

Aplicación de productos derivados del insecto *Dactylopius coccus* Costa (Homóptera, Dactylopiidae)

Gabriela Arroyo Figueroa* **, Graciela M. L. Ruiz Aguilar*, Lorena Vargas Rodríguez*, Guillermo González Sánchez**

RESUMEN

Actualmente muchas industrias buscan sustituir los colorantes sintéticos por naturales, debido a su efecto nocivo y a la alta contaminación del medio ambiente. Del insecto *Dactylopius coccus* Costa (grana carmín) se obtienen productos naturales que se pueden usar como colorantes, por lo que el objetivo de este trabajo fue difundir la aplicación del insecto grana carmín y los productos derivados del mismo en el teñido de una tela de algodón y en la coloración de una bala labial a nivel laboratorio. Al aplicar el extracto acuoso de la grana carmín sobre la tela de algodón, se consiguieron colores homogéneos, con valores promedio en la escala CIELab de: $43.81 \pm 0.33 L^*$, $44.64 \pm 0.15 a^*$ y $-4.03 \pm 0.55 b^*$. Asimismo al aplicar el pigmento laca carmín en la elaboración de una bala labial se lograron colores uniformes con los siguientes valores promedio en la escala CIELab: $13.25 \pm 3.62 L^*$, $4.80 \pm 1.41 a^*$ y $-0.23 \pm 0.84 b^*$.

ABSTRACT

Nowadays many industries want to replace synthetic dyes by natural, due to its harmful effects and the high contamination of the environment. *Dactylopius coccus* Costa (cochineal) is an insect to obtain natural products that are used as dyes. The aim of this study was to promote the application of cochineal and the products derivatives of these insect, in the dyeing of cotton fabric and in the coloration of a lipstick bullet at the laboratory. Was applied to the aqueous extract of cochineal on cotton fabric, obtaining homogeneous colors, with average values in the CIELab scale of: $43.81 \pm 0.33 L^*$, $44.64 \pm 0.15 a^*$ y $-4.03 \pm 0.55 b^*$. It also was applied the carmine pigment in the elaboration of a lipstick bullet, was obtained consistent color with the following average values on the CIELab scale: $13.25 \pm 3.62 L^*$, $4.80 \pm 1.41 a^*$ y $-0.23 \pm 0.84 b^*$.

Recibido: 25 de mayo de 2010
Aceptado: 21 de octubre de 2010

INTRODUCCIÓN

Antecedentes de la grana carmín

El insecto *Dactylopius coccus* Costa se hospeda en el nopal y es conocido como grana carmín, grana fina, grana cultivada, o de manera popular como cochinilla (Vigueras y Portillo, 2001). El nombre de grana se le dio como resultado de una confusión durante el tiempo de la Colonia, ya que algunos creyeron que era una semilla de un vegetal (Dahlgren, 1990). La grana carmín fue uno de los principales aportes del México prehispánico al mundo (Del Río, 2006, Sahagún, 1992). Desde tiempos precolombinos la grana carmín ya se usaba para teñir prendas de un hermoso color rojo carmín, el cual indicaba poder y soberanía entre las tribus de la época. En el tiempo de la colonia la vida giraba alrededor de este preciado colorante (Dahlgren, 1990). Los españoles se encontraron con el colorante obtenido de la grana e intensificaron las zonas de cultivo en Tlaxcala, Puebla y Yucatán y posteriormente en el estado de Oaxaca (Vigueras y Portillo, 2001), hasta llegar a ocupar el tercer lugar de las exportaciones de México después del oro y la plata (Vigueras y Portillo, 2001; Pérez, 2001).

Palabras clave:

grana carmín; colorantes naturales; teñido; bala labial.

Keywords:

cochineal; natural dye; dyeing; lipstick bullet.

*Departamento de Ingeniería Agroindustrial, División de Ciencias de la Salud e Ingenierías, Campus Celaya-Salvatierra. Universidad de Guanajuato. Privada de Arteaga s/n, Zona Centro, C.P. 38900, Salvatierra, Gto., México. Tel: (52) 466 66 321 32, fax: (52) 466 66 3 34 13. Correos electrónicos: gabiaf@yahoo.com.mx, gruiza2001@hotmail.com; vargaslorena@yahoo.com.mx.

**Centro de Investigación de Materiales Avanzados. Complejo Industrial Chihuahua. Miguel de Cervantes No. 120, 31109. Chihuahua, Chih., México. Tel: (52) 614 439 4847. Correo electrónico: guillermo.gonzalez@cimav.edu.mx

Con la aparición de los colorantes sintéticos en 1856, los colorantes naturales fueron desapareciendo, de entre ellos la grana carmín (Bechtold *et al.*, 2006; Del Río, 2006; Cristea y Vilarem, 2006; Viguera y Portillo, 2001). Las causas principales fueron que con los colorantes sintéticos se podía obtener una gran gama de colores, con una buena estabilidad a un costo razonable (Bechtold *et al.*, 2006; Cristea y Vilarem, 2006). Esto dio pauta para reemplazar los colorantes naturales, por lo que durante la segunda mitad del siglo XIX el cultivo de la grana carmín decayó, así como su aplicación, llegando a su punto más bajo en el periodo comprendido entre 1805 a 1818 (Pérez, 2001). Sin embargo, desde los años sesenta ha sido muy cuestionada la utilización de ciertos colorantes sintéticos en las industrias, sobre todo de aquellos que tienen más contacto con el ser humano (Viguera y Portillo, 2001). Lo anterior como respuesta a las reacciones tóxicas y alérgicas asociadas a estos colorantes (Vankar *et al.*, 2006). Incluso en algunos países se han prohibido los colorantes sintéticos que contienen el grupo cromóforo azo, debido a sus efectos tóxicos en el ser humano (Vankar *et al.*, 2005).

Hoy en día existe un gran interés por volver a utilizar los colorantes naturales, principalmente la grana carmín, debido a que no es nocivo para el ser humano y no contamina el medio ambiente (Nagia y EL-Mohamedy, 2007; Del Río, 2006; Viguera y Portillo, 2001). Además de que no es tóxico, ni actúa como agente carcinógeno (Viguera y Portillo, 2001), por lo que es uno de los pocos colorantes aprobados por instituciones mundiales de salud, siendo autorizado su uso como pigmento (Viguera y Portillo, 2001). Asimismo presenta algunas propiedades como su estabilidad a la luz, a los tratamientos térmicos y a la oxidación (Gibaja, 1998), excelente coloración y cambios de color con soluciones ácidas y alcalinas, además de su fácil manejo (Viguera *et al.*, 2001). Produce una amplia gama de colores desde anaranjado hasta púrpura, pasando por el rojo (Takahashi, 2003). Aparte de presentar colores homogéneos en fibras naturales (Llanderal *et al.*, 2008).

Principio colorante del insecto

Por su estructura los colorantes naturales animales se encuentran entre los pigmentos quinónicos, ya que estos compuestos están agrupados en benzoquinonas, naftoquinonas, antraquinonas y quinonas policondensadas (Gibaja, 1998). Las antraquinonas constituyen el grupo más numeroso de las quinonas naturales, en-

tre ellas se encuentra el ácido carmínico, compuesto que se obtiene de la grana carmín seca. Este ácido es el principio colorante del insecto y representa del 10 % al 22 % del peso seco del mismo, su fórmula química $C_{22}H_{20}O_{13}$, corresponde a una hidroxi-antraquinona, su nombre químico es Ácido antraquinon-7glucopiranosil-3, 5, 6, 8-tetrahidroxi-1-metil-2-carboxílico (Marmion, 1984; Landeros, 1989, Gibaja 1998) (figura 1). Este ácido presenta una coloración púrpura o rojo brillante y tiene la propiedad de cambiar de color dependiendo del pH de la solución de la que tome parte, esto lo hace atractivo para procesos de la industria (Viguera y Portillo, 1995). Además de reaccionar con los iones metálicos formando complejos coloreados brillantes.

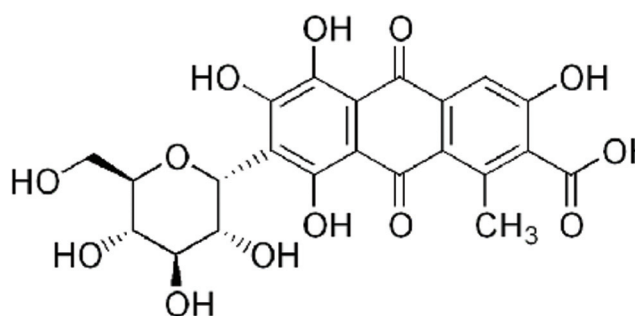


Figura 1. Estructura química del ácido carmínico contenido en el insecto seco de la grana carmín.

Algunos productos derivados del insecto

Extracto acuoso simple

Estos extractos de cochinilla son colorantes naturales que contienen principalmente ácido carmínico y se obtienen esencialmente por extracción con agua y/o alcohol. Se puede lograr una gran cantidad de tonos dependiendo del pH de la solución (Gibaja, 1998; UNMSM, 2008). El extracto acuoso más simple se obtiene a partir del insecto seco y molido, se utiliza principalmente en el teñido de fibras textiles. Este se logra a partir de filtrar y hervir varias veces un macerado con agua del polvo del insecto hasta agotar el color.

Complejo Aluminio-calcio-ácido carmínico

El complejo Aluminio-calcio-ácido carmínico, también conocido como laca carmín, es un complejo obtenido a partir del ácido carmínico del insecto grana carmín, el cual puede ser aplicado en alimentos y cosméticos,

además es permitido por la FDA (Gibaja, 1998; FDA, 2005; UNMSM, 2008). El carmín de cochinilla más común es la laca aluminosa-cálcica del ácido carmínico acomplejada con proteína de color rojo, que se prepara tratando el extracto acuoso de la cochinilla con sales de aluminio y de calcio (Gibaja, 1998; UNMSM, 2008) (figura 2).

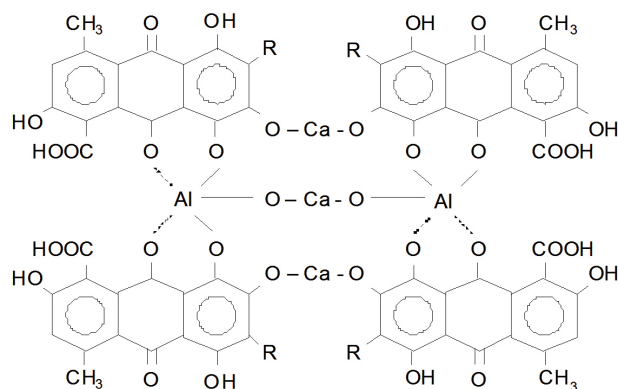


Figura 2. Estructura química del complejo aluminio-calcio-ácido carmínico, que puede ser aplicada en cosméticos.

METODOLOGÍA

Determinación de ácido carmínico en la grana carmín seca y en la laca carmín

El poder colorante, tanto para el extracto acuoso como para la laca carmín, es el compuesto ácido carmínico, por lo que se procedió a determinar la concentración de este ácido en ambos productos obtenidos del insecto mediante el método de Marmion (1984). Este método consiste en extraer el ácido carmínico de la muestra con una solución de HCl 2N y evaluar el contenido de este compuesto midiendo la absorbancia en un espectrofotómetro (Marca Labomed INC, modelo espectro 22), a una longitud de onda de 494 nm. Se aplicó la ecuación (1):

$$\%AC = \frac{ABS \times 100}{1.39} \quad (1)$$

Donde: % AC es el porcentaje de ácido carmínico, ABS es el valor de la lectura de la absorbancia obtenida del espectrofotómetro y 1.39 es el valor de la lectura de la absorbancia al 100 %.

Teñido de tela de algodón

Los métodos de teñido más utilizados a nivel artesanal son el pre-mordentado, meta-mordentado y pos-mordentado (Arroyo, 2008). El pre-mordentado consiste en mordentar la tela antes de ser teñida. En el meta-mordentado se realiza el mordentado y el teñido al mismo tiempo. Finalmente el pos-mordentado reside en mordentar la tela después de que ha sido teñida y generalmente se usa para cambiar el color en la misma.

El proceso de teñido de tela de algodón se basó en el teñido artesanal para la fibra de algodón, aplicando el método de pre-mordentado, de acuerdo a la formulación mostrada en la tabla 1. El proceso consistió de tres etapas:

1) Lavado: La tela de algodón se obtuvo de una empresa textil de la zona que presentaba el acabado de mercerizado, por lo cual requirió de un lavado exhaustivo.

2) Mordentado: Se llevó a cabo en tres fases con tres mordientes, alumbre ($AlK(SO_4)_2 \cdot 12H_2O$), carbonato de sodio (Na_2CO_3) y ácido tánico ($C_{76}H_{52}O_{46}$). El porcentaje de los mordientes adicionados a la tela de algodón durante el proceso fueron directamente proporcionales al peso seco de ésta.

3) Teñido: Se utilizó el método de pre-mordentado, esto debido a experiencias previas con el teñido (Arroyo y Lesso, 2006). Se obtuvo el extracto acuoso del colorante de la grana carmín, pesando la grana carmín en base al peso de la tela seca, se molió hasta obtener un polvo fino y se dejó macerar, este extracto se agregó en un recipiente con agua donde se adicionó la tela de algodón, obteniéndose la tela teñida. Finalmente esta tela se dejó secar y se determinó el color.

Tabla 1.

Formulación para el teñido de la tela de algodón con el extracto acuoso grana carmín.

| Componente | Porcentaje * (%) |
|--------------------|------------------|
| Grana carmín seca | 25 |
| Alumbre | 25 |
| Carbonato de Sodio | 10 |
| Ácido Tánico | 20 |
| Agua ** | Necesaria |

*Los porcentajes de los componentes están en función al peso de la tela de algodón seca.

** Agua suficiente para cubrir la tela durante el proceso de teñido.

Coloración de una bala labial

Se utilizó la formulación general para la elaboración de una bala labial con laca carmín propuesta por Soria-Brito *et al.*, (2005) (tabla 2). La bala labial se elaboró en tres etapas:

- 1) Mezclado: Se prepararon dos mezclas, la primera con las ceras y el aceite de castor, hasta obtener una mezcla homogénea cristalina. La segunda mezcla se preparó a partir de la laca carmín molida a la cual se le adicionó el aceite de castor.
- 2) Moldeo: Para la preparación de la bala labial se requiere de un molde rectangular de material inerte que pueda ser esterilizado (Soria-Brito *et al.*, 2005). La mezcla que se obtuvo en la etapa de mezclado se agregó al molde con la ayuda de una jeringa.
- 3) Acabado: Se dejó enfriar la mezcla a temperatura ambiente, se removieron los sobrantes que quedaron después del moldeo, se desprendió la bala del molde y se determinó el color (Soria-Brito *et al.*, 2005).

Medición de color

El color de la tela de algodón teñida con el extracto acuoso de la grana carmín y de la bala labial coloreada con el pigmento laca carmín, con sus réplicas respectivas, fue analizado mediante un colorímetro CR-400 marca Minolta. Este colorímetro se basa en la escala de colores: el área cromática CIE-LAB, el cual es un sistema coordinado cartesiano definido por tres coordenadas colorimétricas L^* , a^* y b^* de magnitudes adimensionales.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El valor del porcentaje de ácido carmínico en la grana carmín seca fue de 23.5 ± 1.81 %. Con esta concentración, para el teñido de algodón con el método de pre-mordentado, utilizando el extracto acuoso de la

grana carmín seca se obtuvieron los valores de la escala CIELab (L^* , a^* y b^*) para cada una de la réplicas (tabla 3). Los valores de la escala CIELab muestran un tono oscuro (L^* , 43.81 ± 0.33), rojizo (a^* , 44.64 ± 0.16), con ligero azul (b^* , -4.03 ± 0.55). Estos valores están relacionados con la cantidad de grana carmín y la concentración de ácido carmínico en la misma. Además estos valores dependen de los mordientes utilizados en el proceso, ya que Michael *et al.*, (2003), concluyeron en su trabajo que el cambio de color en las coordenadas L^* , a^* y b^* , depende de la concentración con la que se aplican los mordientes en el proceso de teñido. Asimismo los mordientes son los responsables de la fijación del color en la tela, cambiando a su vez el color dependiendo del mordiente empleado (Michael *et al.*, 2003).

En el caso de la bala labial el valor del porcentaje de ácido carmínico en la laca carmín fue de 52.0 ± 1.0 %. Con esta concentración del ácido se obtuvieron los valores de la escala CIELab (L^* , a^* y b^*), mostrados en la tabla 3 para cada una de la réplicas. Los resultados del color muestran una ligera luminosidad (L^* , 13.25 ± 3.62), con un leve tono rojizo (a^* , 4.80 ± 1.41) y en el punto de equilibrio de la escala amarillo-azul (b^* , -0.23 ± 0.84). Una vez que se forma la laca (complejo aluminio-calcio-ácido carmínico), esta tiene características diferentes al compuesto ácido carmínico, para este complejo el color permanece estable aún en cambios de pH (Gibaja, 1998). Complejos formados con otras sales tienen diferentes coloraciones, de tal manera que para lograr un color que no sea el rojo intenso en una bala labial, se requiere de la formación de otro complejo (Gibaja, 1998). Únicamente se pueden hacer cambios de coloración en la bala en un mayor o menor tono al rojo intenso, modificando las concentraciones del pigmento laca carmín en la mezcla con el aceite de castor. Tanto en el teñido de algodón con el extracto acuoso de la grana carmín, como en la pigmentación de la bala labial con la laca carmín, se obtuvieron colores firmes y homogéneos.

Tabla 2.

Formulación para la elaboración de una bala labial con laca carmín (Soria-Brito *et al.*, 2005).

| Componente | Porcentaje (%) |
|----------------------|----------------|
| Aceite de castor | 66.36 |
| Cera de candelilla | 8.30 |
| Cera de carnauba | 2.05 |
| Cera microcristalina | 4.20 |
| Cera de abeja | 1.87 |
| Laca carmín* | Necesaria |
| Aceite de castor | c.b.p |
| Total | 100.00 |

*Depende de la coloración final deseada.

Tabla 3.

Valores correspondientes de la escala CIELab, con su respectivo promedio, obtenidos en el teñido de algodón con el extracto de grana carmín y la bala labial con el pigmento laca carmín, para cada réplica.

| Réplicas | Valores en la escala CIELab | | | | | |
|----------|-----------------------------|------------------|-----------------|------------------|-----------------|------------------|
| | Tela de algodón | | | Bala Labial | | |
| | L^* | a^* | b^* | L^* | a^* | b^* |
| 1 | 43.76 | 44.45 | -4.27 | 17.13 | 3.60 | -0.69 |
| 2 | 43.44 | 44.83 | -4.55 | 9.98 | 4.45 | -0.74 |
| 3 | 44.24 | 44.65 | -3.27 | 12.63 | 6.36 | 0.73 |
| Promedio | 43.81 ± 0.33 | 44.64 ± 0.16 | 4.03 ± 0.55 | 13.25 ± 3.62 | 4.80 ± 1.41 | -0.23 ± 0.84 |

CONCLUSIONES

La aplicación de los productos obtenidos del insecto grana carmín provee de muchas ventajas al industrial, de entre ellas obtener un valor agregado del producto, por ser éste de procedencia natural, además de rescatar las tradiciones culturales de México, las cuales en tiempo de la Colonia estuvieron muy relacionadas con la aplicación de este colorante natural. Asimismo al usar este colorante y pigmento se protege el medio ambiente y la salud del ser humano. Por lo tanto, se tienen que promover la investigación para la aplicación de colorantes naturales en las industrias, con la finalidad de evitar el uso de colorantes sintéticos.

AGRADECIMIENTOS

Se agradece el apoyo recibido del CONACYT-Gobierno del Estado de Guanajuato, a través del proyecto "Aplicación del colorante grana del carmín en el sector textil" (GTO-04-C02-38). Así como el apoyo recibido de DAIP a través de los proyectos "Aplicación de la grana carmín (*Dactylopius coccus* Costa) en la elaboración de un cosmético natural" y "Obtención del carmín de cochinilla a partir del insecto (*Dactylopius coccus* Costa) para su uso en cosméticos".

REFERENCIAS

- Arroyo-Ortiz L. (2008). *Tintes naturales Mexicanos, su aplicación en algodón, heñequeñ y lana*. Universidad Nacional Autónoma de México. Pp. 184.
- Arroyo-Figueroa G. y Lesso-Aguilar. (2006). Teñido de Algodón con grana carmín. *Memorias en extenso del XII Verano de la investigación científica*, Dirección de Investigación y Posgrado, Universidad de Guanajuato. Pp. 2-6.
- Bechtold T., Mahmud-Ali A. y Mussak R. (2007). Natural dyes for textile dyeing: A Comparison of methods to asses the quality of Canadian golden rod plant material. *Elsevier. Dyes and Pigments*. XX: 1-7.
- Cristea D. y Vilarem G. (2006). Improving light fastness of natural dyes on cotton yarn. *Elsevier. Dyes and Pigments*. 70:238-245.
- Dahlgren B. (1990). *La grana cochinilla*. Editado por Instituto de Investigaciones Antropológicas de la Universidad Nacional Autónoma de México. Pp. 341.
- Del Río y Dueñas I. (2006). *Grana cochinilla fina, regalo de México para el mundo*. Instituto Estatal de Ecología de Oaxaca. Gobierno del Estado de Oaxaca. Pp.11-53.
- FDA. (2005). *Cosmetic Handbook, US Food and Drug Administration*. Center for Food Saffety and Applied Nutrition, www.cfsan.fda.gov. (Accesado el 15 de diciembre del 2005).
- Gibaja S. (1998). *Pigmentos Naturales Quinónicos*. Centro de producción Editorial. Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Pp. 14-188.
- Landeros-Guerrero M. C. (1989). *Extracto del ácido carmínico de las cochinillas de la especie Dactylopius coccus reacción de oxidación del colorante con ácido nítrico*. Universidad de Guanajuato, Tesis de Licenciatura. Pp. 8-12.
- Llenderal C., Zetina D. H., Viguera A. L. y Portillo L. (2008). *Grana cochinilla y colorantes naturales*. Colegio de Posgraduados. Pp. 124.
- Marmion D. (1984). *Handbook of U.S. Colorants for foods, drugs, and cosmetics*. John wiley & Sons. Pp. 10-427.
- Michael M. N., Tera F. M. y Aboelanwar S. A. (2003). Colour measurements and colourant estimation of natural red dyes on natural fabrics using differents mordants. *Focus on natural dyes*. Colourage. Colour Publications (P) Ltd. Pp. 31-42.
- Nagia F. A. y EL-Mohamedy R. S. R. (2007). Dyeing of wool with natural anthraquinone dyes from *Fusarium oxysporum*. *Dyes and pigments*. 75:550-555.
- Pérez Sandi Cuen M. (2001). Referencias históricas del uso de la grana cochinilla. *En Cría de la grana cochinilla del nopal para la producción de su pigmento*. Llenderal C, R Nieto, Editores, Instituto de Fitosanidad, Colegio de Posgraduados, Chapingo, Estado de México, México. Pp. 93-03.
- Sahagún B. (1992). *Historia general de las cosas de la Nueva España*. Editorial Porrúa. México, D.F. Pp. 1093.
- Soria-Brito V. M., Pérez-Nieto A., Arroyo-Figueroa G. y Ruiz-Aguilar G. M. L. (2005). Incorporación de laca carmín en la formulación de un producto cosmético natural. *Memorias de la XVII Jornada de Ingeniería Bioquímica*, Celaya, Gto., México. pp. S-3-6.
- Takahashi M. (2003). *Textiles Mexicanos, arte y estilo*. Editorial Noriega. Pp. 37-38.
- Vankar P. S., Shander R., Mahanta D., Tiwari S. C. (2006). Ecofriendly sonicator dyeing of cotton with *Rubia cordifolia* Linn. Using biomordant. *Dyes and Pigments*. 76:207-212.
- Vankar P. S., Shanker R., Srivastava J. (2005). Ultrasonic dyeing of cotton fabric with aqueous extract of *Eclipta alba*. *Dyes and Pigments*. 72: 33-37.
- Viguera-Guzmán A. L. y Portillo-Martínez L. (2001). *Manual de cría de grana cochinilla*. Universidad de Guadalajara. Guadalajara, Jalisco. Pp. 1-17.
- Viguera-Guzmán A. L., Portillo-Martínez L. y Ayón M. (2001). *Manual de teñido con grana cochinilla y otros tintes naturales*, Departamento de Botánica y Zoología, Universidad de Guadalajara, Guadalajara, Jalisco, México. Pp. 23.
- Viguera-Guzmán A. L. y Portillo Martínez. L. (1995). La grana cochinilla un recurso natural *Agricultura*. 6(35):24-25.
- UNMSN. (2008). *Pigmentos Naturales*. Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Facultad de Química e Ingeniería Química. Lima, Perú. Pp. 10-600.