

## Teñido con grana cochinilla: Solidez del color y expectativas de aplicación

Gabriela Arroyo Figueroa<sup>1</sup>, María G. Casimiro Rodríguez<sup>1</sup>, Patricia Rafael Martínez<sup>1</sup>, Nallely J. Hernández Carrillo<sup>1</sup>, Yessica G. Leal Sánchez<sup>1</sup>, Fátima Montalvo García<sup>1</sup>  
<sup>1</sup>Universidad de Guanajuato

### Resumen

La grana cochinilla es un insecto que vive en la superficie del nopal, se considera la materia prima principal para la extracción de un colorante que está compuesto por ácido carmínico. El objetivo del trabajo fue realizar un análisis estadístico de los resultados obtenidos en las pruebas de solidez en el teñido de fibras naturales (algodón y lana), con el extracto hidrosoluble de la grana cochinilla. Así como la realización de encuestas que permitieron determinar las expectativas en la aplicación de fibras teñidas dentro del área textil. La metodología se llevó a cabo en dos etapas, en la primera, se realizó un análisis estadístico con el programa STATGRAPHICS Plus 5.1, de los tratamientos en las pruebas de solidez para las dos fibras naturales (algodón y lana). En la segunda etapa se evaluaron los resultados obtenidos de la encuesta, se utilizaron gráficas y tablas con el programa Microsoft Excel. Los resultados obtenidos de la primera etapa para algodón con el tratamiento alumbre y bicarbonato, en las pruebas de luz, frote y lavado no mostraron diferencia significativa por lo que son estadísticamente iguales, sin embargo, para solidez a temperatura y pH sí existen diferencias significativas. Los resultados en el teñido de lana con los tratamientos a distintas concentraciones (50, 75 y 100%) no presentaron diferencia significativa en solidez a temperatura y pH (ácido), en cambio con las demás pruebas de solidez, sucede lo contrario. En la segunda etapa, los resultados fueron: el 58% de los encuestados conocen algún tipo de colorante natural, el 79.62% mencionó que la ventaja principal es que se considera un producto totalmente natural. El 72% pagaría un precio justo, en un rango monetario de entre cien y setecientos pesos MN.

**Palabras clave:** *Dactylopius coccus* Costa; ácido carmínico; fibras naturales.

### Introducción

El *Dactylopius coccus* Costa, también conocido como grana cochinilla, cochinilla del carmín o nocheztli es un insecto originario de México, vive en la superficie del nopal (*Opuntia ficus-indica*) (Arroyo *et al.*, 2010; Arroyo *et al.*, 2019). Las hembras adultas preñadas se cosechan, se secan y son la materia prima para la extracción del colorante, su componente principal es el ácido carmínico (C<sub>22</sub>H<sub>20</sub>O<sub>13</sub>) correspondiente a un hidroxí-antraquinona y presenta una coloración púrpura o rojo brillante (Arroyo *et al.*, 2019, Hernández *et al.*, 2005). Es un colorante natural muy cotizado por sus múltiples usos en la tinción de fibras textiles, la industria de los alimentos cárnicos y lácteos, en productos farmacéuticos, cosméticos y para la elaboración de tinciones histológicas y bacteriológicas (Arroyo *et al.*, 2019).

La historia de la grana cochinilla comienza en la época precortesiana, se utilizaba para la escritura y dibujos en murales. Durante el periodo postclásico fue reconocido por utilizarlo en el teñido de textiles y cerámicas. En territorios mexicanos, durante y después de la guerra por la Independencia de México, se cultivó la grana (Arroyo *et al.*, 2019). En 1980, cuando se acumularon evidencias de que los colorantes artificiales producen daños a la salud, por lo que se generó una gran demanda de colorantes naturales (Arroyo *et al.*, 2019), actualmente prevalece la iniciativa de sustituir los colorantes artificiales por naturales.

Entre las principales fases del teñido se pueden mencionar; el lavado o descruce, se utiliza para eliminar las grasas, aceites, colorantes naturales y suciedad que pueda contener la tela; el mordentado, es un baño con sales minerales quienes están encargadas de realzar, intensificar o modificar el color de la fibra (Hurtado y Arroyo, 2016); y teñido, la aplicación de material colorante se realiza en baños con temperatura y presión de tal manera que el colorante sea afín al textil en presencia o no de agentes químicos auxiliares; el enjuague, se efectúa después del teñido para eliminar los agentes químicos que no han logrado impregnarse en la fibra, concluyendo así el proceso (Hurtado y Arroyo, 2016). Para lograr un buen teñido con colorantes naturales, depende mucho de la fibra que se desea teñir, por ejemplo, el tinte que se obtiene de la grana cochinilla tiene mayor afinidad hacia textiles de origen animal como la lana, sin embargo, también se puede teñir fibras de origen vegetal, aunque para esto se requiere mayor cantidad de colorante y un proceso de teñido más prolongado (López *et al.*, 2015).

Para medir el color de las fibras se puede utilizar un colorímetro, empleando la escala CIElab, es importante identificar la posición de las coordenadas ( $L^*$ ,  $L^*=0$  rendimientos negro y  $L^*=100$  indica blanca), entre rojo y verde ( $a^*$ , valores negativos indican verde mientras valores positivos indican rojo) y entre amarillo y azul ( $b^*$ , valores negativos indican azul y valores positivos indican amarillo) (López *et al*, 2015), esta información es esencial para poder realizar pruebas de solidez de color en textiles, para evaluar la calidad y durabilidad del teñido. Por lo que el presente proyecto consiste en realizar un análisis de los resultados obtenidos en el teñido de fibras naturales (algodón y lana), con el extracto hidrosoluble de la grana cochinilla en las pruebas de solidez. Así como la realización de encuestas que permitan determinar cuáles son las expectativas en la aplicación de las fibras teñidas dentro del área textil, debido a que en la actualidad existe una preocupación por el cuidado del medio ambiente, además de que hay un mayor interés en los productos bio-seguros y no tóxicos, lo cual ha provocado que hayan ganado popularidad los productos naturales, de entre ellos los colorantes de origen natural, las personas han tomado importancia a este tipo de productos puesto que afirman que su aplicación en este caso de la grana cochinilla como colorante natural en fibras textiles, conlleva a afirmar que se trata de la eficiencia positiva en su aplicación, naturalidad del producto, y sustentabilidad. Es necesario resaltar que presenta una amplia utilización como lo es en la industria alimentaria principalmente por su estabilidad a la luz y al calor, como consecuencia los colorantes naturales han adquirido una demanda especial en los mercados y se cotizan a precios cada día más elevados (Vigueras y Portillo, 2016).

## Metodología

### Etapa 1: Análisis Estadístico

A partir de una serie de datos del color del cambio de las coordenadas  $L^*$ ,  $a^*$  y  $b^*$ , antes y después de las pruebas de la solidez del color tales como: frote, alta temperatura, lavado, luz, pH ácido y básico. Se determino el error  $\Delta E$  a partir de la raíz cuadrada de la suma de los cuadrados de las diferencias en cada coordenada. las cuales fueron aplicadas a dos diferentes fibras naturales teñidas con grana cochinilla, con tres replicas para cada prueba. Una fue la fibra de algodón en tela a la que se le aplicaron dos tratamientos, uno de ellos usando como mordiente el alumbre y el otro usando el bicarbonato. Otra fibra natural empleada fue el hilo de lana con tres tratamientos de concentraciones distintas (50, 75 y 100%) de extracto hidrosoluble de la grana cochinilla. Con estos datos ya en Excel, se calculó el promedio de los cambios de cada coordenada y de  $\Delta E$ , así como su desviación estándar y se elaboró un análisis estadístico (ANOVA simple), para ello se utilizó el programa de statgraphics plus 5.1.

### Etapa 2: Encuestas

Se realizó una encuesta con una serie de preguntas referidas a la aplicación y uso de productos elaborados con fibras naturales teñidos con grana cochinilla. Las encuestas se aplicaron a 50 personas (20 hombres y 30 mujeres), con un rango de edad 20 a 70 años, localizados en 5 municipios del estado de Guanajuato (Acámbaro, Salvatierra, Celaya, Santiago de Maravatío y SMA), solo un encuestado de la CDMX, las encuestas fueron aplicadas durante el mes de julio del presente año. Para la recopilación de la información se creó un archivo Microsoft Excel, donde se vaciaron los resultados en las celdas del programa, para posteriormente realizar el análisis estadístico con ayuda de tablas y graficas. La encuesta incluyó 10 preguntas abiertas estratégicas, para analizar las expectativas que pueden tener las personas cuando se habla de productos teñidos con grana cochinilla.

## Resultados

### Etapa 1: Análisis Estadístico

En la tabla 1, se muestran los resultados estadísticos de las pruebas de solidez para los distintos tratamientos en algodón y lana. Los resultados obtenidos para el algodón con el tratamiento de mordiente (alumbre y bicarbonato) se puede observar que para el frote, lavado y luz (24, 48 y 72h) no existen diferencias significativas, lo que quiere decir es que pertenecen a un mismo grupo y los resultados son estadísticamente iguales.

Tabla 1. Tabla de resultados estadísticos de las pruebas de solidez

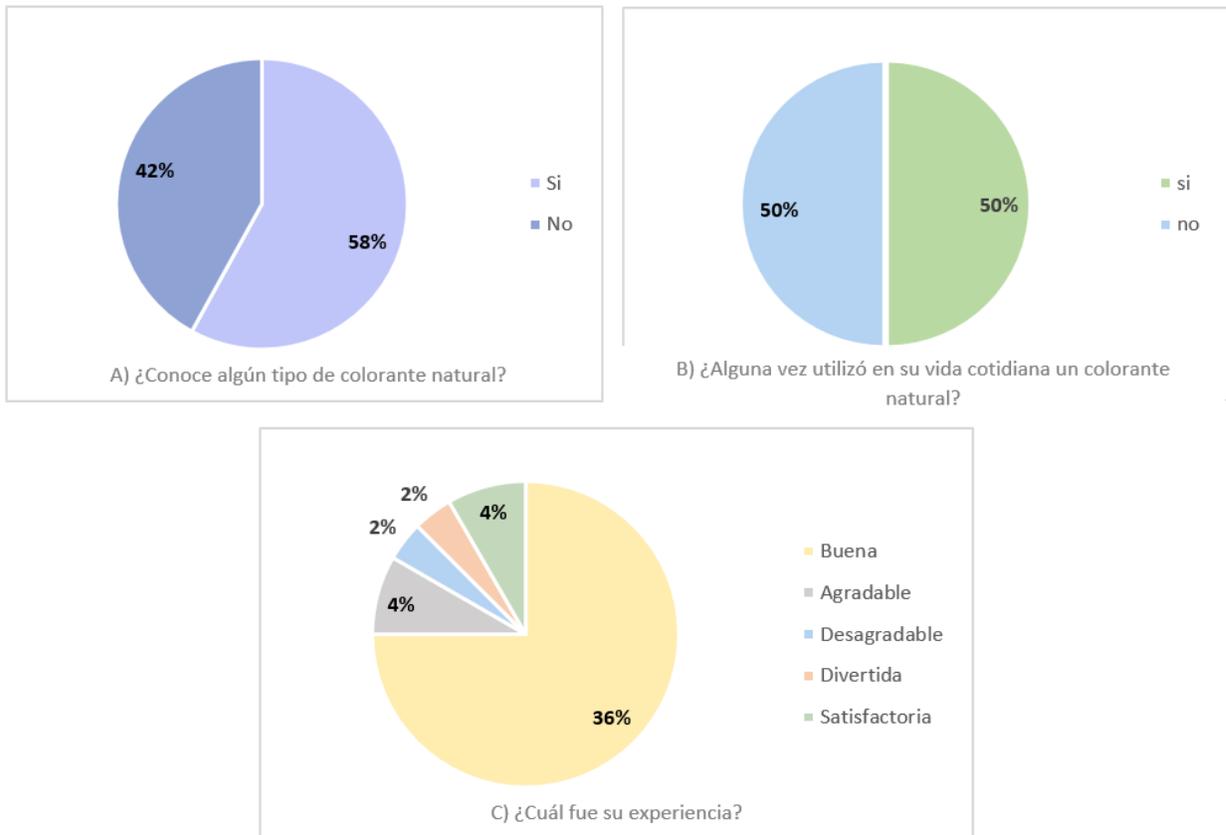
Fibra	Algodón		Lana				
	Tratamiento (Mordiente)		Tratamiento (Concentración)				
	Alumbre	Bicarbonato	50%	75%	100%		
$\Delta E$ promedio (pruebas de solidez)	Frote	1.01±0.41 <sup>a</sup>	1.92±0.10 <sup>a</sup>	5.31±2.71 <sup>b</sup>	8.96±1.40 <sup>b</sup>	9.47±1.92 <sup>b</sup>	
	Temperatura	30.01±1.26 <sup>a</sup>	45.03±0.00 <sup>b</sup>	14.48±0 <sup>c</sup>	8.63±1.94 <sup>c</sup>	9.47±1.93 <sup>c</sup>	
	Lavado	3.21±0.17 <sup>a</sup>	7.17±0.57 <sup>a</sup>	1.97±0.50 <sup>b,c</sup>	2.57±0.43 <sup>b</sup>	1.21±0.42 <sup>c</sup>	
	Luz	24h	1.94±0.94 <sup>a</sup>	1.15±0.94 <sup>a</sup>	1.07±0.22 <sup>b</sup>	1.20±0.53 <sup>b</sup>	1.13±0.16 <sup>b</sup>
		48h	2.00±1.70 <sup>a</sup>	1.16±0.91 <sup>a</sup>	0.73±0.49 <sup>b</sup>	1.10±0.25 <sup>b</sup>	1.47±0.13 <sup>b</sup>
		72h	2.57±1.76 <sup>a</sup>	1.36±1.01 <sup>a</sup>	0.66±0.17 <sup>b</sup>	1.59±0.12 <sup>b,c</sup>	0.95±0.45 <sup>c</sup>
	pH	Ácido	20.65±1.68 <sup>a</sup>	15.62±2.79 <sup>b</sup>	10.29±2.22 <sup>c</sup>	5.49±2.54 <sup>c</sup>	5.02±2.04 <sup>c</sup>
		Básico	22.48±1.96 <sup>a</sup>	16.51±2.79 <sup>b</sup>	2.48±0.47 <sup>c</sup>	1.56±0.20 <sup>c</sup>	5.57±2.79 <sup>d</sup>

Letras iguales en columnas (a,b,c,d), indican que no existe diferencia significativa entre los tratamientos ( $P \leq 0.05$  Método: 95.0 porcentaje HSD de Tukey).

Por el contrario, para solidez a temperatura y pH (ácido y básico), resultan diferencias significativas entre los dos tratamientos por lo que existen diferencias significativas entre los resultados (Tabla 1). En los resultados de los tratamientos a distintas concentraciones (50, 75 y 100%) para la lana se puede observar que la solidez a la temperatura, luz (24 y 48 h) y el pH (ácido) no tienen diferencias significativas y estadísticamente son iguales, hablando de lavado, luz (72h) y pH (básico) presentan diferencias significativas puesto que son de distintos grupos, en algunos tienen similitudes, pero entre los resultados no logran ser estadísticamente iguales. Lo obtenido en esta primera etapa en comparación con lo descrito por otros autores, se puede observar igualdad estadística en distintas pruebas de solidez como lo son el frote y luz, para la prueba de la luz artificial los resultados arrojaron que no hubo diferencias significativas en ambos casos. Sin embargo, en las pruebas de solidez a altas temperaturas hubo un cambio importante en la coloración (Arroyo et al., 2010).

## Etapas 2: Encuestas

Fue importante saber si los encuestados estaban familiarizados con el tema "Colorantes naturales", se preguntó si conocían alguno y en que situaciones de su vida cotidiana los aplicaban. Los colorantes sintéticos tienen efecto negativo en las fibras naturales, como la poca solidez a la luz además que maltratan a las fibras naturales. Gracias a esto, los colorantes naturales han adquirido una demanda especial en los mercados, y se cotizan a precios cada día más elevados, la grana cochinilla se utiliza principalmente por su solidez a la luz (Nazareno *et al.*, 2013). En la fig. 1 (A), el 58% de la población menciona que conocían algunos colorantes naturales, los más frecuentes fueron: Betabel, clorofila, arcilla y algunos insectos, el resto de los encuestados no tienen conocimiento sobre los colorantes naturales. En la fig. 1 (B), el 50% de los encuestados comentaron que han utilizado colorantes vegetales en la elaboración de alimentos y cosméticos, en la fig. 1 (C), el 36% de esta población catalogan su experiencia como "Buena".



**Figura no. 1.** Gráficas obtenidas en el análisis de encuestas. (A), (B) y (C), representan los resultados de las preguntas mostradas.

Se cuestionó a la población sobre las posibles ventajas y desventajas que se pueden presentar al utilizar grana cochinilla para teñir fibras naturales, en la fig. 2 (A), el 79.62% menciona que la ventaja principal en el teñido con grana cochinilla, es la naturalidad del producto. En la fig. 2 (B), el 71.69% de los encuestados no identifican alguna desventaja. En la fig. 2 (C), el 72% de la población está dispuesto a pagar un elevado costo por una prenda teñida con grana cochinilla, mientras tanto el 26% no lo está. El 22% de los encuestados, mencionaron que están dispuestos a pagar un precio “justo” (relación entre los costos de producción y venta) por la prenda teñida de manera natural. El 20% pagarían entre cien y doscientos pesos MN, el 18 % entre doscientos y trescientos pesos MN, un precio “elevado” se considera a partir de quinientos pesos MN en adelante, este dato corresponde al 10% del gráfico.

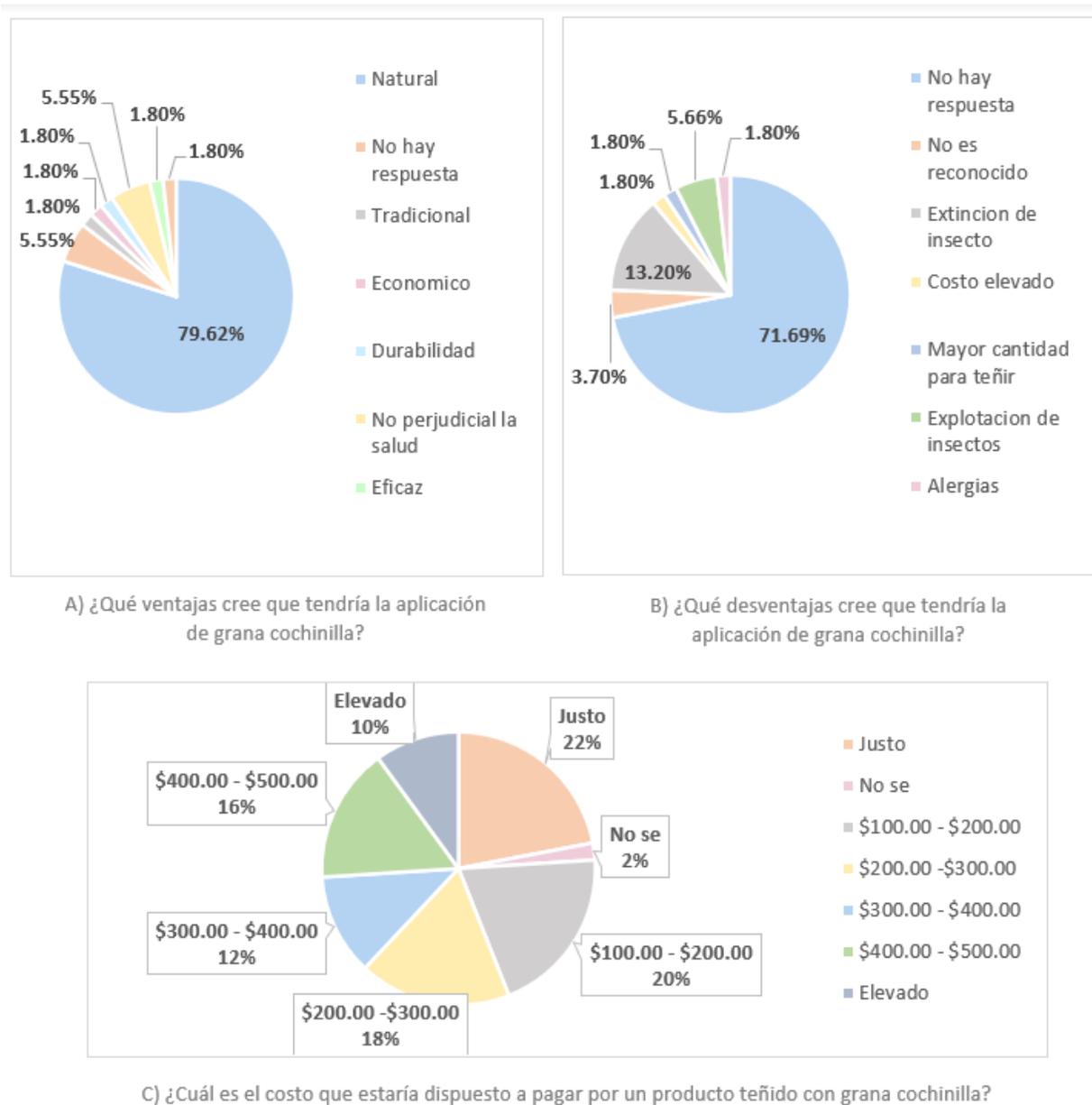


Figura no. 2. Gráficas obtenidas en el análisis de encuestas. (A), (B) y (C), representan los resultados de las preguntas mostradas.

## Conclusiones

De acuerdo con los resultados obtenidos en la primera etapa se puede observar la importancia del tratamiento que se está aplicando para los dos tipos de textiles (algodón y lana), debido a que se logra distinguir cuales de ellos sí tienen diferencias significativas y cuales tienen un resultado similar o igual, dependiendo así de la prueba de solidez a la cual fueron sometidos. En este caso para el algodón la solidez a temperatura y pH (ácido y básico) entre los dos tratamientos presentaron diferencias significativas, así mismo para la fibra de lana con lavado, luz (72h) y pH (básico).

Respecto a las expectativas de aplicación en la población entrevistada una gran parte ha tenido contacto con productos elaborados con colorantes naturales, sin embargo, no se tiene la suficiente información sobre estos, puesto que una cantidad representativa de personas carece de conocimiento sobre ventajas o desventajas de aplicación y los grandes beneficios que traen al ser utilizados, en este caso tomando en cuenta la grana cochinilla como colorante textil natural se identificó el importante beneficio de ser aplicado resaltando la naturalidad del producto, eficiencia en su aplicación y sustentabilidad que trae como consecuencia, además cabe mencionar que más de la mitad de la población entrevistada está dispuesta a pagar un alto costo por una prenda teñida con la grana cochinilla.

## Agradecimientos

Se agradece al Dr. Jorge G. Dzul Cauich docente en la Universidad de Guanajuato, del Departamento de Ingeniería Agroindustrial, de la División de Ciencias de la Salud e Ingenierías del Campus Celaya-Salvatierra, por la capacitación para trabajar con el programa statgraphics plus 5.1. Asimismo, se agradece el apoyo por parte del Departamento de Investigación (DAIP) y a las personas que coordinaron el verano por las facilidades otorgadas para esta investigación.

## Bibliografía/Referencias

- Arroyo Figueroa., G., Ruiz A, G., & Gonzáles S, G., Cuevas R, G., (2010). Evaluación de la estabilidad de color sobre la tela de algodón teñida con grana carmín. pp. 199- 206. En: Portillo, L. y A. L. Viguera (eds.). Conocimiento y Aprovechamiento de la grana Cochinilla. Universidad de Guadalajara, México.
- Arroyo Figueroa, G., Medina Saavedra T., García Vieyra M.I., Dzul Cauich J.G., Vargas Rodríguez L., Herrera Méndez C.H.(2019). Calidad y solidez de un producto cosmético elaborado con el extracto del insecto grana cochinilla. Journal of Agro-Industry Sciences. Vol.1. Pp.7-10. DOI: <http://dx.doi.org/10.17268/JAIS.2019.001>.
- Hernández-Hernández, F., Muñoz, F. G., Dueñas, I., & Mendoza, H. L. (octubre-diciembre 2005). La cochinilla fina del nopal, colorante mexicano para el mundo. Academia mexicana de ciencias, Pp.78-85.
- Hurtado Aramburo., E; Arroyo Figueroa., G. (2016). Teñido de fibras naturales con colorantes naturales. Jóvenes en la ciencia. Vol.2. no. 1. Pp. 1134-1138.
- López González., M; Arroyo Figueroa., G; Barrón Hernández., M. de los A. (2015). Uso de la Grana Cochinilla en la elaboración de productos artesanales. Jóvenes en la ciencia. Vol.1. no. 2. Pp. 1-6.
- Nazareno M., Ochoa MJ., Dubeaux JC. (2013). Actas de la Segunda Reunión para el Aprovechamiento Integral de la Tuna y otras Cactáceas y I Reunión Sudamericana CACTUSNET FAO-ICARDA. Santiago del Estero, Argentina. Pp. 166-174.
- Sáenz C. (2006). Producción industrial de productos no alimentarios. Utilización agroindustrial del nopal. (pp. 99-112). Roma. FA.
- Urbina Frías A., R.; Arroyo Figueroa G., Tarsicio Medina S. (2018). Grana cochinilla: producción, calidad y aplicación. Jóvenes en la ciencia. Vol.4. no. 1. Pp. 2446-2451.
- Viguera AL., Portillo L. (2016). Grana cochinilla del nopal y otros pigmentos en el teñido de fibras naturales. Conocimiento y aprovechamiento de cactáceas y otras plantas suculentas. Vol. 1. Pp. 9-11.