

## CONTROL DE CALIDAD EN LA PRODUCCIÓN DE GRANA COCHINILLA

Ana Karen Alejo Carmona (1), Gabriela Arroyo Figueroa (2), Antonio Alfaro Arrieta (3)

1 [Licenciatura en Ingeniería Agroindustrial, Universidad de Guanajuato] | Dirección de correo electrónico: [neraker195@hotmail.com]

2 [Depto. de Ingeniería Agroindustrial, División de Ciencias de la Salud e Ingenierías, Campus Celaya Salvatierra, Universidad de Guanajuato] | Dirección de correo electrónico: [gabiaf@yahoo.com.mx]

3 [Mujeres Exitosas de San José de Pintores S.P.R de R.L.] | Dirección de correo electrónico: [aaa690808@hotmail.com]

### Resumen

El insecto *Dactylopius coccus Costa*, comúnmente conocido como grana cochinilla, es originario de México, y habita en el nopal. Es una especie de interés por su capacidad para producir un colorante natural cuyo componente principal es el ácido carmínico, por lo que la presencia de este ácido en el insecto es un indicador de la calidad de la producción. Actualmente la determinación de este ácido involucra pruebas de laboratorio con equipo sofisticado de difícil acceso a los productores rurales, por lo que se buscan métodos más simples y económicos para la evaluación de calidad de la grana cochinilla. El trabajo actual evaluó el empleo de gráficas de ácido carmínico en función de propiedades como pH, conductividad eléctrica y color de disoluciones de grana cochinilla, usando para ello la caracterización de disoluciones de distintos lotes de grana producida por la empresa "Mujeres Exitosas de San José de Pintores", los resultados obtenidos permiten analizar el comportamiento variable de las propiedades de las disoluciones de ácido carmínico fundamentado en la composición química del insecto que es inconstante, según los procesos de producción y postproducción de la grana cochinilla y requieren de ajustes posteriores para comprobar el posible empleo de las gráficas evaluadas.

### Abstract

The *Dactylopius coccus Costa*, commonly known as cochineal, is a native insect of Mexico, who lives in the cactus. It is a species of interest for their ability to produce a natural colorant whose main component is carminic acid, so that the presence of this acid in the insect is an indicator of the quality of production. Currently the determination of the acid involves sophisticated laboratory equipment with difficult access to rural producers, so more simple and inexpensive for the quality assessment of the cochineal methods are sought. The current study evaluated the use of graphic carminic acid properties as a function of pH, electrical conductivity and color solutions of cochineal, using for this characterization of solutions from different lots of scarlet produced by the company "Winning Women San Jose Painters", the results allow to analyze the changing behavior of properties of solutions of carmine acid based on the chemical composition of the insect that is unstable, according to the processes of production and postproduction of cochineal and require further adjustments to check the possible use of the graphic evaluated.

### Palabras Clave

Grana cochinilla; Ácido carmínico; conductividad eléctrica; pH; color;

## INTRODUCCIÓN

El *Dactylopius coccus* Costa, también conocido como grana cochinilla, cochinilla del carmín o nocheztli (Imagen 1), es un insecto originario de México y de los países andinos como Ecuador, Perú y Bolivia, que vive en los cladodios del nopal [1]. Esta especie es de interés por su capacidad para producir un colorante natural que muestra una amplia gama de colores, que va desde el anaranjado y rojo en medio ácido hasta violeta en medio básico. El componente principal del colorante natural obtenido de la grana cochinilla es el ácido carmínico (Ac), utilizado por la industria de alimentos, textiles, cosméticos y farmacéutica. El ácido carmínico se comercializa en forma de polvo rojo, oscuro y brillante, soluble en agua o en alcohol y en soluciones alcalinas, resistente al calor y a la oxidación química en comparación con los colorantes sintéticos, posee poder colorante estable, y resulta inofensivo al contacto prolongado con la piel y el consumo humano. Como colorante, el carmín de cochinilla se encuentra permitido por la mayoría de las legislaciones alimentarias en diversos países; por ejemplo, la *Food and Drug Administration* (FDA) de Estados Unidos de América; La Unión Europea que le ha otorgado el número de identificación E-120 y también está incluido en el listado del Comité Mixto FAO/OMS de Expertos en Aditivos Alimentarios (JECFA) [2]. Este pigmento es una interesante alternativa como colorante rojo natural a los colorantes sintéticos. El porcentaje del ácido carmínico contenido en la grana cochinilla, es un factor importante para catalogar su calidad, por lo que es de gran utilidad determinar este parámetro mediante técnicas sencillas y rentables que sustituyan a los métodos actuales realizados en laboratorios especializados con equipos tecnológicos que implican fuertes inversiones económicas; sin sacrificar la asertividad en los resultados a fin de tener determinaciones y en su caso monitoreos efectivos de calidad en la producción de grana carmín. Entre los factores que influyen sobre el rendimiento y calidad en la producción del insecto se pueden mencionar el estado nutricional de la planta, factores abióticos

como los vientos, insolación, humedad y temperatura; además de factores bióticos que incluyen a otros insectos, aves, pequeños roedores y mamíferos. Según la descripción realizada por Montiel (1997), la presencia de ácido carmínico en el cuerpo de la grana cochinilla fina (*D. coccus*) varía según su etapa de vida y desarrollo, siendo constante la ausencia en sus estructuras de ovarios y folículos, en el tracto digestivo y en los músculos, lo anterior justifica diferencias encontradas entre peso y calidad de los ejemplares de grana cochinilla [3].



IMAGEN 1: *Dactylopius coccus* Costa o grana cochinilla hospedada en el nopal.

El porcentaje de ácido carmínico en la grana cochinilla oscila entre el 19% y el 25 %, contiene además entre 6 y 10% de ceras, de 10 a 20% de agua, entre 15 y 30% de sustancias nitrogenadas y un máximo de 5% de cenizas [1]. Respecto al contenido de Ac se considera bueno un valor superior al 22 por ciento [2]. El Ac ó ácido 7-β-D-glucopiranosil-3,5,6,8-tetrahidroxi-1-metil-9,10-dioxoantraceno-2-carboxílico, es un polvo rojo brillante soluble en agua, alcohol y soluciones alcalinas, insoluble en éter de petróleo, benceno y cloroformo, cuya fórmula química es  $C_{22}H_{20}O_{13}$  y su peso molecular es de 492 g/mol, se funde a 136°C, se descompone a 120°C, presentando resistencia al calor y la oxidación química y es sensible a las variaciones de pH. Un método comúnmente empleado para la determinación de ácido carmínico en sustancias acuosas es el espectrofotométrico, este se usa para la identificación analítica de ciertas sustancias, mediante el espectro emitido o absorbido por las mismas [1]. Por otro lado se han venido realizando investigaciones para encontrar otros métodos en la determinación de ácido carmínico, como es el

de polarografía que consiste en la medida voltamperométrica de disoluciones de ácido. También es conocido que en el caso de medidas en soluciones acuosas, el valor de la conductividad es directamente proporcional a la concentración de sólidos disueltos [4]. En base a estos antecedentes y en búsqueda de métodos prácticos para el control de calidad de la grana cochinilla, se continuó con los trabajos de evaluación del funcionamiento de gráficos de comparación entre el contenido de ácido carmínico y propiedades de color, conductividad eléctrica y contenido de iones hidrogeno en disoluciones de ácido carmínico y grana cochinilla y su viabilidad para ser empleadas por productores de grana, específicamente por la empresa Mujeres Exitosas de San José de Pintores S.P.R de R. L. ; para determinar ácido carmínico contenido en su producto, sin la necesidad de depender de equipos y espacios especializados y de costos altos que dificulten su adquisición por parte de la empresa productora.

Para dicha evaluación se emplearon diferentes lotes de grana cochinilla de la empresa Mujeres Exitosas que fueron sometidos a extracción de ácido carmínico mediante el método Marmión (1984), y a los cuales se les realizó determinación de conductividad eléctrica, pH y de parámetros de color. Los resultados obtenidos se compararon con los gráficos de concentración de ácido carmínico para concluir sobre la efectividad de dichas gráficas, obteniendo resultados negativos para el uso de las mismas, sin embargo solo se rechaza una posibilidad de relación con tendencia lineal, y se visualiza la alternativa otro tipo de ajuste de las gráficas tomando en cuenta las observaciones discutidas en los resultados.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Se busca comprobar o rechazar el uso de las gráficas de comparación de concentración de ácido carmínico en función de conductividad eléctrica, pH y los parámetros del color L, a y b, obtenidas como resultado de la 5ta edición del Verano de Investigación Científica en Empresas y Dependencias Gubernamentales (Imagen 2-4);

para lo cual se retoman dichas gráficas y los trabajos involucrados.

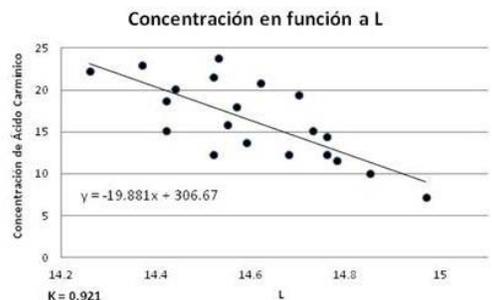
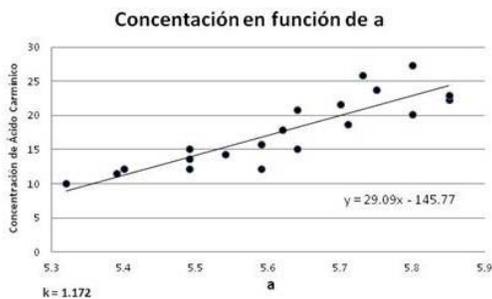
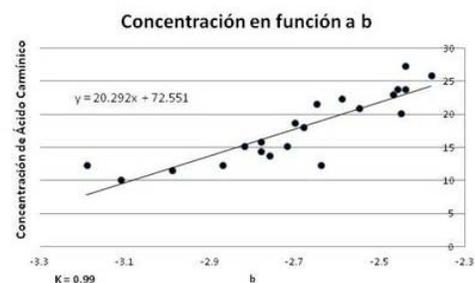
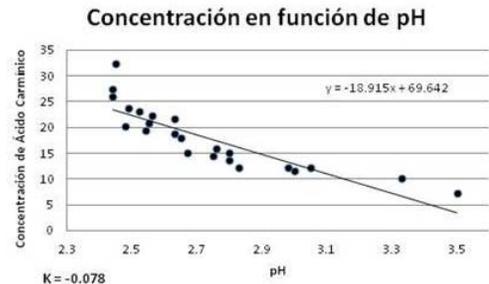
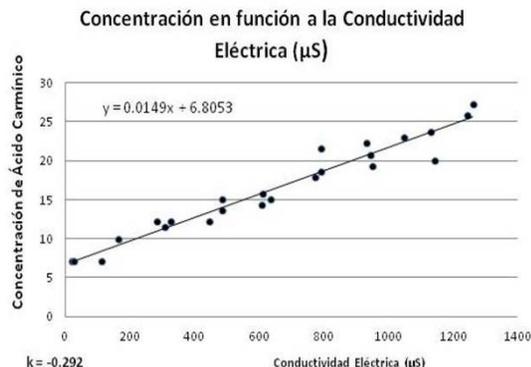


IMAGEN 3: Gráfica de concentración de ácido carmínico en función de los parámetros a y L del color en disoluciones de ácido carmínico.



**IMAGEN 3:** Gráfica para determinación de ácido carmínico en función de la medida del pH, y el parámetro b del color en disoluciones de ácido carmínico.

Para esta evaluación se compararon las propiedades características de disoluciones de lotes diferentes de grana cochinilla de la empresa asociada a la investigación, tratados previamente. A partir de cinco diferentes lotes de grana cochinilla de la empresa Mujeres exitosas y una muestra de grana cochinilla estándar comercial, se tomaron muestras que fueron tamizadas, molidas y sometidas al método Marmión (1984) para la extracción de ácido carmínico. La metodología de Marmión (1984) consiste en someter una muestra de la sustancia de interés en disolución con HCl 2N, a la presencia de calor húmedo durante 30 minutos, posterior a ello, se afora el resultado con agua destilada y se filtra, obteniendo para este caso una disolución del ácido carmínico, ácido clorhídrico, agua y otras sustancias que integran el cuerpo del insecto, en replicas triples para cada lote diferente. Posteriormente se determinó el valor de su absorbancia a través de un espectrofotómetro (UNICO, Mod. 1000), conductividad eléctrica y pH empleando un potenciómetro portátil HANNA HI 98129, y los parámetros  $L^*$ ,  $a^*$  y  $b^*$  del color en la escala CIE-Lab utilizando para ello un colorímetro CR-400 HEAD. Los datos obtenidos se compararon con los resultados arrojados por las gráficas evaluadas y se analizó su relación para valorar la utilidad de las gráficas. Por último se analizó y discutió el comportamiento de los resultados reportados en las Tablas 1 y 2.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Tras realizar la evaluación de los resultados de la caracterización de las disoluciones de grana cochinilla y comparar sus propiedades con los gráficos de determinación de concentración de ácido carmínico, se tiene una relación no correspondiente entre las determinaciones de ácido. La tabla 1 permite observar más claramente la causa de la carencia de utilidad de las gráficas para determinar Ac en muestras de grana, ya que existe una falta de comportamiento proporcional directo entre los valores de concentración de ácido carmínico ( $[ ]$  Ac) determinados a partir de la absorbancia (Abs) de la disolución y los correspondientes valores de conductividad eléctrica (CE). De igual forma para el pH, los rangos de concentración de ácido basados en la absorbancia no muestran correspondencia directa con el comportamiento de los rangos de pH de las disoluciones; por lo cual se rechaza la oportunidad de ajustar la relación entre ácido carmínico y pH o conductividad eléctrica a un método gráfico lineal, como el de las gráficas propuestas y evaluadas.

**Tabla 1:** Valores promedio y desviaciones estándar de las propiedades pH y conductividad eléctrica de las disoluciones de grana cochinilla

Muestra	Propiedades evaluadas en las disoluciones			
	Abs	[ ] AC (abs)	CE ( $\mu$ S)	pH
S	0.327 $\pm 0.011$	23.021 $\pm 0.831$	7224 $\pm 72.856$	1.693 $\pm 0.011$
A1	0.263 $\pm 0.035$	17.625 $\pm 1.526$	7197 $\pm 66.468$	1.663 $\pm 0.005$
A2	0.293 $\pm 0.015$	21.103 $\pm 1.099$	7093.333 $\pm 43.00$	1.587 $\pm 0.064$
A3	0.33 $\pm 0.01$	23.741 $\pm 0.719$	7001 $\pm 18.384$	1.54 $\pm 0.017$
A4	0.28 $\pm 0.03$	21.82 $\pm 1.526$	6962.666 $\pm 93.512$	1.57 $\pm 0$
A5	0.303 $\pm 0.011$	21.822 $\pm 0.830$	64.80 $\pm 0$	1.62 $\pm 0.02$

De forma similar los resultados de la comparación entre los valores de los parámetros del color ( $L^*$ ,

a\* y b\*) de las disoluciones de grana y los determinados a partir de disoluciones de ácido carmínico reactivo puro, tampoco cumplen con una variación proporcional lineal entre ellos, que pudiera fundamentar el uso de las gráficas de concentración de ácido carmínico en función de cada una de los parámetros de color de las disoluciones de grana cochinilla, mostradas en las imágenes 2 y 3.

Tabla 2: Valores promedio y desviaciones estándar de los valores de los parámetros del color de las disoluciones de grana cochinilla

Muestra	Propiedades evaluadas en las disoluciones			
	[ ] AC (abs)	L*	a*	b*
S	23.021 ±0.831	13.21 ± 0.02	6.093 ± 0.275	-2.06 ±0.08
A1	17.625 ±1.526	13.85 ±0.28	5.817 ±0.220	-2.306 ± 0.032
A2	21.103 ±1.099	14.00 ±0.169	5.677 ±0.095	-2.37 ±0.085
A3	23.741 ±0.719	13.91 ±0.3	5.933 ± 0.215	-2.30 ± 0.023
A4	21.82 ±1.526	13.727± 0.188	5.963 ±0.127	-2.316 ±0.037
A5	21.822 ±0.830	13.866 ±0.116	5.893 ± 0.047	-2.183 ± 0.068

De forma general se justifica la variación en todas las mediciones y comparaciones de evaluación y determinación de concentración de ácido carmínico en las disoluciones de grana, debido al margen de error que trae consigo el hecho de que la grana se somete directamente al método de extracción sin un proceso de separación de ácido carmínico del resto de sustancias que se incluyen en su composición, descrita por Montiel (1997), que varía según la etapa de desarrollo del insecto y el manejo de postproducción [3]; por lo que puede incluir ceras, sustancias nitrogenadas y cenizas que afectan la cuantificación de ácido limitando las gráficas y las propiedades color,

ácido carmínico y pH a un mero control cualitativo de la concentración de ácido carmínico para el caso de la grana cochinilla y de otros ácidos en casos estudiados como leche [5] y muestras de suelo[6] donde el crecimiento proporcional entre la conductividad eléctrica y el pH varían a la par que el contenido de sustancias ácidas.

## CONCLUSIONES

En conclusión al objetivo perseguido con este trabajo de investigación se rechaza el empleo de las gráficas de comparación de ácido carmínico en función de propiedades de color, pH y conductividad eléctrica de disoluciones de grana cochinilla, por presentar errores en la determinación final de la muestra, debido a la composición natural propia de la grana cochinilla y sus prácticas de producción, que involucran en las disoluciones la presencia de compuestos ajenos al ácido carmínico, base de la investigación.

## REFERENCIAS

- [1] Ortega C. C. (2011). Comparación del rendimiento del ácido carmínico entre dos procesos de deshidratación de la cochinilla de tunas cultivadas en guano. Tesis de grado, Universidad Politécnica de Chimborazo, Riobamba, Ecuador.
- [2] Sáenz C. (2006). Producción industrial de productos no alimentarios. Utilización agroindustrial del nopal. (pp. 99-112). Roma.FAO.
- [3] Tovar P. A. (2000). Producción de grana cochinilla del nopal *Dactylopius coccus* Costa (Homoptera: Dactylopiidae) en dos localidades del sur del estado de Nuevo León. Tesis de maestría, Universidad Autónoma de Nuevo León, Linares, Nuevo León México.
- [4] InfoAgro (2014). La conductividad eléctrica. Recuperado el 29, mayo 2014. [http://www.infoagro.com/instrumentos\\_medida/doc\\_conductividad\\_el\\_electrica.asp?k=53](http://www.infoagro.com/instrumentos_medida/doc_conductividad_el_electrica.asp?k=53)
- [5] Capero, O.; Camacho, C., Castillo J., Salado J..(2005) Conductividad Eléctrica y California Mastitis Test en la detección de la Mastitis Subclinalas. REDVET Revista Electrónica de Veterinaria. Vol. VI, núm. 3.1695-7504
- [6] Romero, M.P.; Santamaría, D. M.; Zafra, C.A. (2009). BIOINGENIERÍA Y SUELO: ABUNDANCIA MICROBIOLÓGICA, pH Y CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA BAJO TRES ESTADOS DE EROSIÓN. Umbral Científico, núm. 15. Pp67-74 1692-3375