

## Evaluación del contenido de ácido carmínico con respecto al sacrificio y secado de *Dactylopius coccus* Costa en Nopaltepec, Estado de México.

### Note on the content of carminic acid with respect to the slaughter and drying of *Dactylopius coccus* Costa in Nopaltepec, State of Mexico.

FRANCO-FRÍAS, Frida†\*, ARROYO-FIGUEROA, Gabriela', DOMÍNGUEZ-HERNÁNDEZ, Martha Elena y MEDINA-SAAVEDRA, Tarsicio'

Universidad Nacional Autónoma de México  
'Universidad de Guanajuato

ID 1<sup>er</sup> Autor: Frida,, Franco-Frías / ORC ID: 0000-0003-4813-3753, CVU CONACYT ID: 1015554

ID 1<sup>er</sup> Coautor: Gabriela, Arroyo-Figueroa / ORC ID: 0000-0002-4187-4367, CVU CONACYT ID: 57295

ID 2<sup>do</sup> Coautor: Martha Elena, Domínguez-Hernández / ORC ID: 0000-0001-7924-5171, CVU CONACYT ID: 431419

ID 3<sup>er</sup> Coautor: Tarsicio, Medina-Saavedra / ORC ID: 0000-0003-2730-6918, CVU CONACYT ID: 3555103

DOI: 10.35429/JOTI.2019.9.3.9.14

Recibido 7 de Enero, 2019; Aceptado 5 de Marzo, 2019

#### Resumen

El manejo poscosecha de la grana cochinilla *Dactylopius coccus* Costa, se considera uno de los procesos más importantes dentro del sistema productivo de este insecto, ya que se debe conservar el mayor porcentaje de ácido carmínico que adquirió la grana durante su desarrollo sobre el nopal. En el presente trabajo se tuvo como objetivo comparar la influencia de tres métodos de sacrificio y dos de secado del insecto en el contenido de ácido carmínico, se utilizó la siguiente metodología: se seleccionaron tres sacrificios (congelador, asfixia y agua caliente); y para el secado dos técnicas, el insecto expuesto al sol y bajo sombra. Al obtener la grana seca se midió el contenido de ácido carmínico en el laboratorio mediante un método espectrofotométrico. Como resultado se observó que, de los tres métodos de sacrificio, el de asfixia (17.47 %±0.5) y el de congelación (17.36 %±0.5), obtuvieron el mayor contenido de ácido carmínico, y respecto a la técnica de secado, la grana deshidratada al sol tuvo un valor más alto de ácido carmínico (17.05 %±0.5), en comparación con la que se encontraba bajo sombra (16.89 %.%±0.5).

**Grana cochinilla, Insecto, Poscosecha,**

#### Resumen

The postharvest management of cochineal insects *Dactylopius coccus* Costa, it is known like one of the most important processes within cochineal insect's production system, because it is necessary to maintain the higher percentage of carminic acid that the insect acquired during its development on the cactus. In this project, the principal objective was to compare the influence between three sacrifice methods and two ways of drying in the content of carminic acid, it was used the next methodology: three methods of sacrifice were selected (freezer, suffocation and hot water); and the two drying technics were, let the insect exposed to the sun and under the shadow. When then cochineal insects were dried, the content of carminic acid was measured in the laboratory by a spectrophotometric method. As a result, it was observed that, of the three sacrifice methods, that of suffocation (17.47% ± 0.5) and that of freezing (17.36% ± 0.5), obtained the highest content of carminic acid, and with respect to the drying technique, the Grana dehydrated in the sun had a higher value of carminic acid (17.05% ± 0.5), compared to that found in shade (16.89%.% ± 0.5).

**Cochineal, Insect, Postharvest**

**Citación:** FRANCO-FRÍAS, Frida, ARROYO-FIGUEROA, Gabriela, DOMÍNGUEZ-HERNÁNDEZ, Martha Elena y MEDINA-SAAVEDRA, Tarsicio. Evaluación del contenido de ácido carmínico con respecto al sacrificio y secado de *Dactylopius coccus* Costa en Nopaltepec, Estado de México. Revista de Invención Técnica 2019. 3-9:9-14

\*Correspondencia al Autor (Correo Electrónico: g.arroyo@ugto.mx)

† Investigador contribuyendo como primer autor.

## Introducción

El ácido carmínico es un compuesto químico natural que da como resultado un colorante rojo con una capacidad tintórea de excelente calidad; se ha utilizado desde la época prehispánica para teñir diferentes objetos e incluso personas. En la actualidad, se utiliza para dar color a diversos alimentos, fármacos, cosméticos y otros productos como dulces, goma de mascar, gelatinas, mermeladas entre muchos otros que requieren tonos rojos o naranjas (Mamani & Huamani, 2015).

Debido a la amplia gama de utilización del colorante producido por la grana cochinilla (*Dactylopius coccus* Costa), los sistemas productivos del insecto se enfocan en tener mayor cantidad de insecto por cladodio y en que éstos tengan un mayor contenido de ácido carmínico. Existen diversos factores que intervienen en el contenido final del colorante entre ellos la temperatura, la época del año, la calidad del pie de cría, la variedad de nopal y el sistema productivo utilizado (Aldama *et al.*, 2003). Para disminuir el impacto que tienen estos factores en la producción de la grana cochinilla es necesario proporcionar al insecto las condiciones favorables para su desarrollo, ya que el poder colorante se mide por la concentración de ácido carmínico y el precio pagado es directamente proporcional al porcentaje de ácido carmínico (Díaz & Ávila, 2002).

El manejo poscosecha es el proceso productivo que inicia una vez cosechada la cochinilla (Centeno, 2003), algunos productores lo consideran el más importante porque en este proceso se puede conservar el colorante obtenido durante el ciclo productivo o perderlo si no se practican los métodos adecuados.

El presente trabajo se desarrolló para evaluar el impacto que tienen diferentes manejos poscosecha sobre la calidad del insecto, con el fin de determinar cuál de ellos afecta positivamente el contenido de ácido carmínico. Se evaluaron tres métodos de sacrificio utilizados en sistemas de producción comercial; selección del método puede ser por su bajo costo de implementación o por su efectividad; por ejemplo, la muerte de la cochinilla en agua caliente se considera un método de bajo costo, pero favorece la dilución del colorante en el agua generando pérdidas.

En el sacrificio en el congelador la grana es sometida a temperaturas de 0° C, y en la muerte por asfixia se utiliza hexano que paulatinamente va matando al insecto (Centeno, 2003). Respecto a los métodos para deshidratación de la grana cochinilla se evaluaron el secado al sol y el secado a la sombra, ya que son los métodos más utilizados para obtener el porcentaje de humedad que exige el mercado, que debe ser de entre 10% y 12 % (Mamani & Huamani, 2015). El estudio del manejo post cosecha de la grana cochinilla se justifica por la escasez de información sobre el proceso, lo que repercute directamente sobre la calidad final del insecto muerto a comercializar.

El proyecto se trabajó con productores de la Microempresa “Grana Cocinilla Nopaltepec”, teniendo como soporte de la investigación su experiencia laboral de más de quince años. La selección de los métodos de secado y sacrificio a evaluar se realizó mediante un proceso participativo con los productores cooperantes. Es importante mencionar que, a pesar de que los productores tenían conocimiento empírico sobre los resultados, no cuentan con sustento teórico o experimental que respalde la toma de decisiones. Por ello fue indispensable la colaboración académica de expertos con el fin de sustentar la selección de los métodos.

Tovar (2000), menciona que el proceso de sacrificio debe ser rápido para acelerar el secado y perder la menor cantidad de carmín. Existen diferentes métodos de sacrificio que van desde zarandear la grana en harneros hasta lograr su muerte, hasta otros que utilizan insumos como electricidad o compuestos químicos, como el hexano que tiene como objetivo asfixiar al insecto. Algunos autores no recomiendan este método por el grado de impurezas y toxicidad que generan en la grana (Mamani & Huamani, 2015), mientras que otros mencionan la ventaja de utilizar hexano ya que puede ser recuperado y eliminado de las granas durante su secado (Centeno, 2003). La sensibilidad de la grana cochinilla a los cambios drásticos de temperatura se utiliza como una herramienta para sacrificarla, siendo dos los métodos por excelencia, sacrificio en congelador cuya ventaja es que no se pierde colorante por dilución en el agua; y el sacrificio en agua caliente que se usa comúnmente por su bajo costo, sin embargo, puede ocasionar la dilución del colorante (Tovar, 2000; Ortíz, 2010).

Una vez que el cambio de temperatura y la asfixia de la grana cochinilla den como resultado un insecto muerto, este se debe dejar secar hasta obtener de un 10 a un 12 % de humedad, que es el umbral que demanda el mercado. El secado al sol directo requiere de un área que esté libre en la que la grana se pueda ensuciar lo menos posible, se coloca al insecto sobre un harnero para permitir que el sol y el viento deshidraten al insecto y no se generen patógenos (López, 2005). En el caso del secado en la sombra se coloca la cochinilla también en un área despejada, pero bajo un techo que la proteja de las condiciones exteriores, sobre un harnero que permita la circulación del viento (López, 2005).

El objetivo de la investigación fue comparar la influencia de tres métodos de sacrificio y dos de secado del insecto *Dactylopius coccus* Costa en el contenido de ácido carmínico.

### Metodología

El experimento se estableció en las instalaciones de la microempresa Grana Cochinilla Nopaltepec, ubicada en 19°46'34.2" de latitud norte, a los 98°42'53.9" de longitud oeste del Meridiano de Greenwich, a una altura de 2,400 msnm. Se utilizó un experimento factorial 2x3, considerando como factores el secado con dos niveles: sol y sombra y el método de sacrificio con tres niveles: agua caliente, asfixia y congelador. Generando seis tratamientos con tres repeticiones.

Para obtener la cochinilla se cosecharon pencas de nopal infestadas del insecto en estado de oviposición, ya que es el momento en que tiene un mayor porcentaje de colorante (Mamani & Huamani; 2015). El proceso de poscosecha se inició el día 6 de junio de 2019, la grana cosechada de las pencas del nopal se zarandeó en el cernidor para que perdiera la mayor cantidad de cera. Se cosecharon 181.08 g que se dividieron en partes iguales para realizar los tres sacrificios a evaluar, cada muestra tuvo un peso de 60.36 g.

El sacrificio se realizó con frío dejando la grana cochinilla recién cosechada por un lapso de dos horas en el congelador; el siguiente método fue por medio de asfixia con hexano, se colocó al insecto en una bolsa de plástico transparente con un algodón humedecido con hexano durante una hora aproximadamente; el último método de sacrificio fue por medio de agua caliente, en una parrilla eléctrica se calentó agua en una olla de aluminio, cuando el agua llegó al punto de ebullición se introdujo la grana cochinilla por dos minutos y se retiró con ayuda de una coladera.

Cuando se obtuvo la grana cochinilla muerta se procedió a secarla por cada método de secado, por lo que se las muestras se dividieron nuevamente en dos para secarlas bajo el sol directo y la sombra. La cochinilla se colocó en dos pequeños harneros de 50\*50 cm, separando cada tipo de sacrificio con hojas de papel dobladas para que no mezclaran entre sí las muestras. La muestra de secado al sol directo se expuso durante las horas luz, y mientras no llovía, en el patio de la empresa y en la noche se guardaba en el almacén. Las muestras de grana cochinilla secadas bajo la sombra se dejaron en el almacén, para que no fueran perturbadas. Después de siete días de iniciado el secado el día 13 de junio, la grana cochinilla expuesta al sol directo se recogió para ser analizada en el laboratorio de la empresa; debido a las condiciones ambientales del almacén, donde se encontraba la grana cochinilla seca bajo sombra, a pesar de que no cambiaban drásticamente la temperatura y la humedad en comparación con el exterior, éstas si tuvieron un impacto sobre el tiempo que tardó el insecto en secarse, durando doce días desde el sacrificio (18 de junio de 2019), teniendo cinco días de diferencia con el secado al sol.

Después de coleccionar la grana ya seca se tomó una pequeña cantidad para analizarse en el laboratorio de la empresa, las primeras muestras fueron las del sol directo, con cada una de ellas se llevó a cabo el siguiente procedimiento así también con las de sombra una vez que alcanzaron la humedad adecuada. En un mortero se colocó aproximadamente un gramo de grana cochinilla seca; se molió hasta obtener unas partículas muy finas de 0.42 mm de tamaño.

Posteriormente dentro de tres tubos de ensaye se vertieron 0.025 g de grana molida; antes de moler la grana se calentó agua en una parrilla eléctrica hasta alcanzar el punto de ebullición y así mantenerlo; cuando el agua ya estaba hirviendo se agregaron 7.5 ml de ácido clorhídrico a los tubos de ensaye que contenían la grana molida, estos se dejaron en el agua hirviendo por media hora; en matraces aforados de 250 ml se colocaron embudos con papel filtro sostenidos por un soporte universal para verter ahí la muestra de los matraces y dejarla filtrar, se limpiaron bien los tubos de ensaye con agua desionizada que se vertía en el papel filtro de cada matraz correspondientemente, no se dejó secar los papeles filtro por lo que continuamente se vertía agua desionizada hasta alcanzar los 250 ml del matraz aforado; a continuación se agitó el matraz para después tomar 25 ml de la solución con una pipeta graduada, que se colocó en otro matraz aforado de 250 ml que posteriormente se volvió aforar con agua desionizada, se hizo una dilución de la solución para poder medir la absorbancia; con esta última solución se midió el contenido de ácido carmínico en un espectrofotómetro de la marca Thermo Spectronic serie Spectronic 20D+ con una longitud de onda de 494 nm; la lectura se realizó por triplicado. El contenido de ácido carmínico del experimento se analizó estadísticamente con Minitab 17<sup>®</sup>. Se utilizó un análisis de varianza y prueba de Tukey para los efectos principales e interacciones que resultaron significativas considerando un nivel de significancia  $\alpha=0.05$ .

## Resultados

Los pesos de las muestras y el porcentaje de materia seca se presentan en la Tabla 1.

M	Po(g)	Pf(g)	S	Pw(g)	P2(g)	MS (%)
1	60.36	61.87	S1	30.93	9.02	29.16
			S2	30.93	10.63	34.37
2	60.36	59.88	S1	29.94	10.14	33.87
			S2	29.94	8.98	29.99
3	60.36	64.35	S1	32.17	9.65	30
			S2	32.17	8.26	25.67
T	181.08					

M. Método de Sacrificio: 1. Asfixia, 2. Congelador, 3. Agua caliente

S. Secado: S1=Sol, S2= sombra

Po. Peso inicial antes del sacrificio

Pf. Peso después del Sacrificio

Pw. Peso antes del secado

P2. Peso después del secado

MS: porcentaje de materia seca

**Tabla 1** Peso fresco y peso seco de cada muestra

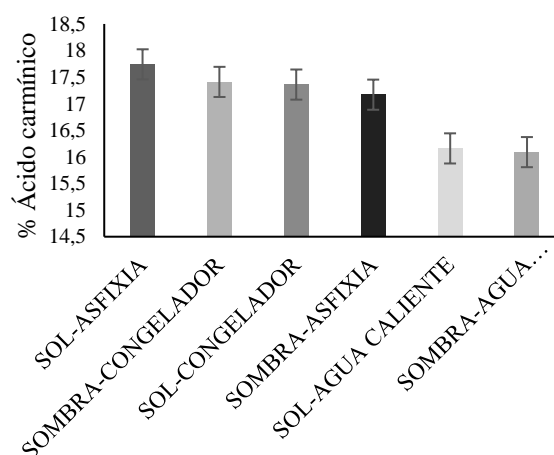
Fuente: Elaboración propia

El peso que tuvo cada muestra se fue modificando de acuerdo con el método de sacrificio y posteriormente por el método de secado. El método de sacrificio que conservó más peso desde que fue cosechado de la penca fue el de asfixia, seguido del sacrificio en congelador y por último el de secado en agua caliente. Respecto a la interacción de los factores (sacrificio y secado) no se comportaron de manera homogénea en relación con los tres sacrificios, porque la muestra sacrificada por asfixia y secada al sol tuvo menor peso seco que la muestra secada bajo la sombra; pero las muestras sacrificadas en congelador y agua caliente si fueron semejantes, ya que las muestras secadas al sol tuvieron mayor peso seco en comparación con las de sombra.

Las diferencias para el porcentaje de ácido carmínico son generadas por el método de sacrificio ( $P < 0.05$ ), el secado ( $P = 0.223$ ) y la interacción sacrificio por secado ( $P = 0.26$ ) no generan diferencias.

Existen diferencias entre el método de sacrificio con agua caliente (grupo b) y los otros métodos evaluados (grupo a), el porcentaje de ácido carmínico disminuye en promedio 1.3 %. El método que genera el mayor contenido de ácido carmínico es el sacrificio por asfixia con secado al sol (17.74 %), el valor más bajo lo genera el sacrificio con agua caliente a la sombra (16.09%)

El método de secado al sol tuvo mayor contenido de ácido carmínico en los métodos de sacrificio por asfixia y agua caliente, mientras que en sacrificio en congelador el secado bajo sombra fue más efectivo.



**Gráfico 1** Porcentaje promedio de ácido carmínico por tratamiento

Fuente: Elaboración propia

## Discusión de Resultados

Los dos métodos de sacrificio que obtuvieron mayor peso seco y contenido de materia seca al final del proyecto fueron asfixia y congelador, se infiere que fue porque en ninguno de estos métodos se diluyó el ácido carmínico, como sucedió en el método de agua caliente. Respecto al menor peso que tuvo la muestra de sacrificio por asfixia y secado al sol, se considera que se debió por el movimiento que se tuvo de la grana cochinilla al momento del experimento ya que se secaba al sol y se guardaba diariamente, lo divergente es que no ocurrió lo mismo con la grana sacrificada en congelador.

El comportamiento de los sacrificios por asfixia y congelador es similar por lo que la implementación de cualquiera de los dos métodos resultaría indistinta en un sistema comercial. El sacrificio por agua caliente se rechaza ya que, a pesar de su bajo costo de implementación y su eficacia en la muerte del insecto, no es eficiente si deseamos obtener grana cochinilla de mejor calidad, que conserve el mayor porcentaje de ácido carmínico que se produjo durante su desarrollo en la penca.

Durante el sacrificio en congelador se observó que en la charola se quedaron muertas algunas ninfas, lo que se piensa se debió a que mientras la grana se estaba muriendo por una baja de temperatura está quiso conservar la especie ovopositando sus ninfas por lo que el sacrificio tuvo un poco menos de ácido carmínico en comparación con el de asfixia.

Los resultados obtenidos en el trabajo se asimilan a los obtenidos por López (2005), evaluando cuatro tratamientos de secado; al sol, a temperatura ambiente laboratorio, en obscuridad y en estufa a 38°C. Considerando el secado al sol y temperatura ambiente laboratorio ambos tuvieron un contenido de ácido carmínico semejante.

Aunque el análisis estadístico no mostró significancia respecto al tipo de secado, se puede observar que el secado al sol tuvo mayor contenido de ácido carmínico en dos métodos de sacrificio, por asfixia y agua caliente.

El método por asfixia tuvo un mayor contenido de ácido carmínico, se infiere que fue porque el hexano pudo ser liberado fácilmente, además de que en este sacrificio no se diluyó el ácido carmínico como en el agua caliente y la muerte fue más rápida en comparación con el sacrificio en congelador.

En comparación con lo obtenido por Lobo et al (2003) los resultados fueron totalmente opuestos, ya que en dicha investigación ninguno de los métodos de sacrificio significó una mejora en la calidad del producto final, y se obtuvo una mayor significancia en la forma de secado, siendo el microondas el método que dio como resultado una deshidratación aceptable del producto según las normas legales para la comercialización de la cochinilla. Mientras que en el presente trabajo los métodos de sacrificio fueron los que mostraron diferencia en cuanto al contenido de ácido carmínico, y el secado al sol y bajo sombra no tuvieron diferencia significativa con base en el análisis estadístico.

## Conclusiones

Los resultados obtenidos en este trabajo pueden constituir una herramienta útil para la toma de decisiones que realiza el productor al implementar métodos de sacrificio y secado para obtener grana cochinilla de calidad.

Durante la investigación previa para establecer el presente trabajo se determinó que el método de sacrificio por congelador generaba un mayor contenido de ácido carmínico ya que la grana no está en contacto con ningún otro compuesto o sustancia, sin embargo, al concluir la parte experimental y analizar los resultados se determinó que la asfixia dio resultados similares.

Respecto al secado, se consideró que el método bajo la sombra tendría más colorante; lo cual solamente se cumplió con la muestra sacrificada en congelador y comparando todas las muestras no hubo diferencia en el secado al sol y bajo la sombra. Se puede concluir que cualquiera de los dos son métodos buenos para conservar el porcentaje de ácido carmínico y que la elección de cual usar dependerá del productor y las condiciones ambientales que se presentan en las diferentes regiones donde se produce grana cochinilla.

## Referencias

Aldama, C., Llanderal, C. (2003) Grana Cochinilla: Comparación de métodos de producción en peca cortada. México: Colegio de Postgraduados, Especialidades en Entomología y Acarología.

Centeno, M. (2003) Extracción, estabilización y evaluaciones analíticas del carmín. México. Instituto Politécnico Nacional.

Diaz J, A., Avila L. M. (2002). Sondeo del mercado mundial de Cochinilla (*Coccus cacti*). Colombia: Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt.

Lobo R., G.; M. González G.; A. Carnero H. y S. de J. Méndez G. 2003. Evaluación de diversos métodos de sacrificio y secado de la cochinilla *Dactylopius coccus* Costa (Hemiptera: Dactylopiidae). En: G. Esparza F.; M. A. Salas L.; J. Mena C. y R.O. Valdez Z. (Eds.). Memoria del IX Congreso Nacional y VII Congreso Internacional. Conocimiento y aprovechamiento del Nopal. Zacatecas, Zac., México.

López, M. (2005). Relación entre métodos de secado de cochinilla silvestre (*Dactylopius sp*) y el rendimiento de ácido carmínico. México. Universidad de Guadalajara.

Mamani, G., Huamani, I. (2015). Evaluación comparativa de los métodos Thorpe y Francés para la obtención de carmín a partir de la cochinilla (*Dactylopius Coccus Costa*) en el Distrito de la Joya. Perú: Universidad Nacional de San Agustín, Facultad de Ingeniería de Procesos, Escuela profesional de Ingeniería química.

Ortiz, M. (2010). Historia e histografía de la grana cochinilla (*Dactylopius coccus*) como recurso natural en el México virreinal. México: Universidad Nacional Autónoma de México.

Tovar, A. (2000). Producción de grana cochinilla del nopal *Dactylopius coccus* Costa (Homoptera: Dactylopiidae) en dos localidades del sur del estado de Nuevo León. México. Universidad Autónoma de Nuevo León.