cinco disoluciones de un volumen de 10 ml de concentración

0.01, 0.02, 0.04, 0.05, 1.0

Además, se prepara un blanco de 10 ml de disolvente.

$V_i \times C_i = V_f \times C_f$

$V_i (0.1 \text{ mM}) = 10 (0.0 \text{ Mm}) = 1 \text{ ml}$

$V_i \times C_i = V_f \times C_f$

$V_i (0.1 \text{ Mn}) = 10 (0.02 \text{ Mn}) = 2 \text{ ml}$

$V_i \times C_i = V_f \times C_f$

$V_i (0.1 \text{ Mn}) = 10 (0.04 \text{ Mn}) = 4 \text{ ml}$

$V_i C_i = V_f C_f$

$V_i (0.1 \text{ Mn}) = 10 (0.05 \text{ Mn}) = 5 \text{ ml}$

$V_i \times C_i = V_f \times C_f$

$V_i (0.1 \text{ Mn}) = 10 (0.1 \text{ Mn}) = 10 \text{ ml}$

Solución de Blanco de 10 ml de disolvente (Metanol).

Se midió la absorbancia de estas disoluciones a una longitud de onda de 517 nm para obtener la recta que determina la concentración del radical:

(DPPH) = (0,328x Abs 517) — 0,018 con una probabilidad del 0,993. Los resultados tabulados se muestran en la Fig. 4

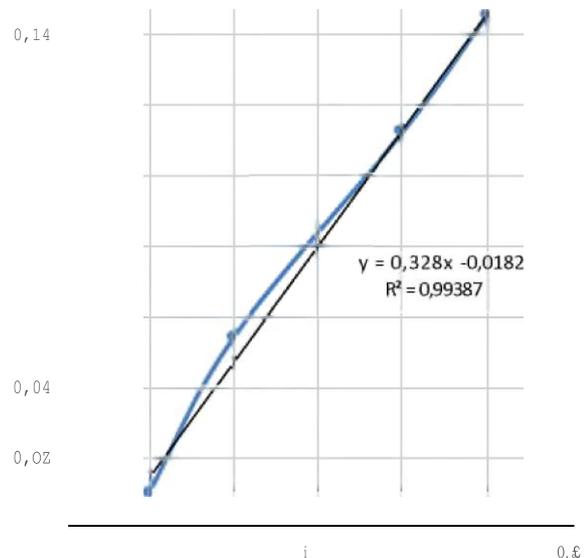


Fig. 4. Calibración del espectrofotómetro (conc. mg/l / Abs 517 nm)

Fuente: Elaboración Propia.

Determinación de la actividad antioxidante del extracto de metanol.

Se introdujo a la cubeta del espectrofotómetro 2 ml de la disolución de DPPH 0.1 Mm y se le añade 0.05 ml del extracto de metanólico de pitahaya y se lee a 517 nm. Al disminuirse rápidamente la absorbancia,

se obtiene como resultado una disolución apropiada del extracto.

El siguiente paso es determinar el tiempo en que la concentración de DPPH, se reduce a la mitad y se mide el % de inhibición al llegar a los 30 minutos

$$\% \text{ inhibición} = (A^{\circ} - Ae) / A^{\circ} \times 100$$

A° = Absorbencia sin extracto.

Ae = Absorbencia con extracto

Resultados

Como puede apreciarse, significativo es el valor and tioxidante de las semillas del grupo de frutas son metidas a la experimentación, es del 97, 1 2 %, sus perando al valor antioxidante del grupo de control. Estos valores se visualizan de forma más explícita en la Fig. 5

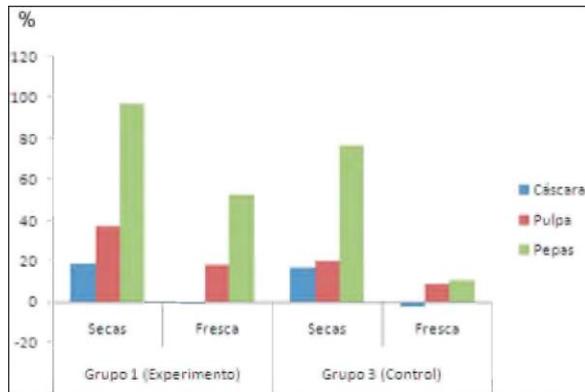


Fig. 5. Análisis de la actividad antioxidante (% de absorción).

Fuente: Elaboración Propia.

En la Fig. 6 se muestra el promedio de frutos mensuales recogidos en ambas áreas al cabo de 18 meses de experimentación

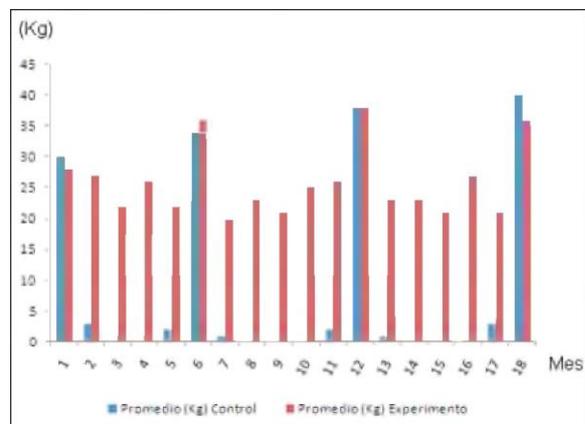


Fig. 6. Promedio de producción mensual (Kg/mes).

Fuente: Elaboración Propia.

Como puede apreciarse, la implementación del control de iluminación artificial en el horario nocturno ha incidido en el aumento de la productividad del lote de experimentación en poco más del 300%, sobrepasando con creces el objetivo inicial de duplicar la producción de frutos. Si este experimento se logra implementar a gran escala se pueden obtener volúmenes considerables del fruto para aumentar los niveles de exportación del país, contribuyendo al cambio de la Matriz Productiva

Discusión

Esta productividad tiene que ir acompañada en que el fruto no pierda sus propiedades físico químicas y que sus características no se vean mermadas por el intenso proceso fotosintético

Lo cual se pudo corroborar según los resultados de los análisis, entre los que se hallan las mediciones del pH y °Bx de las muestras de frutas, pudiendo apreciarse en la Fig. 7 que estas características no sufrieron modificación

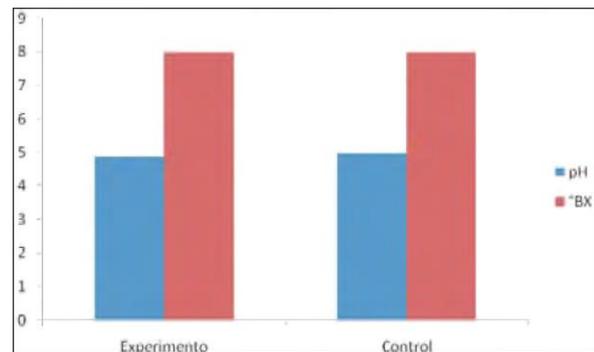


Fig. 7. Propiedades físico químicas analizadas.

Fuente: Elaboración Propia.

Conclusiones

En esta prueba piloto, se demostró

Un aumento de más del 300% de la productividad del área experimental

Significativo aumento de la actividad antioxidante de las semillas de los frutos secos del área experimental

Mantenimiento de las características físico químicas de los frutos del área experimental respecto al área de control, lo que demuestra que mediante este proceso la calidad del fruto no merma

La aplicación de una técnica innovadora en el aumento de la productividad de esta fruta

Es necesario realizar el análisis toxicológico de la fruta, para descartar afectaciones producidas por

el stress de la planta en el proceso de iluminación nocturna.

Bibliografía.

- Andrade J, Rengifo E, Ricalde F, Si má L, Cervera C, Vargas- Soto G, Hernández M, (2006), Microambien- tes de Iuz, Crecimiento y Fotosíntesis de la Pitahaya Roja (*Hylocereus undatus*) en un agrosistema de Yucatán, México, Agrociencia Noviembre- Diciembre, 2006, pp. 687-697, Yucatán, México.
- Beltrán A, Mera J, (20 14) “Elaboración del Tubérculo Mashua (*Tropaeolum tuberosum*) Troceada en miel y determinación de la capacidad antioxidante. Tesis de grado no publicada. Universidad de Guayaquil, Guayaquil, Ecuador.
- Bravo H, 1978, Las Cactáceas de México. Vol I. UNAM. México. p.743
- Britton N, Rose J, 1963, The Cactáceas: Descriptions and Illustrations of Plants of the Cactus Family. Vol I, New York, Dover Publications.
- Douglas RM, Hemila H, D'Souza R, Chalker EB, Treacy B, 2004, Vitami n C for preventing and treati ng the common cold, <http://umn.edu/health/medical/spanishency/articles/vitamina-c>.
- Grimaldo O, García A, Ortiz J, Ruiz L, 2001, Características cariotípicas de seis genoti pos de pitahaya Revista Chapingo, Serie Horticultura, Volumen 7(2), 2001, pp. 177-195, México.
- Haage W, 1963, Cacti and Succulents, First Edition, New York. Dutton and Company.
- Legaria J, Alvarado M, Gaspar R, 2005, Diversidad Genética en Pitahaya (*Hylocereus undatus*), Rev. Fitotec. Mex. Vol. 28 (3), julio-septiembre, 2005, pp. 179 — 185, México.
- Rodríguez D, Patiño M, Miranda D, Fischer G, Galvis J, 2005, Efecto de dos índices de madurez y dos temperaturas de almacenamiento sobre el comportamiento en Almacenamiento sobre el comporta miento en poscosecha de la P itahaya amarilla (*Selenicereus megalanth us*, Haw). Rev. Fac. Nal. Agr, Vol.58, No.2, 2005, pp.2837-2857, Medellín, Colombia.

Otras Referencias

1. www.eIuniverso.com (04 de febrero del 2013): “Escaso hectareaje de siembra de la pitahaya roja limita exportaciones”



Lcdo. Lorenzo Ricardo Fernández Argüelles, MBA
Docente Universitario de la Facultad de Ingeniería Química de la Universidad de Guayaquil.
Lcda. Juliett Chediak Silva, MSc
Docente Universitario de la Facultad de Ingeniería Química de la Universidad de Guayaquil.
Ing. Roberto Sánchez Companioni
Docente Universitario de la Facultad de Ingeniería Química de la Universidad de Guayaquil.