

## **Aplicación de la granacochinilla en las áreas: Textiles y cosméticos**

Gabriela Arroyo, Carlos Herrera, Lorena Vargas y Antonio Pérez

G. Aramayo, C. Herrera, L. Vargas y A. Pérez  
Departamento de Ingeniería Agroindustrial, Campus Celaya-Salvatierra, Universidad de Guanajuato,  
privada de Arregas/n, Colonia Centro, Salvatierra, Gto.  
gabiara@yahoo.com.mx

M. Ramos., V. Aguilera., (eds.) Ciencias Agropecuarias, Handbook -©ECORFAN- Valle de Santiago,  
Guanajuato, 2014.

## Abstract

A very important natural dye for Mexico is the cochineal insect, since this insect was booming in the country in the colonial era. Currently the use of natural colorants becomes very important in a time when there is concern for the environment and the sustainable use of natural resources, allowing a profit while being environmentally friendly. The Academic Body of “Ciencia y Tecnología Agroindustrial” of the “Departamento de Ingeniería Agroindustrial”, aware of the above has made several projects about the cochineal, which were have been funded by different sources of internal and external financing. These projects have generated a wide range of applications and knowledge since 2004 until today, clinching same new technological applications as well as the rescue of the cultural richness of the traditional use of cochineal. These projects represent an alternative to the use of synthetic dyes especially in the environmental impact by reducing its use. So the aim of this paper is to present the most relevant results of research that has been developing around the projects in the application of the cochineal in textiles and cosmetics.

## 6 Introducción

La grana cochinilla es un insecto que se hospeda en el nopal y es empleado como colorante natural. Este colorante fue uno de los principales aportes del México prehispánico al mundo (Del Río y Dueñas, 2006; Sahagún, 1992). Se reconocen dos tipos de este insecto, uno denominado grana fina y otra grana silvestre. La grana fina o cultivada tiene el nombre científico *Dactylopius coccus* Costa (Vigueras y Portillo, 2001). La grana silvestre está conformada por el resto de las especies *Dactylopius*, siendo esta más agresiva para el nopal, además de que compite con la grana fina (Vigueras et al. 2001). Hoy en día existe un gran interés por volver a utilizar los colorantes naturales debido a que no son nocivos para el ser humano y no contaminan el medio ambiente (Nagia y EL-Mohamedy, 2007; Del Río y Dueñas, 2006; Vigueras et al. 2001). Es por ello que se considera que el extracto colorante de la grana cochinilla puede ser introducido nuevamente al sector industrial (Vigueras et al. 2001). Además de que es uno de los pocos colorantes aprobados por instituciones mundiales de salud, siendo autorizado su uso como pigmento textil (Vigueras et al. 2001). Asimismo presenta algunas propiedades como su estabilidad a la luz, a los tratamiento térmicos y a la oxidación (Gibaja, 1998), excelente coloración y cambios de color con soluciones ácidas y alcalinas, además de su fácil manejo (Vigueras et al. 2001). Asimismo presenta colores homogéneos en fibras naturales (Llanderal et al. 2008).

El problema de la contaminación ambiental derivado de los efluentes de la industria textil puede resolverse con algunas soluciones, que pueden ser disminuir la descarga en el proceso o sustituir algunos productos tóxicos por productos naturales. Otra solución es el tratamiento de los efluentes por medios físicos, químicos y biológicos. Un recurso diferente es el de recircular los efluentes dentro del proceso de manera parcial o total. Si se conjugan dos de las soluciones, el resultado será más satisfactorio, como es el caso de sustituir los colorantes sintéticos por colorantes naturales y a su vez realizar el tratamiento ya sea físico, químico ó biológico de los efluentes obtenidos en el mismo.

Las plantas para tratamiento de aguas residuales convencionales, tienen una baja eficiencia de eliminación contaminantes industriales ya que estos son resistentes a la degradación (Paga and Taeger, 1994; Ganesh et al. 1994; Shaul et al. 1985).

En el caso de la industria textil se precisa de tratamientos primarios, secundarios y avanzados. Los efluentes de teñido son generalmente tratados por procesos físicos o químicos (adsorción, filtración por membrana, floculación fisicoquímica combinada con flotación, intercambio catiónico, precipitación y ozonación), estos métodos son cada vez menos eficientes para lograr la calidad de agua con fines de reúso (Arslan y Balcioglu, 2000). Además estas tecnologías son costosas, poco adaptables a un amplio rango de residuales de colorantes y usualmente ineficientes en la remoción del color, generando corrientes de aguas coloreadas (Zilly et al. 2002; Fu y Viraraghavan, 2001).

En el proceso de teñido de algodón con el extracto de granacochinilla, por un lado se está sustituyendo los colorantes sintéticos dentro de un proceso textil, pero por otro lado el efluente emanado de este proceso de teñido origina efluentes coloreados, cuyo poder colorante es el ácido carmínico. Por lo que es preciso el tratamiento sucesivo de este efluente para eliminar el color. En el tratamiento biológico el uso de hongos ligninolíticos es una de las posibles alternativas para estudiar la biodegradación de colorantes. Otra de las alternativas, es el uso de los microorganismos que se encuentran en el mismo efluente. Esto se puede llevar a cabo mediante un tratamiento secundario donde se utiliza un proceso de oxidación biológica llevado a cabo por los microorganismos presentes en el agua residual (Maieretal.2000). Una vez realizado un proceso de separación y de sedimentación (tratamiento primario), los sólidos remanentes se descomponen generando la degradación. Los procesos pueden realizarse a través de un filtro de lecho, un tanque agitado o una laguna de aguas residuales. Los tratamientos se llevan a cabo de manera aeróbica y anaeróbica (Maieretal.2000). El tratamiento biológico permite tener un mejor uso y descarga de efluente, para lo cual existen métodos conocidos con el uso de hongos, dado que estos tienen una gran capacidad de romper los compuestos fenólicos de la lignina y sus derivados, por lo que pueden ser empleados para biodecolorar o disminuir la intensidad del color de los efluentes que contienen colorantes convencionales de la industria textil (Arora y Chander, 2005).

Por otro lado, la grana cochinilla puede ser empleada en el área de cosméticos. Actualmente la producción de los cosméticos naturales se encuentra en aumento. Esto por las ventajas que implica el uso de componentes de origen natural en su elaboración. Las ventajas son: prevención de reacciones alérgicas hacia componentes sintéticos, disminución de los riesgos de salud, evitar el uso de compuestos cancerígenos, etc. (FDA, 2005; VHN, 2005). Se ha encontrado que el uso de colorantes sintéticos, principalmente los rojos, puede provocar problemas de salud como el cáncer (FDA, 2005; VHN, 2005). Cada vez está más en auge la cosmética natural, la cual es una alternativa lógica a la cosmética tradicional, pues está elaborada en su mayor parte por componentes de origen vegetal. Actualmente existen más laboratorios que elaboran sus cremas, lociones y shampoo con ingredientes vegetales, creando auténtica cosmética natural. La cosmética natural ofrece enormes ventajas para la salud de la piel, pues además de no ser agresiva para ésta, fortalece y mejora las funciones dérmicas gracias a los componentes naturales. Por otro lado la fabricación de productos cosméticos con ingredientes naturales conlleva una ética ecológica, pues no provoca residuos químicos, ni agresivos que sean perjudiciales para el medio ambiente.

Aunque existen en el mercado un sin número de productos naturales, poca información se encuentra disponible para su elaboración. Algunas de las publicaciones son, en su mayoría, libros que se adquieren en tiendas naturistas y librerías.

Estos libros son reediciones de versiones muy viejas que no muestran el estado del arte de la cosmética. Además, la información relacionada a la elaboración de labiales y champú es escasa. Se considera esto, porque son de los productos de mayor venta por la industria cosmética y las formulaciones para su desarrollo no están disponibles al público en general.

Es por ello que se realizó algunos proyectos para la formulación un lápiz labial con componentes naturales, incluyendo el colorante, es decir un producto natural. Así como la aplicación del extracto de cochinilla como colorante dentro de un champú base. Lo anterior con la finalidad de estudiar la factibilidad técnica de la aplicación de algunos subproductos del insecto de la grana cochinilla, como son el extracto y la laca carmín en el área de cosméticos.

## **6.1 Materiales y métodos**

La investigación que se ha desarrollado sobre la grana cochinilla se dividió en varias fases en función a las necesidades surgidas a lo largo del tiempo, generándose varios proyectos los cuales se mencionan a continuación.

### **Área textil**

La investigación de aplicación en el sector textil surgió a partir del año 2004 con la propuesta titulada: “Aplicación del colorante natural grana del carmín, en el sector textil”, para una duración de tres años (Arroyo et al. 2010a). Con las siguientes etapas: Primera etapa: Encontrar un estándar en la calidad de la materia prima a usar (grana del carmín), a fin de que no exista variación en el teñido. Segunda etapa: Obtener las condiciones optimas de teñido y Tercera etapa: Pruebas de la estabilidad del colorante sobre la tela teñida, como son la variación de pH, temperatura, solidez al lavado, y efecto de la luz solar, mediante un análisis estadístico de los resultados. De este proyecto surgieron otras investigaciones debido a la necesidad que se tuvo del tratamiento del efluente, dichos proyectos fueron: “Evaluación de procesos de oxidación avanzada como alternativa para el tratamiento de efluentes de la industria textil”, proyecto llevado a cabo con la Facultad de Ingeniería Civil. Otros proyectos son: “Efecto del inóculo en la coloración biológica del efluente del proceso de teñido con grana cochinilla”. Además del plan “Alternativa para el tratamiento de efluentes de la industria textil” (Arroyo et al. 2011)

### **Área cosméticos**

De manera paralela se trabajaron aplicaciones en cosméticos a partir de 2005, con los proyectos titulados: “Aplicación de la grana del carmín (*Dactylopius Coccus* Costa) en la elaboración de un cosmético natural”, por un periodo de un año (Arroyo et al. 2010b). Este proyecto se llevó a cabo mediante las siguientes: Etapa 1: Obtención de la laca carmín AL-CA, mediante su compra para su aplicación directa. Etapa 2: Aplicar este colorante en la cera natural para obtención de lápiz labial, y Etapa 3: Estudio de factibilidad técnica del uso del ácido carmínico grado cosmético en el lápiz labial.

Sumando otros tres planes anuales financiados: “Evaluación de las mediciones perceptivas y objetivas de un lápiz labial elaborado con productos naturales; “Desarrollo de un proceso de control de calidad para la producción de un lápiz labial natural”; “Obtención del carmín de cochinilla a partir del insecto (*Dactylopius coccus costa*) para su uso en cosméticos”.

“Aplicación de la laca carmín obtenida por el departamento de ingeniería agroindustrial y su comparación con una laca comercial” (Arroyo et al. 2010b). Posteriormente se pensó en la posibilidad de aplicación del extracto de la grana cochinilla como colorante en un champú, surgiendo así el proyecto aprobado y financiado denominado: “Estudio de la aplicación de subproductos hidrosolubles del insecto grana carmín en la elaboración de champú”.

## 6.2 Resultados y discusión

A continuación se muestran algunos resultados obtenidos para cada una de las áreas de trabajo en los diferentes proyectos financiados.

### Área textil

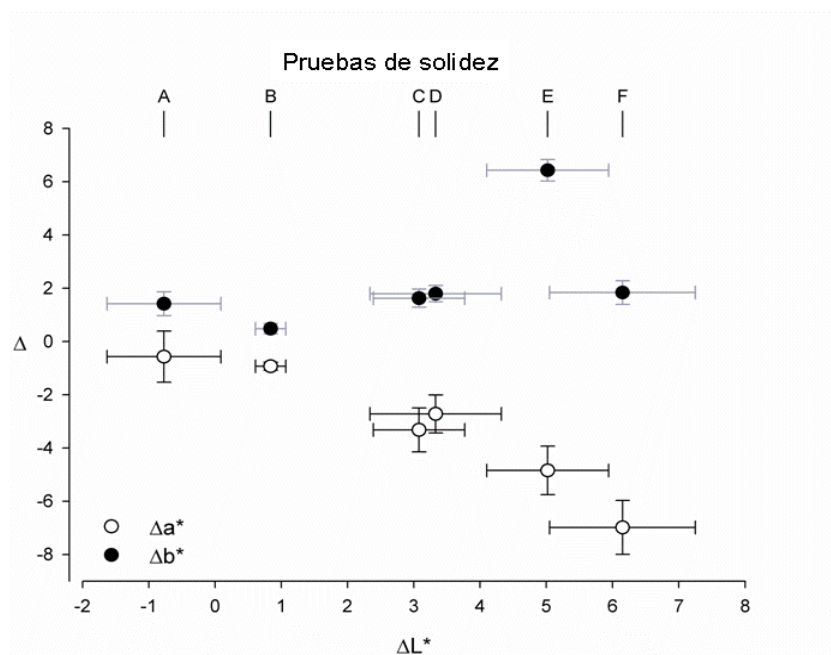
Teñido de tela de algodón con grana cochinilla. En esta etapa del proyecto se logró obtener un proceso de teñido que permitiera fijar el color del extracto acuoso de la grana cochinilla, sobre una tela de algodón. Proceso de pre-mordentado, basado en un proceso artesanal, como se muestra en el Tabla 6.

Una vez lograda la tinción de la tela se procedió a realizar 4 experimentos, de cambio de concentración en los mordientes y para cada uno se realizó cinco pruebas de solidez (Tabla 6) (Arroyo et al. 2010a; Arroyo et al. 2011). Se observó que los cuatro experimentos mostraron en promedio la misma tendencia de cambio de color con respecto a la tela teñida original. En la grafica promedio para las pruebas de ácidos y álcalis, se pudo observar que no existió diferencia significativa, en función a las barras de error (Figura 6). Los cuatro experimentos presentaron lamisma solidez a ácidos y álcalis, se concluyó que no afectó el cambio de la concentración de los mordientes en el proceso de teñido, aunque la tela si presento un cambio en el tono del color. La prueba de solidez a temperaturas altas fue la que más afectó al color rojo en la tela de algodón teñida con grana, al presentar la mayor diferencia promedio en la coordenada  $a^*$  ( $-7.21 \pm 0.93$ ) (Figura 6.2).

**Tabla 6** Colores obtenidos en el teñido de algodón con granacochinilla para cada replica, así como los valores correspondientes de la escala CIELab, con su respectivo promedio.

Replicas	Escala CIELab		
	$L^*$	$a^*$	$b^*$
1	43.76	44.45	-4.27
2	43.44	44.83	-4.55
3	44.24	44.65	-3.27
Promedio	$43.81 \pm 0.33$	$44.64 \pm 0.16$	$-4.03 \pm 0.55$

**Grafico 6** Resultados promedio de  $L^*$ ,  $a^*$ , y  $b^*$ , para cada una de las pruebas: A. luzartificial(20h), B. froteenseco, C. álcalis, D. ácidos, E. lavado doméstico y F. temperatura de  $60^{\circ}\text{C}$ . Las barras representan la desviación de las seis pruebas de solidez. (Arroyo etal.2010a).



#### Tratamiento de efluentes provenientes del teñido con grana cochinilla

En esta etapa se logró encontrar un proceso de tratamiento con un hongo ligninolítico, *Trametes versicolor* (*T.versicolor*), a nivel laboratorio, que eliminará el color en el efluente textil proveniente del teñido de algodón con grana cochinilla. En la Figura 6, se muestra el cambio de color en cada uno de los matraces a lo largo del tiempo (11 días), llegando a obtener una muestra incolora del efluente después de la realización del experimento (Arroyo et al. 2011).

**Figura 6** Cambio de color en las muestras de los experimentos: en los tiempos 0, 1, 4, 6, 8, 11 días



#### Área cosméticos

Aplicación de subproductos de la grana cochinilla en cosméticos. Para estos proyectos se logró obtener un proceso para elaborar una bala labial, con laca carmín, subproducto de la grana cochinilla. A estas balas se le realizaron pruebas de calidad así como un estudio de factibilidad técnica de aplicación. Los resultados de la bala labial elaborada con la laca carmín obtenida a nivel laboratorio en comparación con la bala labial elaborada con la laca carmín comercial, se muestran en el Tabla 6.1.

Se observó que las características de ambas balas fueron similares, la diferencia mayor se presentó en el color (Arroyo et al. 2010b).

**Tabla 6.1** Resultados en las pruebas fisicoquímicas para la bala labial

Pruebas fisicoquímicas	Bala patrón	Bala con laca
Aspecto	Sólido compacto	Sólido compacto
Color	Rojo claro	Rojo oscuro
Olor	Aceras	Aceras
Punto de fusión (°C)	68.66±0.577	67.66±0.577
Densidad (g/ml)	1.27±0.005	1.26±0.005

Obtención de laca carmín. Se logró obtener una laca con la misma concentración que la laca comercial. Ya que en el trabajo presentado por Centeno, (2003), menciona que las lacas comerciales de mejor calidad son aquellas en las que el porcentaje de ácido carmínico es del 50%. En el trabajo de Centeno (2003). Se buscó obtener este porcentaje en las lacas, usando otros métodos para la obtención del complejo. Las mayores diferencias de la laca a nivel laboratorio con respecto a la comercial, se presentaron en el porcentaje de volátiles y cenizas (Tabla 6.2).

**Tabla 6.2** Resultados en las pruebas fisicoquímicas para la laca carmín (complejo Aluminio-Calcio-Ácido carmínico)

Pruebas fisicoquímicas	Patrón	Laca
Aspecto	Polvo fino	Polvo fino
Color	Rojo claro	Rojo oscuro
Olor	Ácido acético	Ácido acético
pH (1%)	5.16±0.04	4.39±0.02
% Ácido Carmínico	52.00±1.88	50.00±0.50
% Humedad	10.67±0.76	8.00±0.00
% Volátiles	37.25±1.06	48.00±5.66
% Cenizas	9.75±1.05	18±2.83

Aplicación del extracto de cochinilla en un champú base. La concentración de ácido carmínico, en disolución agregada al 4%, en el champú base que proporcionó un color muy similar al champú estándar con colorante sintético de la empresa, fue de un 0.22% (0.75% de grana en disolución acuosa), en su presentación estéril y no estéril.

Comparando con la concentración que usa la empresa 4%, se ve una gran ventaja en el empleo del colorante natural contra el sintético, por requerirse una cantidad menor. Las diferencias fisicoquímicas que ocasiona la aplicación del extracto acuoso de grana en el champú, están dentro de los parámetros que se han reportado para este producto, mientras que microbiológicamente no compromete su inocuidad.

Si bien a un pH 5, este colorante sirve organolépticamente para un champú de jitomate, a pH más elevados (hasta 7) con tendencias al color violeta podría servir para representar otra clase de extractos. En la tabla 6.3, se muestran solo los resultados de pH y densidad de las diferentes pruebas.

**Tabla 6.3** Resultados de las pruebas de la aplicación del extracto de grana en un champú base

	Champú base	0.76 %A C	0.76 %A CE	0.32 AC	0.32 %A CE	0.22 %A C	0.22 %A CE	Champú Comercial
pH	5.1	5.1	5.07	5.10	5.13	5.04	5.10	7.0
Densidad (g/ml)	1.021	1.018	1.019	1.017	1.019	1.021	1.019	1.014
		AC.AcidoCarmínico		AC.E.AcidoCarmínicoEstéril				

### 6.3 Conclusiones

#### Área textil

Teñido de tela de algodón con grana cochinilla. Con este trabajo se cumplió un avance de la aplicación en el teñido de algodón con el colorante natural del extracto de la grana cochinilla. Para las pruebas de solidez se determinó que las que más afectan al color en la tela teñida, es la solidez a temperaturas altas y al lavado doméstico. Por lo que se recomienda realizarel lavado de la tela de algodón teñida con el extracto de grana cochinilla, a una temperatura ambiente o fría y de preferencia con jabones líquidos suaves, sin ningún tipo de blanqueador seaquímico u óptico.

Tratamiento de efluentes provenientes del teñido con grana cochinilla. El hongo *T. versicolor*, se sugiere pueda ser usado en la decoloración y degradación de efluentes que contengan estructuras similares a la de las antraquinonas naturales. Concluyendo que es factible degradar por medios biológicos (hongoligninolítico), los contaminantes presentes (ácidocarmínico), en el efluente del teñido con grana cochinilla.

#### Área cosméticos

Aplicación de subproductos de la grana cochinilla en cosméticos. Se logró obtener una bala con especificaciones análogas a la bala elaborada con la laca carmín comercial. Esto representa un paso en la obtención de un pigmento que puede aplicarse a productos cosméticos naturales.

Obtención de laca carmín. Los carmines elaborados a nivel laboratorio presentaron diferencias significativas en comparación con el carmín patrón, estos resultados dan una idea de los requerimientos en el proceso para lograr igualar las propiedades fisicoquímicas de los complejos con la muestra patrón. Aplicación del extracto de grana en unc champú base. Se logró obtener un champú coloreado aplicando el extracto de la grana cochinilla. Sin embargo se siguen realizando pruebas para igualar en cuanto a las propiedades.



## 6.4 Agradecimientos

Se agradece a todas las fuentes de financiamiento, mismas que han permitido el desarrollo de estos proyectos: Dirección de Apoyo a la Investigación (DAIP), Consejo de Ciencia y Tecnología del Estado de Guanajuato (CONCYTEG), Consejo Nacional de Ciencia y tecnología (CONACYT), así como a Fundación Educación Superior Empresa (FESE). De la misma manera se agradece a todos los alumnos que han participado en los trabajos correspondientes de cada proyecto, ya sea para la realización de sus tesis, servicio social y presentaciones en los diferentes eventos (congresos,foros,etc).

## 6.5 Referencias

AroraD.S.,ChanderM.(2005).Decolourisationofdiverseindustrialdyesbysome*Phlebiaspp.* andtheircomparisonwith*Phanerochaetechryso sporium*.*JournalofBasicMicrobiology*.44,(5)331-338.

Arroyo-FigueroaG.,Ruiz-AguilarG.M.L.,Cuevas-RodríguezG.,&GonzálezSánchezG.,(2010a).Cottonfabricdyeingwithcochinealextract:influenceofmordantconcentration.*SocietyofDyers and Colourists,Color.Technol.*,127, 39–46.

Arroyo-FigueroaG.,Ruiz-AguilarG.M.L.,VargasRodríguezL.,&GonzálezSánchezG.,(2010b).AplicacióndeproductosderivadosdelinsectoDactylopiuscoccusCosta(Homóptera,Dactylopiidae).*Acta Universidaria*,Vol. 20, NúmeroEspecial 3.

Arroyo-FigueroaG.,Ruiz-AguilarG.M.L.,López-MartínezL.,González-SánchezG.,Cuevas-RodríguezG.,andRodríguez-VázquezR.(2011).TreatmentofaTextileEffluentfromDyeingwithCochinealExtracts using*Trametesversicolor*Fungus.*TheScientificWorldJOURNAL*.

Arslan,I.,Balcioglu,I:A.(2000).Effectofcommonreactivedyeauxiliariesontheozonationofdyehouseeffluentscontainingvinylsulphoneandaminochlorotriazinedyes.*Desalination*.130: 61-71.

Centeno-AlvarezM.M.(2003).Extracción,estabilización yevaluacionesanalíticasalcarmin.InstitutoPolitecnicoNacionalIPN. Tesis deMaestría. 113 p.

DelRío-yDueñasI.Granacochinillafina,regalodeMéxicoparaelmundo.InstitutoEstataldeEcología de Oaxaca.Oaxaca, México, Pp. 11-53.2006.

FDA.CosmeticHandbook,USFoodandDrugAdministration,CenterforFoodSaffetyandApplied Nutrition, <http://www.cfsan.fda.gov/~mow/scos-hdb.html>. 5 de diciembre 2005..

FuY.,ViraraghavanT.(2001).Fungaldecolorizationofdyewastewaters:areview,*Bioresourc eTechnology*. 79, 251-262.

- Ganesh R., Boardman, G.D., Michelsen D. (1994). Fate of azo dyes in sludges. *Water Research*. 28:1367-1376.
- Gibaja S. (1998). Pigmentos Naturales Quinónicos. Centro de Producción Editorial. Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Pp. 14-188.
- Llenderal C., Zetina D.H., Viguera A.L., Portillo L. (2008). Granacochinilla y colorantes naturales. Colegio de Posgraduados. Pp. 124.
- Maier R.M., Pepper I.L., Gerba C.P. (2000). Environmental microbiology. Editorial Academic Press, Florida, USA. 505-514 p.
- Nagia F.A., El-Mohamedy R.S.R. (2007). Dyeing of wool with natural anthraquinone dyes from *Fusarium oxysporum*. *Dyes and Pigments*; 75:550-555.
- Paga U., Taeger K. (1994). Development of a method for adsorption of dye stuff on activated sludge. *Water Research*. 28:1051-1057.
- Sahagún B. (1992). Historia General de las cosas de la Nueva España. Edición digital a partir de la edición de Juan Carlos Temprano, Madrid, Historia 16.
- Shaul G.M., Dempsey C.R., Dostal K.A., Lieberman R.J. (1985). Fate of azo dyes in the activated sludge process. Proceedings 41st Purdue University Industrial Waste Conference, 603-611.
- VHN. VeriMed Healthcare Network, Enciclopedia Médica: Lápiz Labial, Medline Plus, Biblioteca Nacional de Medicina de EE.UU. y los Institutos Nacionales de la Salud. [www.nlm.nih.gov/medlineplus/spanish/print/ency/article/002712.htm](http://www.nlm.nih.gov/medlineplus/spanish/print/ency/article/002712.htm), 15 de diciembre. 2005.
- Viguera G., A.L., Portillo L., Ayón M. (2001). Manual de tinteado con granacochinilla y otros tintes naturales. Departamento de Botánica y Zoología, Universidad de Guadalajara. Guadalajara, Jalisco, México. 23p.
- Zilly A., Souza C.G.M., Barbosa-Tessmann I.P., Peralta R.M. (2002). Decolorization of industrial dyes by a Brazilian isolate of *Pleurotus pulmonarius* producing laccase as the sole phenol-oxidizing enzyme. *Folia Microbiol.* 47, 273-277.