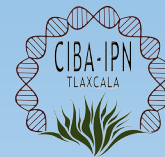




FRONTERA BIOTECNOLÓGICA



**UN PANORAMA GLOBAL
DEL GRANO DE CAFÉ**

**INGENIERÍA DE PROTEÍNAS
COMO HERRAMIENTA PARA
EL DISEÑO DE BIOSENSORES**

**ESTUDIO COMPARATIVO DE
GENERADORES ELÉCTRICOS PARA EL
APROVECHAMIENTO DEL BIOGÁS EN
UNA GRANJA PORCÍCOLA**

**GRANA COCHINILLA,
TESORO DE MÉXICO**

**PRESENCIA DE TUBERCULOSIS
ZONÓTICA EN LA CUENCA
LECHERA DE JALISCO**

Directorio Institucional

IPN

Enrique Fernández Fassnacht

Director General

Julio Gregorio Mendoza Álvarez

Secretario General

Miguel Ángel Álvarez Gómez

Secretario Académico

José Guadalupe Trujillo Ferrara

Secretario de Investigación y Posgrado

Francisco José Plata Olvera

Secretario de Extensión e Integración Social

Mónica Rocío Torres León

Secretaria de Servicios Educativos

Gerardo Quiroz Vieyra

Secretario de Gestión Estratégica

Francisco Javier Anaya Torres

Secretario de Administración

Cuauhtémoc Acosta Díaz

Secretario Ejecutivo de la Comisión de Operación y

Fomento de

Actividades Académicas

José Luis Ausencio Flores Ruiz

Secretario Ejecutivo del Patronato de Obras e

Instalaciones

David Cuevas García

Abogado General

Jesús Ávila Galinzoga

Presidente del Decanato

CIBA IPN

Myrna Solís Oba

Directora del CIBA IPN Tlaxcala

Raúl Jacobo Delgado Macuill

Subdirector Académico y de Investigación del CIBA
IPN Tlaxcala

Ángel Eduardo Absalón Constantino

Subdirector de Vinculación del CIBA IPN Tlaxcala

Erik Ocaranza Sánchez

Subdirector de Innovación Tecnológica del CIBA IPN
Tlaxcala

Victor Oswaldo Rodríguez Arreola

Revisor

Gonzalo Pérez Araiza

Soporte Técnico

Pedro Ramírez Calva

Diseño y Diagramación Frontera Biotecnológica

Ismael Sánchez González

Desarrollo Web

Cintillo legal

FRONTERA BIOTECNOLÓGICA, año 3, número 2, octubre - noviembre 2015, es una publicación bimestral editada por el Instituto Politécnico Nacional a través del Centro de Investigación en Biotecnología Aplicada. Ex-Hacienda San Juan Molino Carretera Estatal Tecuexcomac - Tepetitla Km 1.5, Tlaxcala C.P. 90700, México. Tels.: 01-248-48707-65 y 66 Conmutador IPN: 57296000, Ext. 87816. <http://www.revistafronterabiotecnologica.cibatlaxcala.ipn.mx>, Editor responsable: Dr. Ángel Eduardo Absalón Constantino. Reserva de Derechos al Uso Exclusivo del Título No. 04-2013-041111522100-203, otorgado por Instituto Nacional del Derecho de Autor. Responsable de la última actualización de este número, Centro de Investigación en Biotecnología Aplicada. Dr. Ángel Eduardo Absalón Constantino, Ex-Hacienda San Juan Molino Carretera Estatal Tecuexcomac - Tepetitla Km 1.5, Tlaxcala C.P. 90700, fecha de última modificación, 30 de octubre de 2015.

Las opiniones expresadas por los autores no necesariamente reflejan la postura del editor de la publicación. Queda estrictamente prohibida la reproducción total o parcial de los contenidos e imágenes de la publicación sin previa autorización del Instituto Politécnico Nacional.

CONTENIDO

I MENSAJE EDITORIAL

5 UN PANORAMA GLOBAL DEL GRANO
DE CAFÉ

10 ESTUDIO COMPARATIVO DE
GENERADORES ELÉCTRICOS PARA EL
APROVECHAMIENTO DEL BIOGÁS EN UNA
GRANJA PORCÍCOLA

14 GRANA COCHINILLA, TESORO DE
MÉXICO

21 INGENIERÍA DE PROTEÍNAS COMO
HERRAMIENTA PARA EL DISEÑO DE
BIOSENSORES

26 PRESENCIA DE TUBERCULOSIS
ZONÓTICA EN LA CUENCA
LECHERA DE JALISCO



MENSAJE EDITORIAL

Estimados lectores,

En los últimos años la biotecnología ha crecido a pasos agigantados y ha permitido el desarrollo nuevos productos y servicios que han mejorado nuestra calidad de vida. Nos es muy grato en esta segunda edición de la revista Frontera Biotecnológica, divulgar las contribuciones a la investigación científica aplicada y al desarrollo tecnológico que científicos mexicanos han hecho (y con toda certeza continuarán haciendo) en beneficio de nuestro país y del mundo entero.

En esta edición, con cinco temas de las diversas disciplinas que forman parte de la biotecnología, damos a conocer resultados del trabajo que se ha llevado a cabo en centros públicos de investigación del país.

En el primer artículo, un grupo de investigadores del Centro de Investigación en Biotecnología Aplicada del Instituto Politécnico Nacional, encabezados por la maestra Minerva Rosas Morales, quien tiene amplia experiencia en la producción, en investigación científica básica y aplicada y en comercialización del café, nos informa sobre la situación actual del café en el mundo. Todo esto desde un enfoque que abarca los factores sociales, políticos y financieros que juegan un papel determinante en la producción del café.

Por otro lado, un grupo conformado por varias instituciones del país nos muestran resultados de campo para la producción de biogás a partir de residuos de la industria porcícola y evalúan su uso para la generación de energía eléctrica. Resalta en importancia este artículo, el análisis financiero que se hizo para la selección de un generador eléctrico aplicable al proceso de la granja y de acuerdo con las condiciones de producción.

Haciendo gala del enfoque multidisciplinario de la biotecnología, la maestra Ada María Ríos Cortés y colaboradores, nos muestran un panorama general del estudio de la grana cochinilla, incluyendo una remembranza histórica, artística, química, farmacéutica y alimentaria. Lo cual nos invitan a continuar la obtención de pigmentos a partir de fuentes naturales.

Los doctores Pedro Jiménez Sandoval y Luis G. Briebe del Laboratorio Nacional de Genómica para la Biodiversidad del CINVESTAV Irapuato, nos presentan un ensayo de ingeniería de proteínas y una aplicación en el diseño del biosensores. Una área de la biotecnología, que en la última década ha crecido enormemente y se perfila para ser una de las principales herramientas para el diagnóstico.

Finalmente y no menos importante el grupo de investigación de la Dra. Sara Elisa Herrera Rodríguez del CIATEJ, nos comparte sus resultados de investigación epidemiológica sobre la tuberculosis bovina realizada en los últimos tres años en el estado de Jalisco; un tema por demás importante que afecta a la industria de alimentos.

Finalmente, les invitamos a disfrutar la lectura de Frontera Biotecnológica, para conocer la investigación científica que antepone siempre el precepto: "La técnica al servicio de la patria".

Dr. Angel Eduardo Absalón Constantino

GRANO DE CAFÉ

Minerva Rosas-Morales, Ada María Ríos-Cortés, Fernando López-Valdez
Grupo de Biotecnología Agrícola. Centro de Investigación en Biotecnología Aplicada del
Instituto Politécnico Nacional. 90700 Tlaxcala, Mex.

El grano del café es un importante producto agroindustrial que se ha visto limitado por múltiples factores para establecerse y mantenerse en el gusto de los consumidores. Desde el consumo privado por los árabes en sus orígenes hasta la regulación de precios de los mercados internacionales. En este trabajo da un ligero vistazo a estado general del grano de café y sus principales factores de influencia.

El café

Se denomina café a la bebida preparada por infusión de las semillas tostadas del fruto de los cafetos. Es de agradable aroma y sabor, contiene una variedad de compuestos responsables de su calidad sensorial y de sus efectos fisiológicos [1]. El café es originario de Etiopía, fue consumido por los árabes dentro de su círculo herméticamente cerrado sin oportunidad a compartirlo o venderlo. Hasta que asadamente fue robado un cafeto y debido a ello fue propagado y cultivado en el mundo. Introducido en América en 1720 y a México en 1796, registrándose los primeros cultivos en Córdoba, Veracruz [2]. Actualmente, México ocupa el 9º lugar como productor de café verde, después de Brasil, Vietnam,

Indonesia, Colombia, Etiopía, Perú, India y Honduras, aportando el 3% del volumen mundial con 1,287,643 toneladas [2,3]. El sector agroindustrial del café en México destaca por su importancia económica, social e incluso ambiental. Su cultivo ocupa la séptima posición en cuanto a la superficie nacional cosechada de los cultivos cíclicos y perennes después del maíz, los pastos, frijol, sorgo, caña de azúcar y avena forrajera. El padrón nacional es de 504,372 productores, el 64% son minifundistas que poseen superficies menores a 1 hectárea y un 2.6% posee superficies mayores a 5 ha, el resto, poseen entre 2 y 5 ha. En los estados de Chiapas, Veracruz, Oaxaca, Puebla, Guerrero e Hidalgo se concentra el 94% de la superficie. La importancia del grano radica en las divisas que genera a partir de su oferta y demanda, a pesar de la fluctuación de los precios aún resulta redituable ya que en los últimos años ha incrementado el consumo per cápita de café, de 1.2 kg · persona · año en 2010 a 1.4 kg · persona · año en 2013, se estima que continuará a la alza: 1.8 kg · persona · año para el 2018; lo que ha obligado a los productores a cuidar la calidad, mejorar su cultivo y proceso, impactando positivamente la economía del país y las familias dependen de esta actividad [4].

Agroindustria del café

La agroindustria del café en todos los países productores está influenciada por el comportamiento del mercado mundial, en los últimos años el cultivo se extendió a más de 50 países. El café es uno de los pocos cultivos que se destinan en su mayor parte a la exportación, la maquinaria usada en su producción y procesamiento provienen mayormente de países no productores, y sus precios son determinados en centros financieros como Nueva York y Londres [5].

La actividad cafetalera mundial está determinada por numerosos factores: económicos, sociales, políticos y climáticos, principalmente; gestados al interior y al



exterior de cada país, por lo que la producción, oferta y demanda internacionales del grano son constantemente influidas por éstos.

Factores políticos

La regulación cafetalera mundial está normada internacionalmente por la Organización Internacional del Café (OIC), organismo que forma parte de la Organización de las Naciones Unidas y se regula por los Convenios Internacionales del Café (CIC) [6, 7]. La OIC se creó por los países productores del grano en 1962 y tiene su sede en Londres. Sus principales objetivos fueron equilibrar la oferta y la demanda, reducir los excedentes del grano, fomentar el consumo del café, investigación, regular la oferta por medio de convenios por la CIC [8]. México fue el único de los seis principales países productores que duplicó sus exportaciones durante el año de 1989, creciendo en 103.7%; seguido de Colombia con 52.6%, Brasil con 15.1% e Indonesia

con 10.5%, mientras que las exportaciones de Costa de Marfil y Uganda retrocedieron [8].

Factores sociales

Entre los factores sociales, se puede citar la existencia de movimientos armados o migraciones. Las limitaciones educativas, de salud y alimentación que vive la mayoría de los pequeños cafecultores y jornaleros en el mundo, representan uno de los aspectos importantes que se debe considerar. Debido a que la actividad cafetalera cada vez representa una parte menor del ingreso de esas familias [9], como consecuencia de la crisis mundial del café. Se estima que en México más de 300,000 personas perdieron su empleo y abandonaron sus fincas para incorporarse a los circuitos de migración internacional como una alternativa para enfrentar esta situación.

Factores climáticos

Factores climáticos como el fenómeno de “El niño”, inundaciones y sequías constituyen elementos que pueden hacer variar la oferta y la demanda del café. El cafeto de desarrolla mejor en zonas cálidas y semi-cálidas con precipitaciones medias de 1,500 mm anuales. No obstante, dichas zonas se encuentran frecuentemente expuestas a fenómenos climáticos adversos como incendios forestales y huracanes que afectan a países de Centroamérica, así como las excesivas lluvias que provocan inundaciones en Asia. Como es de esperarse, estos fenómenos han mermado y/o destruido múltiples plantaciones [10].

Se sabe que la variación anual de la producción de café está relacionada principalmente con la variación climática, debido a que estos factores afectan el desarrollo de las fases fenológicas del cultivo.

Por ejemplo, el proceso de la fotosíntesis se limita cuando se produce el estrés hídrico, debido al cierre de estomas y a la reducción de actividades fisiológicas de la planta. Otro factor que puede reducir la productividad es la temperatura, registros menores a 4 °C ocasionan el amarillamiento de las hojas y muerte de tejidos y brotes. Temperaturas superiores a 30 °C reducen la fotosíntesis y provocan aborto de flores, lo que resulta en una pérdida de la producción.

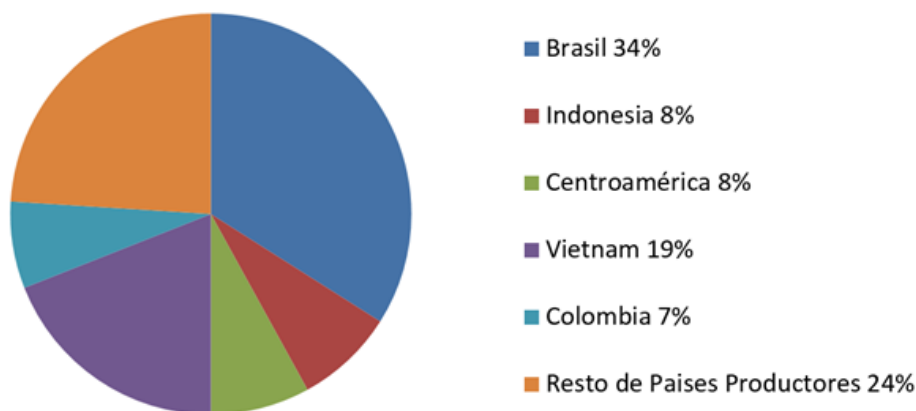
Factores financieros

El aumento en la inestabilidad del precio del café ha llegado al punto de que los precios han oscilado hasta dos puntos porcentuales por hora o día, por ejemplo: el C. arábigo en la bolsa de Nueva York ha pasado de 168.15 a 172.15 de un día [11]. La Bolsa de Nueva York cotiza el café arábigo en centavos de dólar estadounidense por libra (¢ lb^{-1}), y el café robusta se cotiza en la Bolsa de Londres en libras esterlinas por tonelada, £ ton^{-1} [6]. Las fluctuaciones de precios complican enormemente la actividad cotidiana de los exportadores y su factor de riesgo se multiplica [12]. Los altos precios dan lugar a aumentos de la producción que a largo plazo exigen retrocesos, sobre todo en un mercado que ha saltado de menos de 50 ¢ lb^{-1} en 1992, hasta 216 ¢ lb^{-1} en 1994, para volver a 120 ¢ lb^{-1} en 1995; esto dependiendo de la oferta y la demanda en el mercado internacional y de acuerdo a la bolsa de Nueva York [12]. Según la OIC, la producción mundial de café exhibió en 2013 una mínima variación respecto al año 2012, registrándose un crecimiento del 0.5%, alcanzando un volumen de producción cercano a los 145,775 sacos. Brasil fue el mayor productor de café a nivel mundial en 2013, con el 34% del total, seguido de Vietnam con el 19%, Indonesia, Centroamérica con 8% y Colombia con el 7% de la producción global [13]. De los 5 mayores productores de café a nivel mundial, la región centroamericana se vio mayormente afectada en su producción. En 2013, el volumen de producción de sacos de café producidos en Centroamérica se redujo en un 15.4%, seguido de Indonesia con un 8.4%.

Aun cuando la producción del café a nivel mundial ha mostrado un débil crecimiento, la tendencia en el consumo se ha incrementado en los últimos años. El 71% de la producción mundial de los últimos 5 años es para exportación a países no productores. La relevancia de este producto es fuente importante de empleos. En la década del 2000, el sector demandaba 1.6 millones de empleos en Centroamérica en todas las fases de producción. Según la CEPAL (2002), la actividad cafetalera en Centroamérica representa entre el 1% y el 8% del PIB regional y entre el 12% y 33% de la producción primaria o agrícola. En el comercio exterior, el café sigue siendo uno de los principales productos de agro-exportación [13].

La producción total de café en Centroamérica presentó una caída (2012-2013), debido principalmente al fenómeno de la plaga de la roya, que exhibió una merma del 53% según la OIC. En términos generales, la producción fue menor a lo registrado en la etapa previa de afectación de la roya, equivalente a 3.5 millones de sacos, de los cuales, cerca del 96.2% son explicados por efecto de la enfermedad de la roya.

La variación anual de la producción de 2012 y 2013 registró pérdidas de -10.0% y -15.4%, respectivamente ha ido a la baja. Centroamérica participó con el 8% de la producción mundial en 2013, mientras que en 2011 lo hizo en el equivalente del 11.1%. Los principales factores que regulan la economía del café son la roya, heladas o sequías. También, la baja producción del grano ha disminuido de la demanda de mano de obra



[14].

Conclusión

A pesar de que el cultivo de café involucra un gran número de productores e impacta importantemente en la economía de estos países, también es uno de los productos con mayor vulnerabilidad en su precio; depende de la calidad, factores climáticos, económicos o financieros del grano. Además, la regulación está sujeta a la oferta y la demanda en el mercado internacional.

Vietnam e Indonesia han superado a México, quedando en la novena posición como país productor. Desde el 2011, el precio internacional del café comenzó a descender paulatinamente, como resultado de la abundante oferta mundial y la menor demanda por los centros consumidores, debido a los efectos de la crisis financiera internacional. Aún queda suficiente por explotar y explorar las propiedades de este importante grano.

Referencias

1. Consejo Mexicano del Café. Cultura del café, (Abril 2012).
2. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA). Fomento productivo del café mexicano, noviembre 2006.
3. Secretaría de Hacienda y Crédito Público (SHCP). Panorama del café, mayo 2014.
4. Coparmex. Análisis de café 2014-2015. Costa de Chiapas (2015).
5. Santoyo-Cortes V.H. et al. Tomados de: Sistema agroindustrial café en México: diagnóstico, problemática y alternativas; México, Universidad Autónoma de Chapingo. (1996) pp. 12-13.
6. Martínez-Morales A.C. El proceso cafetalero mexicano. IIE-UNAM. 190 México (1996) Pp. 17 a 113.
7. OIC. Informe Mensual del Mercado de Café Enero 2014. Londres: Organización Internacional de Café.
8. Betancourt-Aduen D.; López-Arévalo J. El mercado internacional del café en la coyuntura actual. In Villafuente-Solis, D. (coord.). El café en la frontera sur. La producción y los productores del Soconusco, Chiapas, México. Gobierno del Estado de Chiapas (1993). Pp. 9-44 café en la frontera Surop. cit; pág. 10 a 17.
9. Organización Internacional del Café; Coffee Statics. September 1996; Londres; (1997). Pp. 3.
10. Renard, M.C. La comercialización internacional del café; México Universidad Autónoma de Chapingo. (1993).
11. Rivera Silva, M. del R.; Nikolskii Gavrillov, L.; Castillo Álvarez, M.; Ordaz Chaparro, V.M.; Díaz Padilla, G.; Guajardo Panes, R.A. Vulnerabilidad de la producción del café (*Coffea arabica* L.) al cambio climático global. Terra Latinoamericana, vol. 31, núm. 4, (2013). 305-313.
12. UNCTAD/OMC. Centro de Comercio Internacional; Café: Guía del exportador. Suplemento; Ginebra, (1996) pp. 23.
13. Coyuntura Económica Centroamericana Policy Brief N°2 Marzo 2014 Dirección de Estadísticas, Estudios y Políticas (DEEP) Tópico: "Mercado de café en Centroamérica: una revisión del estado actual" Consultadas en: Anderson, P., McLellan, R., Overton, J., Wolfram, G. Price Elasticity of Demand. Mackinac Center for Public Policy. (1997).
14. CEPAL/FAO/IICA. Perspectivas de la agricultura y del desarrollo rural en las Américas: una mirada hacia América Latina y el Caribe. Comisión Económica para América Latina y Caribe/Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura/Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura. México, D.F. (2014).

THOMSON REUTERS ES EL PROVEEDOR LÍDER MUNDIAL DE SOLUCIONES E INFORMACIÓN INTELIGENTE PARA EMPRESAS Y PROFESIONALES.

Combinamos experiencia en la industria y tecnologías innovadoras para suministrar información esencial para los tomadores de decisiones.

Web of Science™ — La base de datos de indexación de la investigación científica de todas las áreas de conocimiento líder en el mundo.

EndNote® — Herramienta para administrar y organizar su investigación. Gestor de referencias y creación de bibliografía; práctico y sencillo.

InCites™ — Una vista de 360° del desempeño investigativo de su institución. Métricas sobre producción, financiamiento y reputación.

<http://ip-science.thomsonreuters.com/>



THOMSON REUTERS

©2014 Thomson Reuters. All rights reserved.
Thomson Reuters and the Kinesis logo are trademarks of Thomson Reuters.



INSTRUMENTOS CIENTÍFICOS PARA UNA VIDA MEJOR

EQUIPAR, S.A DE C.V. ha sido por más de 70 años un proveedor sólido y confiable de instrumentos científicos y productos técnicos de vanguardia para todo tipo de empresas.

	COLE-PARMER		MASTERFLEX	
BUCHI		PARR		BELLINGHAM + STANLEY JULABO
	BINDER NEW BRUNSWICK		BROOKFIELD OAKTON	
EPPENDORF OHAUS		EQUIPAR MUEBLES SARTORIUS		LABCONCO THERMO ORION

OFICINA CENTRAL

Juan Sánchez Azcona 1447,
Col. Del Valle, Delegación Benito Juárez, C.P. 03100,
México, D.F.
Tel: 52 (55) 54 20 99 01
equipar@equipar.com.mx

SUCURSAL QUERÉTARO

Calle Palma Cariota No. 2021,
Col. Palmares,
Querétaro, Qro.
Tel: (442) 688 1204
sucursalqueretaro@equipar.com.mx

SUCURSAL GUADALAJARA

Av. Del Parque No. 34,
Col. San Andrés C.P. 44810
Guadalajara, Jalisco.
Tel: (33) 3657 3598
ventasguadalajara@equipar.com.mx

www.equipar.com



PARA EL APROVECHAMIENTO DEL BIOGÁS EN
UNA GRANJA PORCÍCOLA

ESTUDIO COMPARATIVO DE GENERADORES ELÉCTRICOS

José Luis Montes¹, José Arturo del Angel¹, Myrna Solís², Aida Solís³, José Luis Gil Estrada⁴

¹Universidad Veracruzana, Facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica,

²Instituto Politécnico Nacional, Centro de Investigación en Biotecnología Aplicada,

³Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Xochimilco, ⁴Universidad Politécnica del Estado de Morelos.

Autor para correspondencia: tavares_2070@hotmail.com

Resumen

En la actualidad existen empresas que cuentan con digestores para el tratamiento de residuos, como son los de rellenos sanitarios o granjas. Sin embargo en muchas de ellas el biogás se quema y no se aprovecha. En el presente estudio se propone usar el biogás que se produce en los digestores, localizados en una granja de cerdos, para generar electricidad. Con el análisis de parámetros como la potencia de arranque, consumo de combustible y generación de energía eléctrica, fue posible seleccionar un generador eléctrico comercial para la empresa.

Abstract

Nowadays there are some companies that have digesters for the treatment of waste, such as landfills or farms. However, in some of them, the biogas produced is burned and not utilized. In this study is proposed the use of the biogas produced in a digester, located in a pig farm, for the generation of electricity. With the analysis of parameters such as starting power, fuel consumption and power generation was possible to select a commercial electrical

generator for the farm.

Introducción

Actualmente la mayor parte de la energía en el mundo proviene de fuentes no renovables, el uso de combustibles fósiles sigue siendo la fuente principal para satisfacer las necesidades energéticas mundiales; sin embargo la emisión de gases de efecto invernadero por la extracción y quema de combustibles fósiles, es el problema ambiental más grave en la generación de energía. Según la Agencia para la protección del Ambiente de Estados Unidos de Norteamérica, las emisiones de dióxido de carbono en 2007 en ese país correspondieron principalmente a la quema de combustibles fósiles para generar electricidad [1].

Tomando esto como referencia, se observa que necesario utilizar fuentes de energía renovables en la generación de electricidad, para mitigar las emisiones de gases que aumenten la temperatura de la atmósfera y para lograr una transición energética tangible a corto tiempo en todo el mundo.

Durante los últimos años las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) han sido un punto de preocupación mundial, debido a los efectos que tienen sobre la atmósfera. Generalmente, el GEI más abundante es el dióxido de carbono (CO₂), pero existen otros como el metano (CH₄) el cual tiene un potencial de calentamiento global de 23 años/horizonte [2]. Una de las actividades que más produce GEI es la obtención de energía eléctrica, otros sistemas que contribuyen a la generación de DEI son la producción de gas natural, la fermentación entérica, la agricultura, la minería y por el manejo de estiércol [1].

Se ha estudiado el uso de otras fuentes alternas de energía renovable, por ejemplo: en el sector ganadero se ha utilizado biodigestores anaerobios que permiten la generación y posterior captación del llamado biogás, el cual está compuesto en su mayor parte por metano y dióxido de carbono. El biogás es un combustible que se puede usar en la generación de calor y electricidad mediante dispositivos de combustión interna [3].

En el presente trabajo se realizó un análisis del biogás producido en una granja porcícola, se determinó el consumo energético de la misma y con base en un análisis de generadores eléctricos comerciales, se recomendó el uso de uno de ellos para ayudar a cubrir la demanda de electricidad en la granja y aprovechar el biogás.

Metodología

El proyecto se llevó a cabo en una granja porcícola ubicada en Perote, Veracruz en México, que ya cuenta con biodigestores para el tratamiento de los residuos, pero el biogás producido no se aprovecha, sólo se quema. Se consideraron los datos históricos de producción de biogás, medidas que ha tomado la empresa con un medidor de flujo volumétrico digital y la información del contenido de metano, el cual se determina con un cromatógrafo de gases. Se evaluaron los consumos eléctricos de la empresa tomando la información del histórico de los

recibos de luz que ha pagado la misma, para finalmente determinar la factibilidad de aprovechar el biogás en la generación de energía eléctrica.

Resultados

Consumo energético en la granja

De acuerdo con los registros de CFE durante doce meses, el sitio está consumiendo un promedio de 6800 kWh por mes. Se realizó un censo de todos los aparatos consumidores de energía eléctrica dentro del sitio, se determinó que tienen una demanda máxima conectada al suministro de electricidad de 56.2 kW y una energía activa diaria de 140.84 kWh/día. A estos resultados habrá que adicionar un 7% de pérdidas de electricidad en la instalación lo que tendría como resultado teórico en promedio 150.69 kWh por día.

Producción de biogás

En el digestor que opera en la graja, se registró una producción media de biogás de 45.6 m³/h, una máxima de 64 m³/h, una mínima de 7 m³/h y una desviación estándar de 10.4 m³/h. Los datos históricos de la empresa indican que, durante los meses de invierno, la producción de biogás disminuyó de manera considerable y aumentó durante los meses cálidos; la producción media durante el año fue de 56.44 m³/h.

Elección del equipo para generar energía eléctrica, operado con biogás

Para escoger el generador se tomó en cuenta la potencia que genera, el consumo de combustible, la disponibilidad en el mercado y el costo de compra. Se analizaron ocho equipos comerciales

generadores de energía eléctrica operados con biogás, sus características se indican en la tabla 1.

Marca	Modelo	Potencia real (kWh)	Potencia aparente (kWh)	Consumo mínimo Combustible (m³/h)
CAT	DM8657	72	90	44.2
Cummins	160GF-SZ	158	174	51
Cummins	120GF-SZ	120	132	39
Cummins	60GF-SZ	57	63	18
Cummins	60GF-SJ	57	63	18
QINGDAO	CGE-100	100	125	32
CAT	DM8659	132	165	76.2
CAT	DM8661	177	221	112.9
Cummins	200GF-SZ	205	226	66

Tabla 1. Características de los generadores que funcionan con biogás

Del análisis de la tabla I se consideró lo siguiente:

Tres de los generadores listados requieren un mayor consumo mínimo de combustible que la producción media del biodigestor, por lo cual se descartaron, estos fueron el DM8659, DM8661 y 200GF-SZ.

Posteriormente se realizó un análisis de la eficiencia en el consumo de cada generador dividiendo el combustible consumido entre la potencia real del equipo, también se tomó en consideración la generación de energía que se tendrá con el consumo de combustible. De acuerdo con estos resultados los modelos 60GF-SZ y 60GF-SJ son los que presentan una mayor eficiencia en el consumo de combustible, pero la potencia que generan es menor a la de otros generadores analizados.

El modelo CGE-100 muestra una buena eficiencia, un bajo consumo de combustible y una potencia alta pero su acceso en el mercado es difícil al no haber un distribuidor autorizado en el mercado. El modelo DM8657 presenta buena eficiencia pero baja potencia. Los modelos 120GF-SZ y 160GF-SF tienen una eficiencia alta, consumo de combustible dentro de la producción media y fácil acceso para adquisición en el mercado, es por esto que se eligieron como los posibles generadores a instalar. Para poder seguir con la selección, finalmente se compararon los costos de adquisición de los modelos 120GF-SZ y 160GF-SF.

El costo del equipo 120GF-SZ a la fecha en que se hizo el análisis tenía un costo de US\$94,545.45, mientras que para el modelo 160GF-SF era de US\$122,033.89. El costo del kilowatt sería de \$787.878 y \$762.711 respectivamente para cada modelo, este costo se calculó al dividir el costo del equipo entre la potencia real de cada equipo, con una vida útil de 20 años. Contando con los análisis del consumo de combustible, la eficiencia en el consumo de combustible y en el

costo por kilowatt de los equipos, se determinó que el equipo 120GF-SZ es el que mejor se adapta al perfil de generación, debido a su costo y al consumo promedio de biogás para su funcionamiento. Como es necesaria la adquisición de otros aditamentos para el generador eléctrico como serían los filtros, el costo total del equipo se calculó de 175,000 dólares, el gasto se recuperaría en 3 años.

Conclusiones

En algunos lugares se generan residuos orgánicos susceptibles para operar un biodigestor que, dependiendo de la cantidad de materia que pueden procesar, pueden generar el suficiente biogás para operar usar un generador eléctrico, con lo cual los costos de operación por consumo energético se verán minimizados.

Es importante hacer este tipo de estudios para aprovechar las energías alternativas disponibles, como son los residuos de las granjas, con lo cual se obtendrían además de los beneficios económicos, beneficios ambientales por la reducción en la generación de gases de efecto invernadero ocasionados por la producción de energía eléctrica.

Bibliografía

1. EPA, U.S. Environmental Protection Agency, 2011. Inventory of U.S greenhouse gas emissions and sinks: 1990 – 2009. Washington, DC 20460 U.S.A. Pag. 3-1 a 3-59.
2. United Nations Environment Programme 2003. Disponible en <http://www.unep.org/>
3. Deublein Dieter; Steinhauser, Angelika, 2008. Biogas from waste and renewable resources an introduction. Wiley VCH. Germany. Primera edición. Páginas 47-82, 361-388.



RYE

TODO PARA SU LABORATORIO

Estándares de Absorción Atómico - Reactivos Químicos y de Alta Pureza - Balanzas - Papel Filtro - Bombas Peristálticas - Vidriería

SHEL LAB
 ATAGO EPPENDORF
 CORNING WHATMAN OHAUS
 BROOKFIELD BECTON DICKINSON
 MERCK MILLIPORE GILSON FERMONT
 THERMO SCIENTIFIC THERMO ORION HACH

01 800 7777 RYE (793)

www.reactivosyequipos.com.mx

Monterrey México Chihuahua Torreón Saltillo Aguascalientes S.L.P Guadalajara Mérida Irapuato y muchas ciudades más!



QUIMICA VALANER

A lo largo de nuestra historia, Química Valaner, se ha consolidado como una empresa líder en la introducción y comercialización de tecnologías de amplio reconocimiento en el mundo, siendo nuestra premisa ser un pilar para el alcance de los objetivos de nuestros clientes, donde la disponibilidad de tecnologías de punta, no sean una limitante.

Además, siempre responsable de la preservación del medio ambiente, Química Valaner, ha incorporado a México, lo último en tecnologías ecológicas, cuyos desechos no representen un peligro de contaminación.

Actualmente, los equipos, insumos, instrumentos y reactivos que comercializa Química Valaner, cubren tres campos clave de desarrollo tecnológico de nuestro país:

- Investigación y enseñanza Científica básica
- Investigación y diagnóstico molecular
- Diagnóstico clínico

Para Química Valaner, el compromiso de máxima satisfacción de nuestros clientes, es la constante que nos guía, integrando un robusto equipo de asesores y ejecutivos de ventas, con el ideal de brindar un servicio integral y personalizado, acorde a los requerimientos y objetivos de nuestros clientes.





TESORO DE MÉXICO

GRANA COCHINILLA

Ada María Ríos-Cortés ¹, Fernando López-Valdez ¹, Valentín López-Gayou ¹, Minerva Rosas Morales ¹, Alma Leticia Martínez-Ayala ², Gabriel Ríos-Cortés ³.

¹ Grupo de Biotecnología Agrícola. Centro de Investigación en Biotecnología Aplicada – Instituto Politécnico Nacional. Tepetitla de Lardizabal, 90700 Tlx., Mx. ² CEPROBI - Instituto Politécnico Nacional. 62731 Mor., Mx. ³ Instituto Tecnológico de Orizaba. 94320 Ver., Mx.

Resumen

El ácido carmínico es uno de los colorantes más importantes del mundo, por sus diversas aplicaciones en textiles, cosméticos, fármacos (grageas y tabletas), alimentos y bebidas (E-120), en frescos e instrumentos musicales, entre otras aplicaciones. Usado ampliamente desde la época precolombina en América, pasando por la Europa pos-renacentista hasta nuestros días, siendo la grana mexicana la más empleada. El insecto, *Dactylopius coccus*, en la actualidad espreciado por la calidad del ácido carmínico, con potencial mercado para ser un agronegocio rentable y con demanda a nivel mundial.

Abstract

Cochineal extract or carmine (carminic acid) is one of the most important colors of the world through their various applications in textiles, cosmetics, drugs (tablets and capsules), food and beverages (E-120), frescos (paintings) and musical instruments, among other applications. Widely used in the world, since pre-Columbian times in America,

through the post-Renaissance Europe until today, were the Mexican cochineal extract the most used. The insect, *Dactylopius coccus*, today is prized for the quality of carminic acid with market potential to be a profitable agribusiness and their demand on worldwide.

La grana

La grana cochinilla es un insecto que parasita el nopal, su nombre científico es *Dactylopius coccus* del que se obtiene el ácido carmínico. Este pigmento ha servido desde el siglo II a.C. en Sudamérica. La grana fue recaudada por los gobernadores como tributo en las regiones productoras bajo su dominio en el México prehispánico [1].

Se ha encontrado en las descripciones y representaciones labradas en murales; en las pinturas de los amatl (papel amate), en los textiles y en la época post-colombina. Éste pigmento fue usado para realizar los códices Bodiano, Florentino, Borbónico, por mencionar algunos.

El código Florentino destaca la participación de Fray Benardino de Sahagún que en 1577 escribió: “En estos días la cochinilla llega hasta China y Turquía y en casi todo el mundo es altamente conocida y valorada”. Con la llegada de los españoles, la comercialización de la cochinilla mexicana tuvo mayor auge debido a su alta demanda en Europa [1, 2, 3].

Se sabe que en el siglo XVI, fue la segunda exportación más lucrativa en ese continente debido al florecimiento de las industrias de la seda de lujo y la lana en Italia, su uso en Europa está documentado desde 1523 en los reglamentos de teñido italiano.

Con su llegada a Europa, la cochinilla fue empleada desde tintoreros, famosos pintores y lauderos; como principal pigmento usado para lacas rojas desde mediados del siglo XVI hasta el XIX. Los europeos se entusiasmaron con su color vibrante, que igualó o superó al de otras fuentes tradicionales de tintes rojos. Tal es el caso de Vincent van Gogh quien escribió a menudo a cerca de este pigmento, como se puede observar en las cartas enviadas a su hermano Theo [4] (Figura 1).

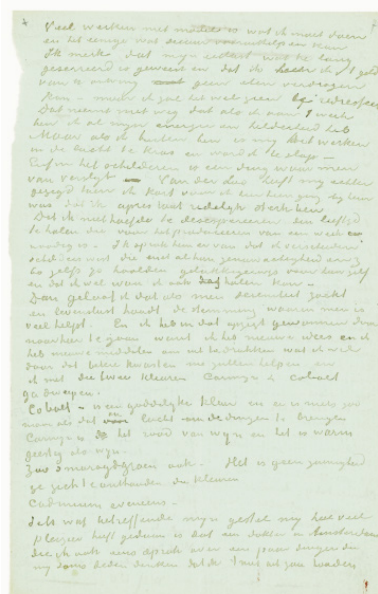
La producción de grana cochinilla en la Nueva España

Debido el éxito de la grana en el viejo mundo, los españoles intensificaron los cultivos en diversas regiones de la Nueva España con la finalidad de alcanzar una producción que lograra satisfacer la demanda del colorante.

Es importante destacar que en los códices se muestra que la grana era empacada en talegas, se sabe que ocasionaba que se agitara y desmenuzara. Resulta interesante el antecedente de que la grana fina ya purificada se preparaba en forma de panecitos llamados nocheeztlaxcalli. Los españoles no pudieron adoptar esta técnica que con certeza presentaba ventajas en el almacenamiento y transporte de la grana [5].

En el siglo XVI, Martínez afirma que “como el maíz y otra labor agrícola, los rendimientos de la grana cochinilla también dependían de los factores meteorológicos”, donde había años prósperos y otros no, ya la producción novohispana podía fluctuar desde

tres a ocho mil arrobas anuales (11.5 kg por arroba) [6]. En las últimas décadas del siglo XVI, Puebla logró monopolizar el producto debido a que era la sede del Juez de grana. Los jueces surgieron como una petición de los mercaderes, ya que existían fraudes por la mezcla de la grana fina con la silvestre, debido a esto se crearon dichos puestos en Puebla y Oaxaca.



“Y realmente me emociona estos dos colores carmín y cobalto, el cobalto es un color divino no hay nada tan bello y fino como el cobalto para ponerle espacio a las cosas. El carmín es el color del vino y es cálido como el vino”.

28 de diciembre de 1885

<http://vangoghletters.org/vg/letters/let550/letter.html>

Figura 1. Carta de Vincent van Gogh a su hermano Theo

La industria de la grana había alcanzado proporciones verdaderamente importantes en el mercado de Puebla, surtido por Tlaxcala, Cholula, Tepeaca, Tecamachalco y otros pueblos, el comercio de la grana ascendía a 200 mil pesos en oro anual. En 1561, se calculaba que los gobernadores indios de Tlaxcala hacían una venta semanal de 15 a 16 arrobas (175 kg) con un valor de 900 pesos en oro [5].

Existían diversos problemas en cuanto el comercio de la grana, según versiones, se menciona que los excesos de los funcionarios reales fueron la causa de que los nativos se convocaran a destruir los cultivos de nopales, el clima de tensión que existía hizo que las regiones productoras perdieran el interés del beneficio que aportaba el comercio de la grana.

Y culminó con el abandono de la crianza de este singular producto altamente rentable en el país [5, 6].

Análisis e identificación del pigmento

Gracias a los vestigios, evidencias y a las diversas técnicas se puede saber qué pigmentos fueron empleados en el arte antiguo. De igual forma, si el intenso rojo carmesí plasmado en las grandes obras fue o no extraído de *Kerria laca*, *Kermes vermilio*, *Parphyrophora polanica* (cochinilla polaca), *Porphyrophora hamelii* (cochinilla armenia), insectos que fueron empleados hasta antes del siglo XVI.

Por mencionar algunas técnicas de caracterización que han ayudado a dilucidar la aplicación de este tinte en obras de arte se tienen:

- Cromatografía Líquida de Alta Resolución (HPLC, acrónimo en inglés High Performance Liquid Chromatography) esta técnica es separativa, se emplea principalmente para la identificación de pigmentos orgánicos [7].
- Espectroscopía Raman, la cual proporciona una huella dactilar de los materiales a caracterizar. Se utiliza como técnica no destructiva (incluso in situ) en el diagnóstico de diferentes materiales en el campo de la preservación del patrimonio histórico, en la caracterización de pigmentos inorgánicos [8].
- FORS (Fiber Optic Reflectance Spectroscopy) la cual es una técnica es rápida y exacta y no invasiva para la investigación de superficies pintadas. Empleada para pigmentos orgánicos que son lavables, difíciles de analizar. Leona y Winter (2001) mencionan que sólo con esta herramienta es posible analizar pinturas japonesas por el tipo de pintura que se empleó [8, 9].
- Microscopios Raman, es resultado del acoplamiento de un microscopio óptico a un espectrofotómetro Raman, es la más utilizada hoy en día ya que se puede penetrar unas cuantas micras en la muestra de modo no destructivo [8].
- El SERS (Surface Enhanced Raman Spectroscopy) técnica intensificada por superficies metálicas nanoestructuradas, es de alta sensibilidad y puede detectar cantidades pequeñas de muestras que tengan una fluorescencia intrínseca intensa, y que son difíciles de detectar mediante el Raman convencional [10].

Obras de arte pintadas con grana cochinilla mexicana

De acuerdo con documentos antiguos: bitácoras, cartas,



Figura 2. Paolo Veronese (1528 – 1588), 'The adoration of the Kings', Victoria & Albert Museum V&A: 587-1892. En esta pintura se sugiere que se usó grana mexicana por el detalle de la capa de terciopelo, color y la fecha de elaboración.

diarios de autores, reglamentos de teñido y sobre todo a las técnicas arriba mencionadas, se sabe que pinturas de Joachim Beuckelaer, 'Four elements' (1569); Paolo Veronese, 'The adoration of the Kings' (1573) (Figura 2). El autorretrato de Rembrandt 'Self portrait at the age of 63' (1669); por mencionar algunos artistas, donde el carmín mexicano fue uno de los pigmentos empleados en dichas obras de arte [7].

También fue usado en los renombrados violines Stradivarius, el afamado luthier italiano Antonius Stradivarius (1644 – 1773) que deliberadamente aplicaba cochinilla sobre las diferentes lacas usadas convencionalmente en la manufactura de violines como

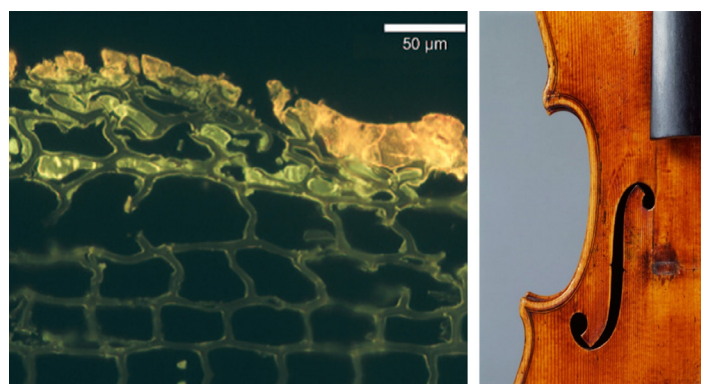


Figura 3. Vista de corte transversal del barniz del violín Stradivarius "Provigny", bajo iluminación de 450-490 nm. Desde abajo: células de madera, la capa inferior (material escasamente coloreado impregnando en las células de la madera), la capa superior teñida.

shellac, palo de Brasil, etc. [4] (Figura 3).

De igual manera el pintor francés postimpresionista Paul Cézanne (1839 – 1922) considerado el padre de la pintura moderna, Wislow Homer (1836 – 1929) pintor naturalista americano, Pierre August Renoir (1841 – 1911) pintor francés impresionista, Vincent van Gogh

quien en su auto-retrato mezcló carmín con otros colores para dar ese tono estridente a sus pinturas y Herni Matisse (1896 – 1954) uno de los más reconocidos pintores en el arte moderno también uso carmín mexicano para sus reconocidas obras [4, 10].

En el continente asiático, la grana cochinilla no fue muy empleada, para los tonos rojos o magentas usaban el azafrán. En Japón, a la caída del régimen feudal hubo diversos cambios y la apertura al mercado extranjero, por lo que el uso de cochinilla se reporta a partir de 1873 con las pinturas de Toyohara Kunichika [11] (Figura 4).

Aplicación en la industria alimentaria, farmacéutica y cosmética

Este colorante es una antraquinona y se puede decir que posee las mejores propiedades tecnológicas en comparación con otros colorantes naturales. Este pigmento es soluble en agua, alcohol, soluciones ácidas o alcalinas y su color varía del anaranjado hasta el púrpura dependiendo del pH. Debido a sus grupos carbonilo e hidroxilo, el ácido carmínico puede unirse con metales formando así lacas que presentan mayor estabilidad.

Los alimentos a los que se le adiciona presentan un color rojo muy agradable, utilizándose en conservas vegetales y mermeladas (hasta 100 mg kg⁻¹), helados, productos cárnicos (embutidos y teñido de tripas) y lácteos como quesos, mantequillas y yogurt, (20 mg kg⁻¹ de producto) y bebidas alcohólicas como no alcohólicas. Posee la clasificación FD&C por la Administración de Drogas y

Alimentos (FDA) de los Estados Unidos y en la lista de aditivos de la Unión Europea dentro los parámetros de toxicidad permitida (Ingesta Diaria Admitida, IDA). Este colorante es un sustituto adecuado para los colorantes artificiales como el rojo 40 (con posibles riesgos a la



Figura 4. Frescos de Toyohara Kunichika (1835-1900). Izquierda: 'Ichikawa Danjuro IX as Yano Negoro', 1898. Derecha: '24 Paragons of the Meiji Restoration', 1877.

salud).

En la industria farmacéutica, se emplea en la preparación de grageas y tabletas. En solución alcalina se utiliza en pastas dentífricas y enjuagues bucales. En la industria cosmética, se elaboran lápices labiales, polvos faciales, lápices para los ojos, entre otros. Esta industria sólo acepta el carmín de alta pureza que cubra sus patrones o estándares de calidad y color. Además, es el único colorante aprobado por la US-FDA para su uso en la zona de los ojos [12, 13].



EMPRESA 100% POBLANA




VISÍTANOS



Bella Edad

CONOCE NUESTROS PRODUCTOS

Producción actual de grana cochinilla

La demanda estimada mundial de cochinilla y sus productos derivados se acerca a 1,100 toneladas al año. Siendo Perú el principal exportador a nivel mundial con una participación en el mercado internacional cercano al 85%. Existe un mercado potencial a nivel nacional e internacional constituido por Estados Unidos, Alemania, Bélgica, Japón, Francia, Reino Unido, Holanda, Suecia, entre otros, que requieren de la grana cochinilla y que no cuentan con una oferta regular. El mercado se rige por los precios de salida del Perú. La grana seca presenta precios con fluctuaciones: ha llegado a alcanzar hasta 100 dólares por kilogramo y en algunas épocas puede descender hasta 20 dólares. Si el mercado está orientado a grandes volúmenes se puede colocar desde 40 dólares por kg (actualmente oscila en US \$59.11 por kg) En la actualidad en México se está impulsando este cultivo que durante la colonia fue una de las principales fuentes de ingreso, sólo superada por metales preciosos como el oro y la plata [14, 15].

Uno de los modelos productivos de crianza de la grana que actualmente ha tenido éxito es el desarrollado por la empresa Campo Carmín S.P.R. de R.L., este modelo es una alternativa económicamente viable y que cuenta con el potencial de mejorar las condiciones de vida de trabajadores locales, especialmente para las mujeres, en virtud de ser una actividad productiva altamente generadora de ocupaciones e ingresos y que requiere mano de obra calificada para potenciar sus ventajas competitivas, además, éste modelo funciona en suelos con baja fertilidad.

El modelo contempla la producción de grana bajo condiciones de invernadero facilitando el control de factores que puedan limitar la producción de grana tales como temperatura, luminosidad, humedad relativa, viento y protección a plagas y enfermedades. Se han establecido las características de los invernaderos y los accesorios necesarios para el cultivo, la técnica para la plantación del nopal, se conocen las variedades de nopal que ofrecen mejores resultados en campo, el tamaño del cladodio y su resistencia a plagas y enfermedades (Figura 5). Respecto a la producción de grana nos muestra los procesos de infestación, métodos y técnicas para el control de plagas y enfermedades y proceso de cosecha, manejo de ciclos productivos en el año; secado y empaque del producto para su

comercialización. Con el desarrollo de éste modelo, se puede contribuir a la generación de empleos, mediante el apoyo a la creación y consolidación de proyectos productivos que contribuirán a la equidad de género en el campo mexicano, donde hombres y mujeres pueden trabajar en un proyecto con potencial para ser exitoso [13].



Figura 5. Producción intensiva de grana cochinilla en condiciones de invernadero (fotografías proporcionadas por Campo Carmín S.P.R. de R.L.).

La grana como producto de interés comercial se encuentra en una etapa de crecimiento. Como actividad agrícola, su cultivo es prometedor y factible debido a la demanda en el mercado internacional. Además, la grana cultivada en otros países no posee la calidad de la grana que se cultiva en México.

Referencias

1. G. Roque, Rojo mexicano, Coloquio mexicano internacional sobre grana cochinilla en el arte. Museo del Palacio de Bellas Artes. Secretaría de Cultura de Morelos. Noviembre 2014.
2. S.M. Pérez, M. Cuen, R. Becerra, Nocheztli el insecto del rojo carmín. Biodiversitas, CONABIO, 36:1-8, Mayo 2001.

3. F. Pottier, Cochinilla en el código Borbónico y Códices mexicanos: de la suposición a la caracterización. Rojo mexicano, coloquio mexicano internacional sobre grana cochinilla en el arte. Museo del Palacio de Bellas Artes. Secretaría de Cultura de Morelos. Noviembre 2014.

4. B.H. Berrie, Excelentes pigmentos en agua y óleo, los rojos transparentes de la cochinilla. Rojo mexicano, coloquio mexicano internacional sobre grana cochinilla en el arte. Museo del Palacio de Bellas Artes. Secretaría de Cultura de Morelos. Noviembre 2014.

5. B. Dahlgren, La grana cochinilla, Ed. UNAM, 1990, pp.12 – 16.

6. M. Ortiz Ortega, Historia e histografía de la grana cochinilla (*Dactylopius coccus*) como recurso natural en el México virreinal. (2010). Tesis, UNAM, Facultad de Ciencias.

7. J. Kirby, Cochinilla, quermes y laca en la pintura occidental europea hasta el siglo XVII. Rojo mexicano, coloquio mexicano internacional sobre grana cochinilla en el arte. Museo del Palacio de Bellas Artes. Secretaría de Cultura de Morelos. Noviembre 2014.

8. C. Domingo, Técnicas de espectroscopía Raman aplicada en conservación. La ciencia y el arte III. http://digital.csic.es/bitstream/10261/37030/1/DOMINGO_Texto_y%20figuras_FINAL_27%20may11.pdf. Consultado en mayo 2015.

9. M. Leona, J. Winter, Studies in Conservation. Fiber Optics Reflectance Spectroscopy: A Unique Tool for

the Investigation of Japanese Paintings. Vol. 46, No. 3 (2001), 153-162.

10. C. Domingo, M.V. Cañamares, Z. Jurasekova, E. del Puerto, S. Sánchez-Cortés, J.V. García-Ramos, Aplicaciones de la espectroscopía SERS (Surface-Enhanced Raman Scattering) a la detección de pigmentos orgánicos naturales en objetos del Patrimonio Cultural. In: Plasmónica: detección sobre nanoestructuras metálicas, Sociedad Española de Óptica, Madrid, (2010) pp. 197 – 230.

11. M. Leona, Una nueva herramienta para el análisis de tintes: una visión detallada de la historia del uso de colorantes orgánicos rojos a través de espectroscopía Raman intensificada por superficies. Rojo mexicano, Coloquio mexicano internacional sobre grana cochinilla en el arte. Museo del Palacio de Bellas Artes. Secretaría de Cultura de Morelos. Noviembre 2014.

12. Universidad de Michigan (2015) Consultado por última vez: el 1º. de junio de 2015. <http://ns.umich.edu/new/releases/1760>.

13. M.M. Centeno Álvarez, Extracción, estabilización y evaluaciones analíticas del carmín (2003) Tesis IPN, CICATA.

14. Modelo productivo de negocio replicable: Producción intensiva de grana cochinilla en condiciones de Invernadero. FONAES, 2012.

15. Agrodata Perú, <http://www.agrodataperu.com/category/cochinilla-carmin-exportacion> Consultado en mayo de 2015.



Comercializadora e Importadora
de Equipo para Laboratorio

www.labequim.com.mx

Manejamos las más prestigiadas marcas de equipo y consumibles para laboratorio

- Microscopios
- Estereo microscopios
- Autoclaves
- Viscosímetros
- Balanzas
- Criostatos
- Hornos de secado
- Centrífugas
- Cámaras climáticas
- Campanas de flujo laminar
- Consumibles de Histología
- Microtómicos
- Centro de inclusión
- Reactivos
- Cámaras para microscopio
- Medidores de pH
- Termociclador de PCR tiempo real
- Micropipetas
- Kits para biología molecular
- Refrigeradores para laboratorio
- Procesador de Tejidos

LABEQUIM
10 Años



ventas@labequim.com.mx

Tel. 01(222) 219 88 18 / 274 50 72 / 73 Fax. 01(222) 274 50 72



Lab-Tech A la vanguardia de la investigación

CON MAS DE 35 AÑOS DE EXPERIENCIA EN LA DISTRIBUCIÓN Y
COMERCIALIZACIÓN DE EQUIPO, MATERIAL Y MOBILIARIO PARA
LABORATORIO



*Protecting your
laboratory environment*

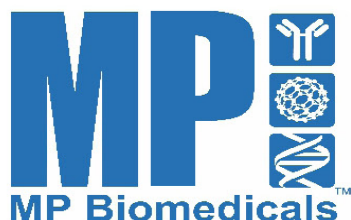
LABCONCO



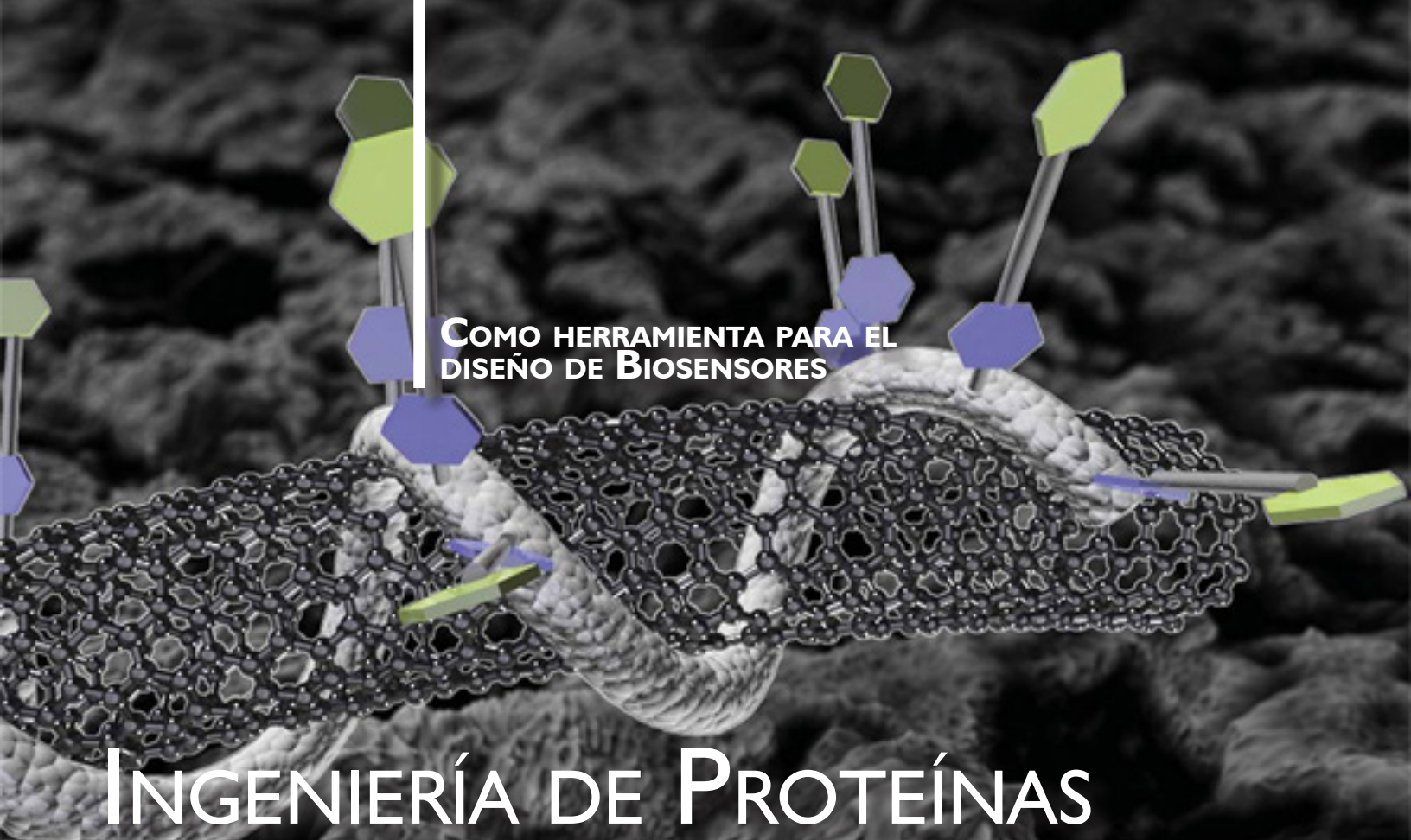
Thermo
S C I E N T I F I C



MOBILIARIO



www.labtech.com.mx



COMO HERRAMIENTA PARA EL
DISEÑO DE BIOSENSORES

INGENIERÍA DE PROTEÍNAS

Pedro Jiménez-Sandoval ¹, Luis G. Briebe ¹

¹Laboratorio Nacional de Genómica para la Biodiversidad, Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del IPN, Apartado Postal 629, CP 36500, Irapuato, Guanajuato, México

Resumen

Los anticuerpos son los elementos biológicos de reconocimiento por excelencia, su uso va desde la separación de componentes hasta la detección como biosensores. Sin embargo la aplicación a nivel industrial y médico de los anticuerpos presenta varios problemas, por ejemplo las inmunoglobulinas son moléculas de aproximadamente 150 kDa, lo cual limita su penetración celular y por ende su uso terapéutico; el plegado de las inmunoglobulinas se compone de cuatro polipéptidos que están unidos por enlaces disulfuro y además se encuentran glicosilados, por lo tanto requieren la expresión en células eucariotas.

La ingeniería de proteínas busca el cambio u optimización de la función. Con el crecimiento de las bases de datos que contienen información estructural de proteínas, la mayoría de trabajos en este campo se han enfocado en cómo la estructura determina la función. La idea de generar proteínas con capacidades de unión novedosas en base al diseño racional o dirigido con el fin de reemplazar las proteínas de la familia de las inmunoglobulinas o anticuerpos surgieron a finales de los años 90s. El objetivo de sustituir a los anticuerpos como moléculas de reconocimiento, por proteínas globulares es debido a diversas ventajas. Por

ejemplo, los andamios proteicos son proteínas globulares resistentes a la desnaturalización térmica y proteolítica, capaces expresarse en bacteria. Los andamios proteicos deben ser robustos en cuanto a la inserción de diversos polipéptidos sin disminuir la estabilidad general y sin alterar el plegado de la proteína. Ejemplos de proteínas usadas como andamios para el diseño de “anticuerpos sintéticos” son muy variables y el continuo crecimiento de secuencias de proteínas por técnicas de secuenciación masiva permite el obtener nuevos candidatos para ser usados como andamios proteicos.

Palabras Clave: Biosensor, Andamio proteico, Ingeniería de proteínas

Abstract

Antibodies are biological recognition elements par excellence, since its use is the separation of components to detection as biosensors. However the application in manufacturing and medical antibody presents several problems, for instance immunoglobulins are macromolecules of approximately 150 kDa, which limits its cell penetration and therefore its therapeutic use.

The immunoglobulin fold consists of four polypeptides linked by disulfide bonds, they are glycosylated and therefore require expression in eukaryotic cells.

Protein engineering seeks change or optimization of their function. With the growth of databases containing protein structural information, most work in this field have focused on how the structure determines function. The idea of generating proteins with novel binding capabilities based on rational design or directed in order to replace family proteins or immunoglobulin antibody emerged in the late 90s. The aim of replacing antibodies as recognition molecules for globular proteins is due to several advantages. For example, protein scaffolds are resistant to thermal denaturation and proteolytic resistant globular proteins expressed in bacteria can be used. Protein scaffolds must be robust to allow the inclusion of various polypeptides without diminishing the overall stability without altering the folding of the protein. Examples of proteins used as scaffolds for the design of “synthetic antibodies” are highly variable and e continued growth of protein sequences by massive sequencing techniques allows to obtain new candidates for use as protein scaffolds.

Introducción

Los anticuerpos son proteínas producidas por células del sistema inmune de los vertebrados en respuesta a una invasión de materiales extraños conocidos como antígenos. Los anticuerpos nos defienden de infecciones mediante su unión a toxinas, virus, bacterias o parásitos, inactivándolos de esta manera. La extrema especificidad mostrada por los anticuerpos hacia el antígeno correspondiente, la sencillez de la reacción antígeno-anticuerpo y la facilidad para detectar dicha reacción o los productos de la misma, han hecho de los anticuerpos herramientas ideales para el trabajo de rutina y de investigación en el área químico-biológica y han sido el modelo de las proteínas de unión con especificidades deseadas que puede ser de tipo nanomolar. En 1977 se resolvió la estructura de la primera inmunoglobulina humana completa (Silverton et al., 1977) y estudios posteriores han elucidado que el ángulo entre los ejes de los fragmentos de unión al antígeno es de 115° , produciendo una molécula en forma de Y distorsionada (Harris et al., 1998). Comparando esta estructura con la de otra inmunoglobulina (Harris et al., 1995) se observó que el anticuerpo actúa como una bisagra que permite cierta flexibilidad (Fig. 1).

Anticuerpos como biosensores

Un biosensor incorpora un componente de reconocimiento biológico como el elemento funcional clave y un transductor que convierte la señal biológica en otra señal (fácilmente medible y cuantificable) y un dispositivo que permite la visualización de la señal o lectura (Turner, 2000), (Fig. 2).

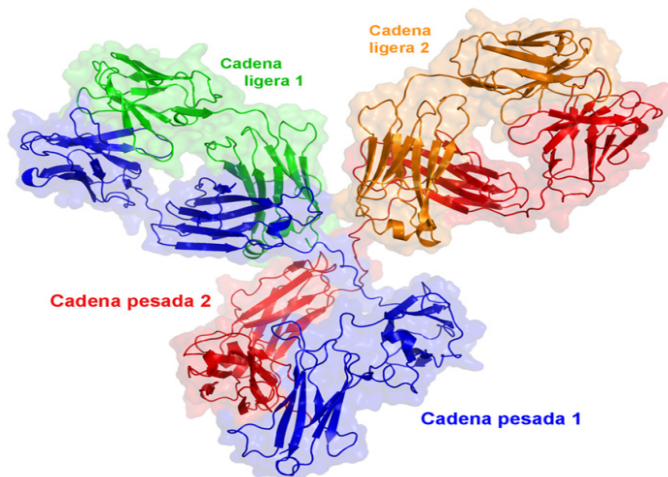


Figura 1. Estructura de una inmunoglobulina humana completa. Las cadenas pesadas se encuentran coloreadas de color azul y rojo, mientras que las cadenas ligeras de color naranja y verde. La región de reconocimiento a una molécula se encuentra en la cadena ligera. El plegado tipo inmunoglobulina se caracteriza por poseer una estructura cuya topología es semejante a un sándwich formado por 2 hojas β antiparalelas generalmente estabilizadas por puentes disulfuro.

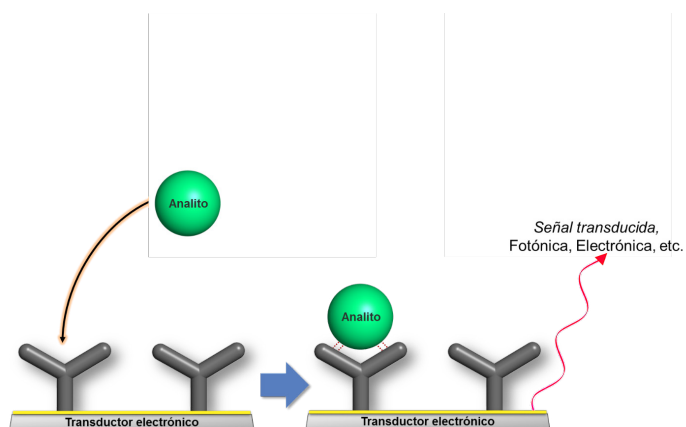


Figura 2. Esquema de los elementos de un biosensor. Las estructuras en forma de “Y” representan el elemento biológico dedicado al reconocimiento de la sustancia de interés, el analito. Una vez que el analito ha sido captado por el elemento biológico, este evento provoca un cambio en la señal transducida que es enviada a al dispositivo de lectura.

El ejemplo más común del biosensor es el que permite la cuantificación de la glucosa por medio de la enzima glucosa oxidasa en pacientes diabéticos (Yoo and Lee, 2010).

La importancia de determinar la presencia de proteínas por medio de biosensores es debido a que son la última fase de la expresión de un genoma y por lo tanto son los biomarcadores ideales. Por ejemplo, en la reciente epidemia de influenza en el país, fue relativamente sencillo el determinar a un individuo enfermo dado la presencia de ácidos nucleicos del virus por medio de reacciones enzimáticas como la reacción en polimerasa en cadena. Sin embargo, estas tecnologías requieren de horas o días (generalmente críticas en la efectividad del tratamiento) para proporcionar un dato que nos lleve a asegurarnos que un paciente es en verdad portador del virus y son muy susceptibles a la contaminación. Una de las alternativas a estos métodos, es el uso de sensores de proteínas como los anticuerpos. En la actualidad el uso de anticuerpos como método de detección es limitado, sin embargo existen en el mercado biosensores que permiten determinar la presencia de VIH-I, SARS, *Listeria monocytogenes*, *Bacillus anthracis* y aflatoxinas (Byrne et al., 2013; Encarnacao et al., 2007).

Ingeniería de proteínas para aplicaciones biotecnológicas basadas en el reconocimiento proteico

La ingeniería de proteínas ha evolucionado durante más de 3 décadas, con importantes aplicaciones en la medicina y la industria. A pesar de que los anticuerpos son las moléculas ideales para reconocer proteínas, éstos tienen severas deficiencias, entre las que se incluyen que no se expresan de forma adecuada en bacteria, son termolábiles, su plegado depende de la formación de puentes disulfuro y su costo de producción es extremadamente alto. La tecnología usada para generar anticuerpos por medio de hibridomas ha sido desplazada por el uso de técnicas de biología molecular y despliegue de fagos, sin embargo el uso de anticuerpos en el diagnóstico médico se encuentra rezagado por la dificultad de trabajar con proteínas de alto peso molecular y que requieren sistemas de expresión y purificación extenuantes. A pesar de lo anterior, existen ejemplos de anticuerpos como biosensores capaces de reconocer proteínas involucradas en cáncer de mama y de ovario (Diaconu et al., 2013) ya sea por medio de la cuantificación del antígeno específico total de próstata o proteínas sobre expresadas en cáncer (Reddy et al., 2012). Estudios clínicos indican que los epítopes más importantes para el diagnóstico del cáncer de mama son la chaperona Hsp60, la proteína p53, MDM2, anexina V

y la ubiquitina. Estudios de proteómica han identificado que un juego que comprende entre 7 a 31 proteínas son mayoritariamente identificadas en pacientes con cáncer de mama. Sin embargo solamente 4 de estas proteínas se encuentran sobre-expresadas en todos los pacientes. Estas son: el receptor de estrógeno, receptor de progesterona, ERBB2, y p53 (Bertucci et al., 2006). La detección de biomarcadores proteicos por “aptámeros peptídicos” o “módulos proteicos” tiene el potencial de remplazar al uso de anticuerpos en el diagnóstico de enfermedades como el cáncer. Las proteínas se componen de múltiples dominios o módulos y en la evolución estos se intercambian para dar lugar a proteínas con nuevas funciones. En este sentido los módulos proteicos pueden concebirse no como un ladrillo sino como una pared prefabricada en la construcción de una casa. El uso de estos adaptadores depende del correcto plegado del mismo y del péptido fusionado. La identificación de los andamios proteicos para presentar péptidos in vivo con el fin de retener su actividad biológica, han sido el foco de mucha investigación en los últimos años.

El concepto clave para que una proteína pueda servir como andamio proteico es que sea estable, presente asas expuestas y sea fácil de expresar y purificar. Ejemplos como tioredoxina, anticalina, inhibidores de proteasa, los dedos de zinc, el modulo de unión de carbohidratos de xilanasas, inhibidores de sintetasas de oxido nítrico, entre otros (Brown et al., 2010; Skerra, 2007, 2008; Souriau et al., 2005) o proteínas diseñadas por métodos computacionales (Desmet et al., 2014) han sido utilizadas con éxito (Fig. 3).

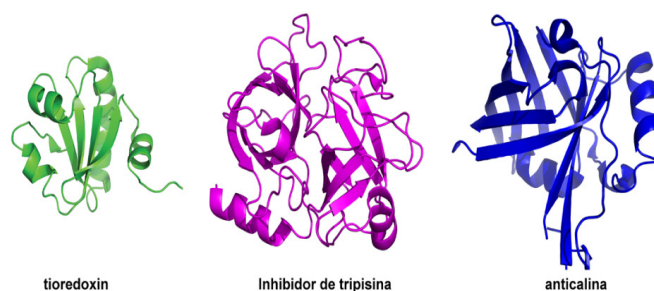


Figura 3. Ejemplos de estructuras que han sido utilizadas como andamios proteicos: tioredoxina, inhibidor de tripsina y anticalina. Todas estas proteínas tienen en común la presencia de asas en las cuales se puede introducir una nueva secuencia polipeptídica, una alta estabilidad térmica y un bajo peso molecular (entre 11 y 25 kDa)

En ese caso el concepto del andamio proteico es el de introducir la secuencia peptídica a las asas de cada proteína y esperar que esta nueva secuencia peptídica adopte un plegado correcto.

Búsqueda en la naturaleza de nuevos plegados para mimetizar anticuerpos

El plegado tipo inmunoglobulina es uno de los motivos estructurales más comunes en la naturaleza. Este plegado se caracteriza por estar constituido por 2 hojas β formadas por 7 hebras β antiparalelas, aunque en algunas proteínas existen hasta 3 hebras extra, las cuales se pliegan en torno a un núcleo central (Bork, Holm et al. 1994). Proteínas con plegado de tipo inmunoglobulina se encuentran en numerosas proteínas que no son anticuerpos. Por ejemplo, en la proteína externa de membrana de insectos de *Leptospira* (LigB) (Mei et al.,

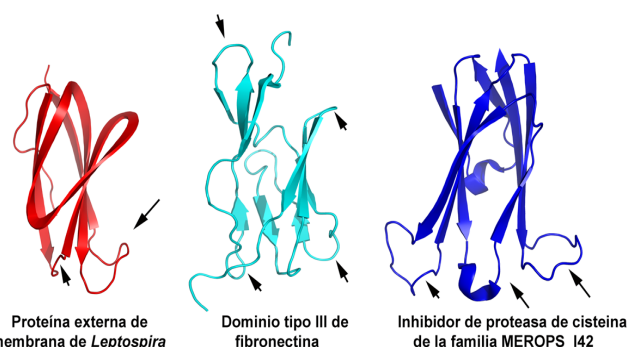


Figura 4. Ejemplos de proteínas con plegamiento tipo inmunoglobulina, mostrando las 2 hojas β antiparalelas del plegado. Con flechas se indican posibles zonas de introducción de péptidos para servir como sitios de unión.

2015), el dominio tipo III de la fibronectina humana (Batori et al., 2002) y los inhibidores de proteasas de cisteína de la familia MEROPS 42 (Casados-Vazquez et al., 2011) entre muchos otros (Fig. 4).

El plegado de inhibidores de proteasas de cisteína de tipo chagasina es un plegado estable a la desnaturalización que permite la introducción de tres epítopes entre los conectores denominados asas DE, BC y FG. Sorprendentemente este inhibidor presenta una estructura simétrica, lo cual es único con respecto a otros inhibidores de la misma familia o de familias distintas que presentan 7 en lugar de 8 láminas beta, lo cual presentaría una ventaja para la estabilidad de la proteína al introducir péptidos quiméricos.

Conclusiones

La mejor práctica para generar nuevas proteínas de unión que mimeticen anticuerpos es el uso de andamios proteicos novedosos, que además sean

robustos, versátiles y que tengan un gran potencial en su uso biotecnológico así como terapéutico. Los andamios proteicos modificados ofrecen un potencial uso como sensores moleculares. Las nuevas secuencias de proteínas que se encuentran disponibles día a día en las crecientes bases de datos permitirán el uso y diseño de nuevos andamios proteicos.

Agradecimientos

El presente trabajo fue financiado por el proyecto “Productos de Valor Biotecnológico y Biomédico a partir de Proteínas Modulares” de la convocatoria “Ciencia y Tecnología para la Capital del Conocimiento 2012: Programa Ciudad Saludable” (ICYTDF PICSA12-092).

Referencias

- Batori, V., Koide, A., Koide, S., 2002. Exploring the potential of the monobody scaffold: effects of loop elongation on the stability of a fibronectin type III domain. *Protein Eng* 15, 1015-1020.
- Bertucci, F., Birnbaum, D., Goncalves, A., 2006. Proteomics of breast cancer: principles and potential clinical applications. *Mol Cell Proteomics* 5, 1772-1786.
- Brown, C.J., Dastidar, S.G., See, H.Y., Coomber, D.W., Ortiz-Lombardia, M., Verma, C., Lane, D.P., 2010. Rational design and biophysical characterization of thioredoxin-based aptamers: insights into peptide grafting. *J Mol Biol* 395, 871-883.
- Byrne, H., Conroy, P.J., Whisstock, J.C., O’Kennedy, R.J., 2013. A tale of two specificities: bispecific antibodies for therapeutic and diagnostic applications. *Trends Biotechnol* 31, 621-632.
- Casados-Vazquez, L.E., Lara-Gonzalez, S., Briebe, L.G., 2011. Crystal structure of the cysteine protease inhibitor 2 from *Entamoeba histolytica*: functional convergence of a common protein fold. *Gene* 471, 45-52.
- Desmet, J., Verstraete, K., Bloch, Y., Lorent, E., Wen, Y., Devreese, B., Vandenbroucke, K., Loverix, S., Hettmann, T., Deroo, S., Somers, K., Henderikx, P., Lasters, I., Savvides, S.N., 2014. Structural basis of IL-23 antagonism by an Alfabody protein scaffold. *Nat Commun* 5, 5237.
- Diaconu, I., Cristea, C., Harceaga, V., Marrazza, G., Berindan-Neagoe, I., Sandulescu, R., 2013. Electrochemical immunosensors in breast and ovarian cancer. *Clin Chim Acta* 425, 128-138.
- Encarnacao, J.M., Rosa, L., Rodrigues, R., Pedro, L., da Silva, F.A., Goncalves, J., Ferreira, G.N., 2007. Piezoelectric biosensors for biorecognition analysis: application to the kinetic study of HIV-1 Vif protein binding to recombinant antibodies. *J Biotechnol* 132, 142-148.
- Harris, L.J., Skaletsky, E., McPherson, A., 1995. Crystallization of intact monoclonal antibodies. *Proteins* 23, 285-289.

Harris, L.J., Skaletsky, E., McPherson, A., 1998. Crystallographic structure of an intact IgG1 monoclonal antibody. *J Mol Biol* 275, 861-872.

Mei, S., Zhang, J., Zhang, X., Tu, X., 2015. Solution structure of a bacterial immunoglobulin-like domain of the outer membrane protein (LigB) from *Leptospira*. *Proteins* 83, 195-200.

Reddy, P.J., Sadhu, S., Ray, S., Srivastava, S., 2012. Cancer biomarker detection by surface plasmon resonance biosensors. *Clin Lab Med* 32, 47-72.

Silverton, E.W., Navia, M.A., Davies, D.R., 1977. Three-dimensional structure of an intact human immunoglobulin. *Proc Natl Acad Sci U S A* 74, 5140-5144.

Skerra, A., 2007. Anticalins as alternative binding proteins for therapeutic use. *Curr Opin Mol Ther* 9, 336-344.

Skerra, A., 2008. Alternative binding proteins: anticalins - harnessing the structural plasticity of the lipocalin ligand pocket to engineer novel binding activities. *FEBS J* 275, 2677-2683.

Souriau, C., Chiche, L., Irving, R., Hudson, P., 2005. New binding specificities derived from Min-23, a small cysteine-stabilized peptidic scaffold. *Biochemistry* 44, 7143-7155.

Turner, A.P., 2000. Tech.Sight. *Biochemistry. Biosensors--sense and sensitivity. Science* 290, 1315-1317.

Yoo, E.H., Lee, S.Y., 2010. Glucose biosensors: an overview of use in clinical practice. *Sensors (Basel)* 10, 4558-4576.



Cientifica Senna S.A. de C.V. ofrece soluciones para la investigación científica, nuestra compañía ofrece productos de marcas con renombre internacional, como son:



Anticuerpos, Lisados, Peptidos, RNAi, marcadores, Proteínas y Kits



Líneas celulares, bacterias, cepas de Referencia, sueros y medios de cultivo



Microarreglos de Anticuerpos y Proteínas Peptidos, EIA y Kits de Elisa



Anticuerpos para detectar actina y proteínas, proteínas motoras



Material de Plástico, cajas de cultivo celular, multiplacas y cristalería Pyrex



Medios de Cultivo, suplementos, buffers, antibióticos, Suero fetal



Reactivos, antibióticos, enzimas, factores de crecimiento, cromatografía



Extracción de ácidos nucleicos, medios de cultivo, enzimas, reactivos



Reactivos para biología molecular, electroforesis, medios de cultivo

Para mayor información de productos o marcas que ofrecemos favor de comunicarse a: Tel: (55) 5740-2603

info@cientificasenna.com www.cientificasenna.com



EN LA CUENCA LECHERA
DE JALISCO

PRESENCIA DE TUBERCULOSIS ZONÓTICA

Higareda-de Sales L.G.^{1,3}, Ramírez-Cervantes F.J.², Razo-Ibarra F.², Milián-Suazo F.¹, Aguilar-Tipacamú G.¹, Herrera-Rodríguez S.E.³

(1) Maestría en Salud y Producción Animal Sustentable. Facultad de Ciencias Naturales, Universidad Autónoma de Querétaro. Av. de las Ciencias S/no. Juriquilla, Querétaro. luishigareda@hotmail.com

(2) Región Sanitaria III Altos Sur, Secretaría de Salud Jalisco; Av. Jacarandas No. 1568, Tepatlán de Morelos, Jalisco.

(3) Área de Biotecnología Médica y Farmacéutica, Centro de Investigación y Asistencia en Tecnología y Diseño del Estado de Jalisco A.C. Av. Normalistas No. 800 Col. Colinas de la Normal, Guadalajara, Jalisco México. Tel. (33) 33-45-52-00 ext. 1431

E-mail: sherrera@ciatej.mx

Resumen

La prevalencia de Tuberculosis Zoonótica (TBz) por *Mycobacterium bovis* en regiones endémicas de Tuberculosis Bovina (TBb) es desconocida. Existen estudios que relacionan a la TBz con presentación extra pulmonar (TBEP), sin embargo, existen reportes de que *M. bovis* es capaz de causar también la TB pulmonar. En este trabajo se realizó un estudio retrospectivo de los casos de tuberculosis humana en la Región Sanitaria III, Altos Sur de Jalisco, considerada zona endémica de TB en el ganado, con la finalidad de evaluar la posible participación de *M. bovis*. Se analizaron 120 casos reportados en el periodo 2010-2013. La tasa de casos fue de 5.9 por cada 100,000 habitantes, la frecuencia de TBEP fue del 56.6%. La proporción de casos de TBEP fue mayor en personas de 19 a 60 años. Y fue el único tipo de presentación en personas de 0 a 18 años. Aunque no se pudo confirmar la presencia de *M. bovis* dado que no se tuvo acceso a las muestras biológicas, se sospecha la participación de *M. bovis* en los casos de TB humana en esta zona endémica de TB en el ganado.

Palabras clave: Tuberculosis Zoonótica, *Mycobacterium bovis*, tuberculosis extra pulmonar

Abstracts

The Prevalence of zoonotic tuberculosis (TBz) caused by *Mycobacterium bovis* is still unknown in regions where the bovine tuberculosis (TBb) is endemic. Some studies have related clinical presentation of extra pulmonary tuberculosis (TBEP) with TBz. In the present study, the aim was to quantify the possible participation of *M. bovis* in cases of human tuberculosis in a set of cases of tuberculosis reported in humans in the Southern Health Region III of Los Altos of Jalisco. This region was selected due to the prevalence of bovine tuberculosis (>16%). From the total of cases reported between 2010 to 2013 (n=120), the rate of tuberculosis was 5.9 cases per 100,000 inhabitants. The rate of TBEP (56.6%), was higher than pulmonary tuberculosis (43.4%), suggesting the participation of *Mycobacterium bovis*. According to age, the highest proportion of TBEP was in ages between 19 and 60 years old. TBEP was the only type of tuberculosis in ages between 0 to 18 years. It was not possible to confirm the participation of *M. bovis* in the TB cases because the biological samples were not available,

however, the high number of cases of TBEP suggest that this pathogen may be involved.

Keywords: Zoonotic tuberculosis, *Mycobacterium bovis*, extra pulmonary tuberculosis

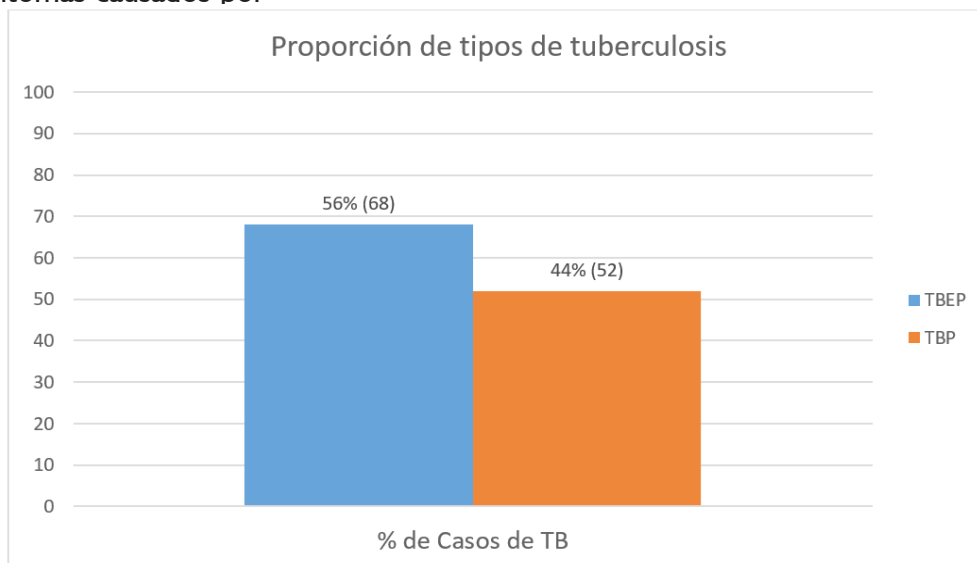
Introducción

La tuberculosis es una de las enfermedades más antiguas que aquejan a la humanidad, y es probable que también a los animales domésticos. Los síntomas causados por la TB en ambas especies son similares, por lo que originalmente se creía eran causadas por el mismo agente etiológico, con el paso del tiempo se comprobó que eran dos agentes diferentes; *Mycobacterium tuberculosis* (humanos) y *Mycobacterium bovis* (bovinos). Se ha demostrado que las lesiones recuperadas de bovinos son capaces de causar enfermedad en los humanos. [1,2,3] Se estima que la tuberculosis es la tercera causa de muertes en el mundo debido a una enfermedad infecciosa de acuerdo a la Organización Mundial de la Salud (OMS), y la combinación Tuberculosis-Sida es la primera causa de muerte [4,5].

Este conocimiento llevó a los países industrializados a implantar medidas para evitar la transmisión de la tuberculosis bovina al humano e implementaron medidas para el control de la infección en el ganado [5,8]. *Mycobacterium bovis*, el causante de la tuberculosis bovina: y el segundo agente causal de la tuberculosis en humanos[3,4]. Existen estudios que reportan el aislamiento de *Mycobacterium bovis* en pacientes humanos, donde causan la enfermedad conocida como “tuberculosis zoonótica” (TBz), asociada con una presentación extrapulmonar, aunque las lesiones se puede desarrollar en cualquier otro órgano, incluidos los pulmones [3,4,7]. La prevalencia de la TBz en países en vías de desarrollo no se conoce con precisión, algunos reportes en México mencionan del 61% hasta un 75 % de los casos de tuberculosis extra pulmonar es causada por *M. bovis* [4, 6].

M. bovis y *M. tuberculosis* presentan una homología del 99.95 % en su genoma, tienen una proporción

elevada de G+C (aproximadamente 65 %), y poseen una secuencia idéntica de la subunidad 16S del ARNr [9, 10,11]. La diferenciación de estas especies se realiza mediante características fenotípicas, pruebas bioquímicas y propiedades de sus cultivos [12]; sin embargo, estas características fenotípicas no permiten la diferenciación de especies de manera rápida y precisa, por lo que actualmente se utilizan técnicas de biología molecular [9, 13, 14, 15 y 16]. *Mycobacterium*



Porcentaje de casos de tipo tuberculosis en la región de los Altos Jalisco 2010-2013, se observa una proporción de tuberculosis extra pulmonar mayor a la reportada por la Secretaría de Salud a nivel nacional, se sospecha de la asociación de este tipo de tuberculosis con altas prevalencias de tuberculosis bovina de la región de estudio.

bovis es resistente natural a la pirazinamida, fármaco presente en el tratamiento primario de la tuberculosis [7, 8, 17 y 18]. Rodwell y colaboradores, en California EE. UU., encontraron a *Mycobacterium bovis* asociado a casos de TB en menores de edad de origen hispano y asociado al consumo de productos lácteos [17]

En México tampoco se conoce con precisión los casos de TB humana causada por *M. bovis*, en especial porque no se realiza diagnóstico diferencial [4,18]. Algunos estudios han identificado cepas de *M. bovis* en muestras biológicas de pacientes humanos con tuberculosis con la técnica de spoligotyping [4, 6].

Se estima que el 45 % de la leche que se produce en México no va directamente a plantas de pasteurización [6, 20], lo que representa un riesgo constante de infección, la cual es mayor en regiones donde la prevalencia de la tuberculosis en el ganado es alta [1, 3, 6, 19, 20]. Por lo tanto, el objetivo del presente trabajo fue evaluar la posible participación de *M. bovis* en infecciones de TB en humanos en una región donde la tuberculosis bovina es endémica.

Material y Métodos

Se realizó un estudio transversal para conocer la frecuencia de tuberculosis pulmonar y extra pulmonar a partir de los expedientes epidemiológicos de todos los casos reportados en la Región Altos Sur del estado de Jalisco para el periodo 2010-2013.

Esta es una región que se caracteriza por unidades de producción de tipo familiar, donde el contacto entre las personas y el ganado es muy estrecha, además, la prevalencia de la TBb es alta (>16%) (21). Las variables que se analizaron fueron: género, edad, ocupación, órgano afectado y técnica de diagnóstico, con la finalidad de determinar su asociación con los casos de tuberculosis.

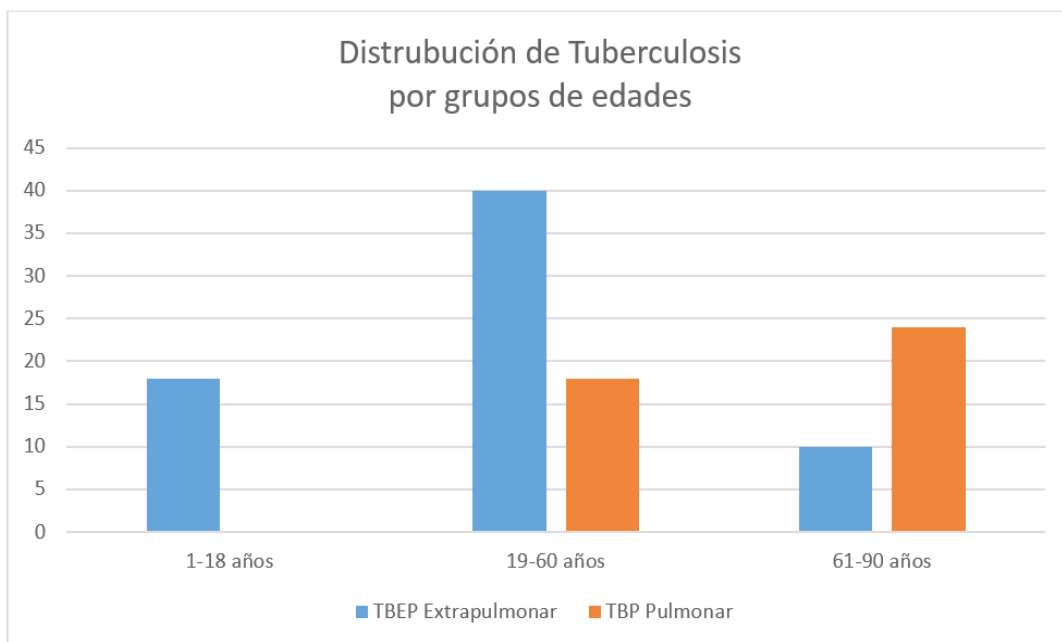
Resultados

La tasa de incidencia fue de 5.9 por cada 100,000 habitantes. La frecuencia de tuberculosis extra pulmonar fue del 56% (68/120) (Figura 1), la frecuencia de linfadenopatías fue del 39% (25/68), comúnmente conocidas como escrófula [3]. La TBEP en personas mayores de 20 años presentó una frecuencia del 74% (50/68), en menores de 18 años la frecuencia fue 26% (18/68), donde no se presentaron casos de TBP.

Al analizar ambos tipos de tuberculosis, pulmonar y extra pulmonar, se observa que el grupo de edad con mayor frecuencia representa al grupo de personas con edad económicamente activa (19 a 60 años), con un 48% (58/120), seguido por adultos mayores con un 28% (34/120) y por último de los menores de 18 años con 15% (18/120) (Figura 2). Solo 1.6% (2/120) de los casos de tuberculosis fue diagnosticado mediante cultivo bacteriano, considerado la prueba de oro para confirmar que los bacilos pertenecen al Complejo *Mycobacterium tuberculosis*.

Discusión

La prevalencia de tuberculosis extra pulmonar en la región sanitaria III Altos Sur de Jalisco (56%), es superior a la reportada en otras regiones del país, 31% y 25% en Querétaro y Jalisco respectivamente [4,6], lo que pudiera indicar una asociación mayor con *Mycobacterium bovis*,



Casos de Tuberculosis por grupo de edad del paciente en un estudio retrospectivo en la región de los Altos de Jalisco entre 2010 y 2013. Se observa la mayor proporción de casos en el grupo de edad de 19 a 69 años, la cual es considerada como población económicamente activa.

debido a la presencia de tuberculosis bovina en hatos ganaderos manejados por los miembros de la familia. Por lo tanto, las probabilidades del consumo de leche bronca y quesos frescos elaborados con leche sin pasteurizar, son mayores [3,4, 7].

Sin embargo, al no tener certeza del agente etiológico en los casos de tuberculosis extra pulmonar, es necesario implementar el diagnóstico diferencial de todos los casos de tuberculosis en la región para comprobar la participación de *M. bovis*, donde se debe considerar tanto los casos de tuberculosis pulmonar como extrapulmonar, la cual tiende a ser más difícil de diagnosticar por el médico clínico, debido a su presentación atípica y compatible con síntomas de otras enfermedades [4,7].

Por esta razón es pertinente establecer de manera rutinaria mediante la técnica PCR el diagnóstico diferencial de pacientes que provengan de regiones con exposición al *Mycobacterium bovis*, para identificar el agente etiológico y poder realizar el diagnóstico preciso en los estratos poblacionales afectados, cuantificar los beneficios económicos y determinar las acciones correspondientes a mejorar la salud pública a partir de los hallazgos para disminuir el riesgo de enfermar y morir.

Referencias

- 1.- J.M. Grange, M.D. Yates; Zoonotic aspects of *Mycobacterium bovis* infection. 40:13-51, *Vet Microbiol* (1994).
- 2.- W.M. Danker, N.J. Waecker, M.E. Essey, K. Moser, M. Thompson, C.E. Davis, *Mycobacterium bovis* infection in San Diego: a clinic epidemiologic study of 73 patients and a historical review of a forgotten pathogen. 72:11-37. *Medicine Baltimore* (1993).
- 3.- D.R. de la Rua, Human *Mycobacterium bovis* infection in the United Kingdom: Incidence, risks, control measures and review of the zoonotic aspect of bovine tuberculosis. *Review*, 86, 77-109; *Tuberculosis* (2006).
- 4.- G.L. Portillo, I.E. Sosa; Molecular identification of *Mycobacterium bovis* and the importance of zoonotic tuberculosis in Mexican patients. 15(10):1409-1414, *Int. J Tuberc Lung Dis* (2011).
- 5.- World Health Organization, <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs104/es/>, Note descriptive No. 104 (2014)
- 6.- S.F. Milián, G.P. Pérez, D.C. Arriaga, T.C. Romero, C.M. Escartín; Epidemiología molecular de la tuberculosis bovina y humana en una zona endémica de Querétaro, México, Vol. 50. No. 4, *Salud Pub Mex* (2010).
- 7.- J. Stout, C. Woods, A. Alvarez, A. Berchuck, C. Dukes-Hamilton; *Mycobacterium bovis* Peritonitis Mimicking Ovarian Cancer in a Young Woman. 2001:33 *Brief reports • Clin Infect Dis* (2001)
- 8.- L.M. O'Reilly, C.J. Daborn; The epidemiology of *Mycobacterium bovis* infections in animals and man: a review. 76(Suppl1):1-46; *Tuber Lung Dis* (1995)
- 9.- Romero, M.B., (2012) *Tuberculosis bovina: epidemiología molecular y su implantación en sanidad animal y salud pública*. Tesis doctoral, Depto. Sanidad Animal, Facultad de Veterinaria, Universidad Complutense de Madrid, España.
- 10.- Böddinghaus, B., Rogall, T., Flohr, T., Blöcker, H., Böttger, E.C. (1990). Detection and identification of mycobacteria by amplification of rRNA. *J. Clin. Microbiol.* 28: 1751-1759.
- 11.- Sreevatsan, S., Pan, X., Stockbauer, K.E., Connell, N.D., Kreiswirth, B.N., Whittam, T.S., Musser, J.M. (1997) Restricted structural gene polymorphism in the *Mycobacterium tuberculosis* complex indicates evolutionarily recent global dissemination. *Proc. Natl. Acad. Sci. U. S. A* 94: 9869-9874.
- 12.- Rastogi, N., Legrand, E., Sola, C. (2001). The mycobacteria: an introduction to nomenclature and pathogenesis. *Rev. Sci. Tech.* 20: 21-54.
- 13.- Gordon, S.V., Brosch, R., Billault, A., Garnier, T., Eiglmeier, K., Cole, S.T. (1999). Identification of variable regions in the genomes of tubercle bacilli using bacterial artificial chromosome arrays. *Mol. Microbiol.* 32: 643-655.
- 14.- Brosch, R., Gordon, S.V., Marmiesse, M., Brodin, P., Buchrieser, C., Eiglmeier, K., Garnier, T., Gutiérrez, C., Hewinson, G., Kremer, K., Parsons, L.M., Pym, A.S., Samper, S., van Soolingen, D., Cole, S.T. (2002). A new evolutionary scenario for the *Mycobacterium tuberculosis* complex. *Proc. Natl. Acad. Sci. U. S. A* 99: 3684-3689.
- 15.- Mostowy, S., Inwald, J., Gordon, S., Martin, C., Warren, R., Kremer, K., Cousins, D., Behr, M.A. (2005). Revisiting the evolution of *Mycobacterium bovis*. *J. Bacteriol.* 187: 6386-6395.
- 16.- Behr, M.A., Mostowy, S. (2007). Molecular tools for typing and branding the tubercle bacillus. *Curr. Mol. Med.* 7: 309-317
- 17.- T.C. Rodwell, M. Moore, K.S. Moser, S.K. Brodline, S.A. Strathdee; Tuberculosis from *Mycobacterium bovis* in Binational Communities, United States; *Emerg Infect Diseases*, www.cdc.gov/eid, Vol. 14, No. 6 June (2008)
- 18.- Norma Oficial Mexicana NOM-006-SSA2-1993 para la Prevención y Control de la Tuberculosis en la Atención Primaria a la Salud, Secretaría de Salud, México (1993)
- 19.- C.J. Majoor, C. Magis-Escorra, J. Van Ingen, M.J. Boeree, D. Van Soolingen; Epidemiology of *Mycobacterium bovis* Disease in Human, the Netherlands, 1993-2007, Vol.17, No. 13 *Emerg Infect Diseases* (2011).
- 20.- Norma Oficial Mexicana NOM-031-ZOO-1995, Campaña Nacional Contra la Tuberculosis Bovina (*Mycobacterium bovis*) SAGARPA (1996).



GE Healthcare



EQUIPO CIENTÍFICO Y DE LABORATORIO



Innovaciones Químicas Ecosustentables



INSTITUTO TECNOLÓGICO
SUPERIOR DE TLAXCO
Mi campo de estudio



CREMA ANTI - EDAD



REACTIVOS Y EQUIPO, S.A. DE C.V.



INOLAB
Especialistas



CIBA - IPN

INVESTIGACIÓN +

POSGRADOS

- Maestría en Biotecnología Aplicada
- Maestría en Biotecnología Productiva
- Doctorado en Biotecnología Aplicada
- Doctorado en Biotecnología Productiva



Centro de Investigación en Biotecnología Aplicada
Ex-Hacienda San Juan Molino Carretera Estatal
Tecuexcomac - Tepetitla Km. 1.5, Tlaxcala, C.P. 90700, México