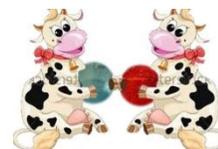


Manejo integral del lacto-suero

Algunas aplicaciones del lacto-suero

Aproximarse al tema del manejo de residuos de industrias lácteas con alto potencial contaminante, tal es el caso del lacto-suero un subproducto de la manufactura de quesos y mantequilla.

PLAN INTEGRAL DE MANEJO DE LACTOSUERO
ALGUNAS APLICACIONES



Regional Caldas
Servicio Nacional de Aprendizaje (SENA)

Directivos SENA

Alfonso Prada Gil
Director General SENA

Emilio Eliecer Navia Zúñiga
Coordinador del Sistema Nacional de Investigación, Desarrollo Tecnológico e Innovación – SENNOVA

Rodrigo Giraldo Velásquez
Director Regional – SENA Regional Caldas

Dyro Alexis Giraldo Bustamante
Subdirector del Centro para La Formación Cafetera - SENA Regional Caldas

Katherin Castro Ríos
Líder SENNOVA – Centro para la Formación Cafetera

Autores

Instructores

Guido Ernesto Villota Calvachi
Frank Alberto Cuesta González
Diana Marcela Flóres Ríos

Aprendices

Estefania Rendon Aranzazu
Angy Milena Toro Castaño
Diana Steffanny Velasco Ortega
Yesica Mariana Rodriguez

Coordinación Editorial

Equipo Sennova – Centro para la Formación Cafetera

Corrección de Estilo

Equipo Sennova – Centro para la Formación Cafetera

Diseño y diagramación

Jeison Leir Soto Cardona
Instructor – Centro para la Formación Cafetera

Fecha de Publicación: Diciembre de 2015.

ISBN: 978-958-56101-5-6.

Centro para la Formación Cafetera

Dirección: Kilómetro 10 vía al Magdalena, Manizales (Caldas).

Teléfonos: +57 (6) 8748444 – 8741400 extensión 233 y 234.

[http://www.sena.edu.co/regionales-y-centros-de-formacion/zona-](http://www.sena.edu.co/regionales-y-centros-de-formacion/zona-andina/Caldas/Paginas/Caldas.aspx)

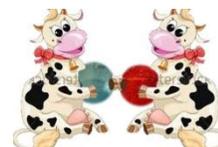
[andina/Caldas/Paginas/Caldas.aspx](http://www.sena.edu.co/regionales-y-centros-de-formacion/zona-andina/Caldas/Paginas/Caldas.aspx)

<http://senacentroformacioncafetera.blogspot.com.co/>

comunicacionescaldas@sena.edu.co

Se autoriza la reproducción total o parcial de la obra para fines educativos siempre y cuando se cite la fuente.

PLAN INTEGRAL DE MANEJO DE LACTOSUERO
ALGUNAS APLICACIONES



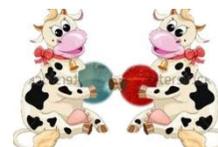
Esta obra está bajo una [Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/).



Contenido

PROLOGO	6
INTRODUCCIÓN	7
PROBLEMÁTICA	8
JUSTIFICACIÓN	9
Capítulo I.....	10
GENERALIDADES	10
LACTO-SUERO	11
COMPOSICIÓN DEL LACTO-SUERO.....	12
APLICACIONES DEL LACTO-SUERO	12
MICROORGANISMO DE INTERÉS INDUSTRIAL	13
CARACTERIZACIÓN MACROSCÓPICA.....	14
CARACTERIZACIÓN MICROSCÓPICA	15
Capítulo II.....	17
<i>POTENCIAL PROBIOTICO DE BACTERIAS ACIDO LACTICAS AISLADAS DE EFLUENTES DE INDUSTRIAS LACTEAS DE LA CIUDAD DE MANIZALES.....</i>	17
BACTERIAS ÁCIDO LÁCTICAS	18
CARACTERÍSTICAS GENERALES:.....	18
PROBIÓTICOS	19
APLICACIONES	19
BENEFICIOS DE LOS PROBIOTICOS	19
EFECTOS DE LOS PROBIÓTICOS	20
PREBIOTICOS	22
SIMBIÓTICOS	22
Capítulo III.....	23
<i>BACTERIAS NATIVAS DEL LACTO-SUERO PRODUCTORAS DE SUSTANCIAS.....</i>	
<i>POLIMÉRICAS EXTRACELULARES DE IMPORTANCIA INDUSTRIAL</i>	
BIOPOLIMERO.....	23
CLASIFICACIÓN DE LOS BIOPOLÍMEROS	25
Biopolímeros obtenidos de mezclas de materiales.	25
Biopolímeros producidos directamente por organismos vivo	26
Poliésteres	26
Poliamidas	26

PLAN INTEGRAL DE MANEJO DE LACTOSUERO
ALGUNAS APLICACIONES



Polianhidridos inorgánicos:	27
Polisacáridos	27
Intracelulares	28
Exopolisacáridos	28
COMPOSICIÓN QUÍMICA DE LOS EXOPOLISACÁRIDOS	29
APLICACIONES EN PRODUCTOS ALIMENTARIOS	30
APLICACIONES INDUSTRIALES	31
APLICACIONES FARMACÉUTICAS Y MÉDICO- VETERINARIAS.....	32
APLICACIONES EN BIORREMEDIACIÓN MEDIOAMBIENTAL	33
<i>Capítulo IV</i>	34
Secado de lacto-suero para su incorporación en alimentación animal.....	34
MÉTODO ALTERNATIVO DE SECADO DE LACTO-SUERO	36
BIBLIOGRAFÍA	39



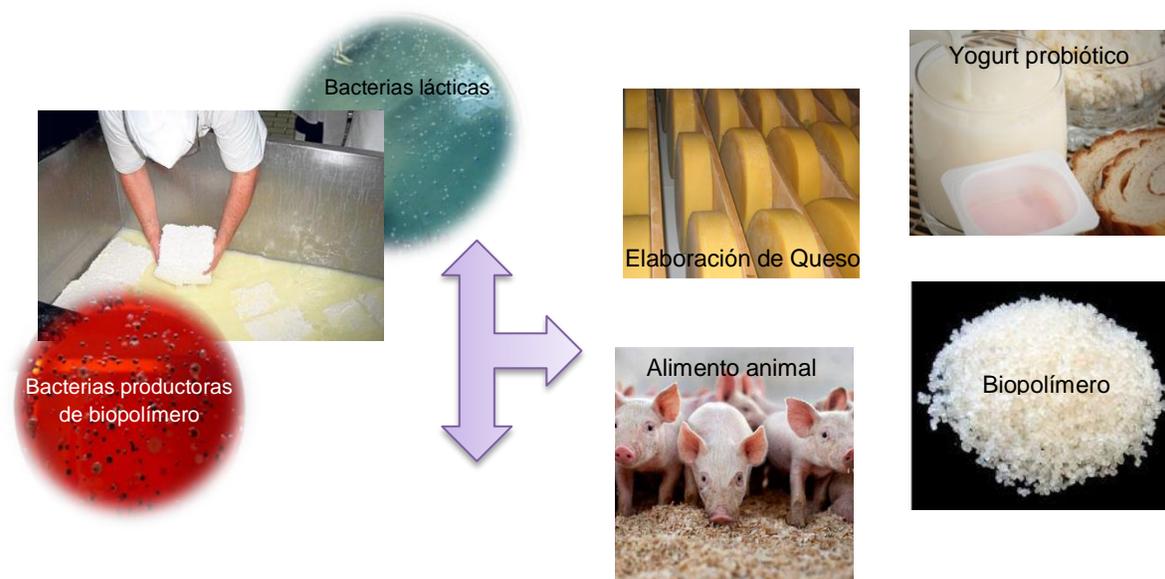
PROLOGO

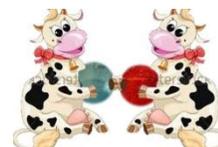
Aproximarse al tema del manejo de residuos de industrias lácteas con alto potencial contaminante, como es el caso del lacto-suero un subproducto de la manufactura de quesos y mantequilla, es entender que este subproducto representa del 80 al 90 por ciento del volumen del lácteo transformado por la industria lechera y que para su tratamiento biológico demanda una elevada cantidad de oxígeno.

La producción mundial anual estimada de suero lácteo; es de aproximadamente 145 millones de toneladas; a pesar de los múltiples usos del suero, el 47 por ciento es descargado en suelos, drenajes y cuerpos de agua, tornándose en un serio problema para el ambiente (Gonzales, 1996; Pavel 1979).

Por tanto la elaboración de una cartilla con un lenguaje claro adaptado a las características de aprendizaje conlleva a estimular competencias científicas para asociar e integrar conocimientos adquiridos en cuanto al tratamiento y uso de dicho material contaminante e interpretar muchas situaciones y aplicaciones atribuibles al manejo integral de desechos de industrias lácteas principalmente el manejo del lacto-suero.

La cartilla está dividida en cuatro módulos. En el primero se muestran las características generales del lacto-suero, su definición, estructura, clasificación y aplicaciones. El segundo describe el manejo integral del lacto-suero mediante el estudio del potencial probiótico de bacterias nativas. El tercero describe el manejo del lacto-suero a través de la obtención de sustancias poliméricas extracelulares de bacterias nativas y el cuarto a través del manejo integral de lacto-suero mediante la obtención de alimento animal. Y por último se muestra de manera gráfica cuatro aplicaciones integrales del lacto-suero





INTRODUCCIÓN

En la dieta alimentaria del ser humano es fundamental la ingestión de productos lácteos y sus derivados, en la leche se encuentran diferentes macromoléculas y saborizantes, espesantes y bacteriocinas; las cuales ejercen acción antibacteriana contribuyendo a la prevención de la descomposición en alimentos, estas presentan un gran potencial para la industria alimenticia ya que pueden ser utilizadas como conservadores biológicos puros que en un momento podrían reemplazar a los conservadores químicos, ya que tienen la ventaja de ser proteínas que al biodegradarse no forman compuestos secundarios. En el campo de la conservación de los alimentos resultan microorganismos que le confieren las propiedades a la misma. Uno de los más importantes y por los cuales se enfoca el presente estudio son las bacterias que lo conforman. En la leche encontramos varios tipos de ellas como Coliformes, *Pseudomonas*, *Micrococcus*, *Staphylococcus*, Esporulados (*Clostridium*, *Bacillus*) y Bacterias ácido lácticas (LAB); algunas de estas bacterias son utilizadas en la fabricación de alimentos, por su metabolismo estrictamente fermentativo y por no causar riesgos a la salud humana, teniendo el status de GRAS (generalmente reconocidas como seguras), entre otras que hacen parte de su composición.

Dichas bacterias pueden ser utilizadas en diferentes procesos biotecnológicos tales como la obtención de sustancias poliméricas extracelulares para uso industrial, exploración de su potencial probiótico, la obtención de ácido poliláctico y utilizar su diversidad metabólica para el tratamiento biológico de los vertimientos líquidos de industrias lácteas entre otros.



PROBLEMÁTICA

Algunos efluentes de la industria lechera forman parte de los contaminantes más severos que existen, tal es el caso del lacto-suero (suero de leche). Cuando un compuesto con alta demanda bioquímica de oxígeno, como el suero de leche, se vierte a un sistema ecológico acuático como un río o un lago, los microorganismos que lo degradan necesitan una gran cantidad del oxígeno disuelto en el agua, y si la cantidad de éste baja significativamente, se producen olores fétidos por putrefacción provocando la muerte por asfixia de la fauna de estos ecosistemas (Carrillo, 2002).

Si el suero es descargado en suelos, puede filtrarse hasta las aguas freáticas (del subsuelo), convirtiéndose de esa manera en una amenaza para la salud de los animales y humanos. Además, cuando el suero de leche se descarga en las plantas de tratamiento de aguas residuales, los procesos biológicos que se llevan a cabo en el interior de dichas plantas se perturban significativamente (Carrillo, 2006).

La tecnología disponible y los tipos de procesos existentes se basan en la separación de los componentes del suero y diferentes grados de concentración del mismo. En ninguno de los casos se presenta la transformación de estos componentes por medio de procesos biológicos realizados por bacterias nativas (Foegeding & Luck, 2002).



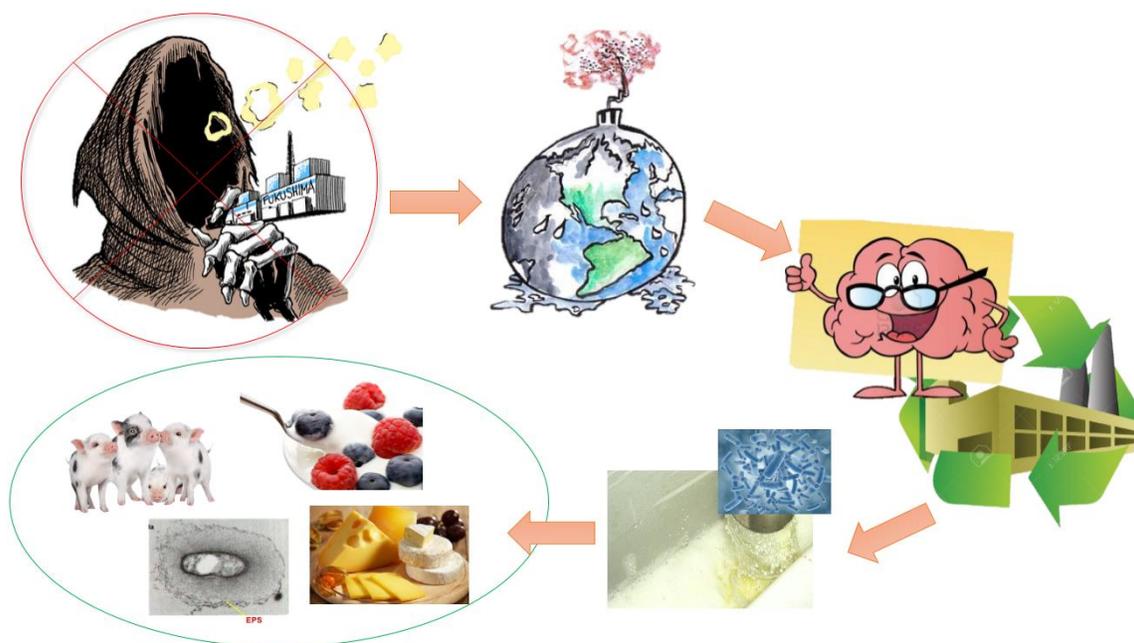


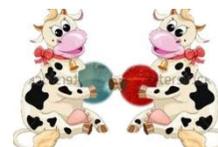
JUSTIFICACIÓN

La creciente población mundial ha llevado a la sobreexplotación de los recursos naturales, lo cual ha generado un aumento significativo en la contaminación del ambiente. El agua es un recurso de vital importancia para cualquier ser vivo y para el desarrollo de sus actividades; parte de esas actividades se dan en los diferentes tipos de industria existentes, como es el caso de las industrias de lácteas, las cuales aportan grandes cantidades de vertimientos y contaminación al ambiente.

El lacto-suero, es el líquido que se separa de la leche cuando ésta se coagula para la obtención del queso, son todos los componentes de la leche que no se integran en la coagulación de la caseína. Se estima que a partir de 10 litros de leche de vaca se puede producir de 1 a 2 kg de queso y un promedio de 8 a 9 kg de suero. Al representar cerca del 90% del volumen de la leche, contiene la mayor parte de los compuestos hidrosolubles de ésta, el 95% de lactosa (azúcar de la leche), el 25% de las proteínas y el 8% de la materia grasa de la leche (Ramírez, 2009). La resolución 631 del 17 marzo del 2015 en el artículo 12; regula la calidad de los vertimientos y las tasas retributivas por el uso del agua como receptor de vertimientos puntuales. A raíz de esto las industrias se han visto en la obligación de buscar alternativas para el tratamiento de sus efluentes antes de ser vertidos (Min. ambiente.2015).

Es por ello que se hace necesario profundizar en la investigación de posibles tratamientos para este efluente, considerándose la aplicación de bacterias nativas en procesos biológicos como una alternativa en aplicaciones industriales.





Capítulo I

GENERALIDADES



LACTO-SUERO

El lacto-suero es definido como “la sustancia líquida obtenida por separación del coágulo de leche en la elaboración de queso” (Foegeding & Luck, 2002). Es un líquido translúcido verde obtenido de la leche después de la precipitación de la caseína. Existen varios tipos de lacto-suero dependiendo principalmente de la eliminación de la caseína, el primero denominado dulce, es la fase acuosa que se separa de la cuajada en el proceso de la elaboración del queso o la caseína, de color amarillo verdoso con un pH entre 5.8-6.6. El segundo llamado ácido resulta del proceso de fermentación o adición de ácidos orgánicos o ácidos minerales para coagular la caseína como en la elaboración de quesos frescos; disminuyendo el valor del pH hasta 5.1 (Jelen, 2003; Pintado, 2012; Riera et al, 2004).

Ilustración 1: lacto-suero empresa de la región



Autores



COMPOSICIÓN DEL LACTO-SUERO

Spreer (1975), sostiene que el suero es el líquido resultante de la coagulación de la leche en la fabricación del queso, tras la separación de la mayor parte de la caseína y la grasa y constituye el 90 % de la leche y contiene los compuestos hidrosolubles. Queda precisado entonces, que el suero es un subproducto obtenido principalmente de la elaboración de quesos a partir de leche y que la composición del mismo depende de la calidad de la leche que se destine a la fabricación de quesos, al tipo de queso y al sistema de coagulación que se utilice.

El suero presenta en su composición: lactosa 4.9%; proteína cruda 0.9%; cenizas 0.6%; grasa 0.3%; ácido láctico 0.2%; agua 93%. En donde la fracción proteica está compuesta por β lacto globulina, α lacto albumina, inmunoglobulinas, proteasa peptona, enzimas nativas, urea, creatina, ácidos nucleicos y amoniaco. (Revilla, 1976).

Tabla 1. Composición del lacto-suero dulce y lacto-suero salado

Constituyente	Suero dulce	Suero ácido
Sólidos totales	6,4	6,5
Agua	93,6	93,5
Grasa	0,05 - 0,37	0,04-0,27
Proteína	0,6-1,0	0,6-0,8
Lactosa	4,6 - 5,2	4,4-4,6
Minerales	0,5	0,8
Calcio	0,043	0,12
Fósforo	0,040	0,065
Sodio	0,05	0,05
Potasio	0,16	0,16
Cloro	0,11	0,11
Ácido láctico	0,05	0,4

Fuente: Oscar Franchi M. 2010. Suero de leche, propiedades y usos". Innovación en la industria láctea.pag,5.

APLICACIONES DEL LACTO-SUERO

El lacto-suero tiene diversas aplicaciones en la industria alimenticia, agropecuaria, farmacéutica, por sus grandes ventajas en cuanto aspectos nutricionales, por sus altos contenidos en proteína y minerales. Por tener diversas aplicaciones las empresas deben buscar nuevas alternativas en el uso del lacto-suero para tener mayor rentabilidad y ofertas en la industria. (Álvarez, 2013)

Los usos más comunes del lacto-suero son como concentrados naturales, azucarados, sueros en polvo, extracción de proteínas, obtención del ácido láctico,



panadería, pastelería, manteca de suero, alimentos infantiles, jarabe de lactosa hidrolizada, píldoras farmacéuticas, extracción de penicilina, alcohol butílico, acetona, vinagre de alcohol, acidificante para alimentos, resinas sintéticas, materias curtientes, cerveza y alimento para el ganado. (Goded, 2000).

Ilustración 2. Aplicaciones del lacto-suero



<http://www.hablemosclaro.org/ingrepedia/>

MICROORGANISMO DE INTERÉS INDUSTRIAL

Por microorganismo entendemos cualquier organismo vivo que no sea visible a simple vista, esta definición operativa no incluye los hongos, tanto inferiores como superiores, ni las algas aunque ambos grupos son considerados microorganismo por su organización esencialmente unicelular; Por otra parte organismos pluricelulares o eucariotas pueden ser de tamaño tan pequeño que entren dentro de la definición anterior sin dejar por ello de ser estructuralmente tan complejos como cualquier animal superior, Existen varias clases de microorganismos: mohos, levaduras, bacterias, actinomicetos, protozoos, algas, virus. (Carrillo, 2003).

Según Madigan et al., (2014): Un microorganismo de uso industrial debe producir la sustancia de interés; debe estar disponible en cultivo puro; debe ser



genéticamente estable y debe crecer en cultivos a gran escala. Otra característica importante es que el microorganismo de uso industrial crezca rápidamente y realice su trabajo en un periodo corto de tiempo, debe crecer en un medio de cultivo económico que sea altamente disponible, y como característica principal, este no debe ser patógeno para el hombre o para los animales o plantas, otra característica importante de un organismo industrial es que debe crecer rápidamente y sintetice el producto deseado, en un periodo relativamente corto de tiempo, el microorganismo también debe ser capaz de crecer en un medio de cultivo líquido relativamente barato, que se obtenga en grandes cantidades, muchos procesos microbiológicos industriales utilizan productos de desecho carbonados provenientes de otras industrias, para los medios de cultivo a gran escala. Estos microorganismos pueden ser identificados según características macroscópicas y microscópicas con el fin de determinar a qué géneros pertenecen.

Ilustración 3. M.O de interés industrial



<http://www.hablemosclaro.org/ingrepedia/>

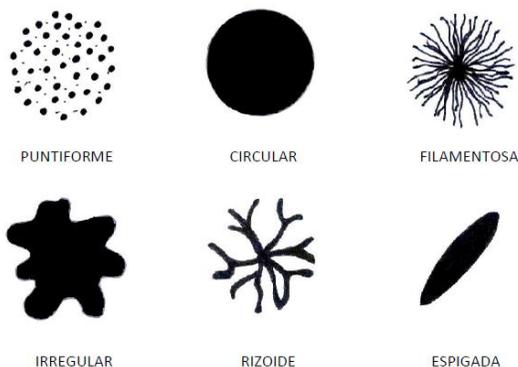
CARACTERIZACIÓN MACROSCÓPICA

Dentro de las características macroscópicas se encuentra la morfología de las colonias, que es fundamental en la identificación preliminar y en la diferenciación de los microorganismos. Para la observación morfológica es preferible examinar colonias de cultivos frescos crecidas en medios no selectivos. En este paso de la identificación es muy importante el aislamiento de las bacterias en cultivo puro ya que esta deberá estar compuesta por un solo tipo de microorganismos y procederá de una única célula. Las colonias de una única especie, cuando crecen en medios específicos y bajo condiciones idóneas se describen por sus características de tamaño, forma, consistencia, y a veces por su color. El tamaño



de las colonias bacterianas es generalmente uniforme entre una misma especie. La forma está determinada por los bordes y el grosor de la colonia. El borde puede ser liso o rugoso e irregular; la colonia, abultada o plana. La textura de la colonia es también importante. Puede variar desde seca a viscosa, con superficie lisa o granular. Algunos microorganismos producen una colonia pigmentada, lo que puede ser de ayuda en el proceso de identificación. (Fernández et al., 2010).

Ilustración 4. Forma de colonias



Villota Calvachi- Otero Ramírez (2009)

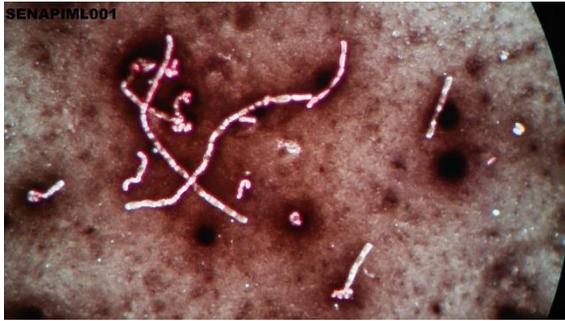
CARACTERIZACIÓN MICROSCÓPICA

El estudio microscópico en fresco y la tinción revela la forma, la manera de agruparse, la estructura de las células y su tamaño. Las tinciones son el primer paso, y ocasionalmente el único, para la identificación bacteriana. Las tinciones más utilizadas e imprescindibles son la del azul de metileno y la de Gram. La tinción de Gram es, a menudo, la primera y única herramienta de la que nos servimos para hacer un diagnóstico provisional en el proceso de identificación de la mayoría de las bacterias teniendo en cuenta también el tipo de muestra. Estos son algunos de los términos utilizados para preparaciones teñidas, tinción: uniforme, irregular, unipolar, bipolar, forma: cocos, bacilos, cocobacilos, filamentosos, bacilos curvos, cápsula: presente o ausente, endosporas: ovales, esféricas, terminales, sub-terminales, tamaño: cortos, largos, bordes laterales: abultados, paralelos, cóncavos, irregulares, extremos: redondeados, puntiagudos, disposición: parejas, cadenas, tétradas, racimos, formas irregulares: variación en forma y tamaño, ramificados, fusiformes. (Fernández et al., 2010).

PLAN INTEGRAL DE MANEJO DE LACTOSUERO
ALGUNAS APLICACIONES

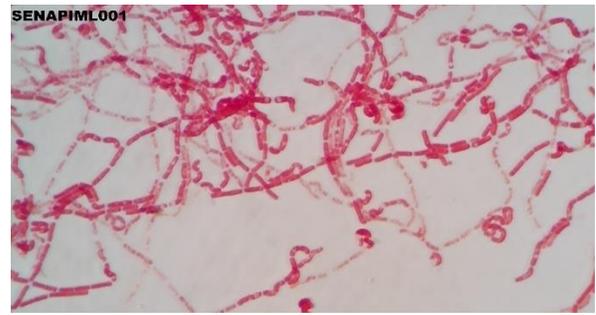


Ilustración 6. Tinción negativa SENAPIML001



Autores

Ilustración 5. Tinción de Gram SENAPIML 001



Autores



Capítulo II

POTENCIAL PROBIOTICO DE BACTERIAS ACIDO LACTICAS AISLADAS DE EFLUENTES DE INDUSTRIAS LACTEAS DE LA CIUDAD DE MANIZALES



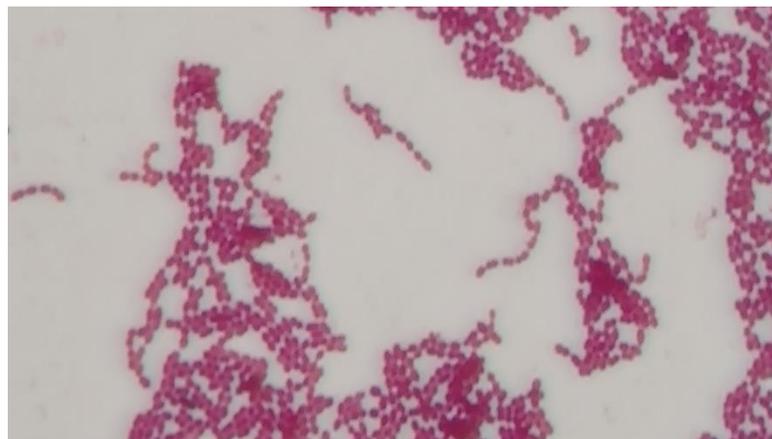
BACTERIAS ÁCIDO LÁCTICAS

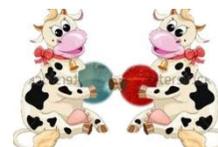
Las bacterias ácido lácticas (BAL), se definen como una clase funcional que designa un grupo heterogéneo de bacterias Gram positivas, no patógenas, no toxigénicas, fermentadoras, caracterizadas por producir ácido láctico a partir de carbohidratos, lo que las hace útiles como cultivos iniciadores para la fermentación de alimentos. Comparten otros rasgos comunes como ser aerotolerantes, no forman esporas, no reducen el nitrato y no producen pigmentos.

El grupo se subdivide en bacterias homo y heterofermentativas en función de los productos de su metabolismo. Las homofermentativas se caracterizan porque el único producto de la fermentación de los carbohidratos es el ácido láctico, mientras que las segundas pueden originar, además, dióxido de carbono, etanol o ácido acético. Dentro de las BAL, los géneros más utilizados para la obtención de alimentos y bebidas fermentadas son *Lactococcus*, *Lactobacillus*, *Leuconostoc*, *Oenococcus* y dentro del género *Streptococcus* la especie *S. thermophilus*. (Sánchez, 2014).

CARACTERÍSTICAS GENERALES:

Carecen de citocromos, solo pueden obtener energía mediante fosforilación a nivel de sustrato. Son anaerobios aerotolerantes. Bastantes exigentes desde el punto de vista nutricional: necesitan aminoácidos, purinas y pirimidinas, vitaminas (carecen de varias rutas biosintéticas). Son fermentadoras: fermentaciones homoláctica, y heteroláctica (Inés Martín Sánchez, SF.2013).





PROBIÓTICOS

Los probióticos son microbios vivos que pueden incluirse en la preparación de una amplia gama de productos, incluyendo alimentos, medicamentos, y suplementos dietéticos. Las especies de *Lactobacillus* y *Bifidobacterium* son las usadas más comúnmente como probióticos, pero la levadura *Saccharomyces cerevisiae* y algunas especies de *E. coli* y *Bacillus* también son utilizados como probióticos. Las bacterias de ácido láctico (LAB), entre las que se encuentra la especie *Lactobacillus*, han sido utilizadas para la conservación de alimentos mediante fermentación durante miles de años; pueden ejercer una función doble, actuando como agentes fermentadores de alimentos, pudiendo además generar efectos beneficiosos a la salud. En términos estrictos, sin embargo, el término “probiótico” debe reservarse para los microbios vivos que han demostrado en estudios humanos controlados producir un beneficio a la salud. (Organización mundial de gastroenterología, 2008).

APLICACIONES

Tienen varias aplicaciones principalmente sobre la salud, ya que estos pueden ser muy útiles en la prevención y tratamiento de múltiples patologías gastrointestinales. Se aplica también en productos alimenticios, en la acuicultura, y en el mismo aparato digestivo. (Nutr.Hosp.Vol 28 supl.1 Madrid ene.2013).



BENEFICIOS DE LOS PROBIOTICOS

Los probióticos pueden ejercer efectos benéficos en la salud modulando la composición de la micro-biota intestinal, mediante inhibición a patógenos (producción de ácidos orgánicos, bacteriocinas, competición por sitios de unión epiteliales y por nutrientes) o favoreciendo la presencia y la diversidad de los grupos microbianos considerados como beneficios dentro del ecosistema



intestinal. El efecto saludable de los probióticos debe demostrarse a partir de evidencias científicas generadas por medio de ensayos clínicos, donde se puede obtener evidencia que ciertas cepas probióticas son efectivas en la mejora de la salud intestinal y en la modulación de sistema inmune. Se ha observado que ciertos probióticos causan mejoras sintomáticas en el síndrome del intestino irritable y alivio del malestar digestivo. (Martínez-Cuesta & et, 2012)

Los probióticos deben poder ejercer sus efectos benéficos en el huésped mediante su crecimiento y/o actividad en el cuerpo humano, sin embargo lo que importa es la especificidad de la acción, y no la fuente del microorganismo. (FAO Y OMS, 2006)

EFFECTOS DE LOS PROBIÓTICOS

Previenen y tratan las diarreas infecciosas, asociadas al uso de antibióticos, mejora el sistema inmune, el consumo del probiótico debe ser regular y sostenido en el tiempo para que cause un buen efecto. Contribuyen a restaurar la microbiota, compiten con microorganismos patógenos en el intestino, inhibiendo toxinas bacterianas y evitando infecciones, producen sustancias antimicrobianas contra microorganismos no deseados y estimulan el sistema inmune. (Gonzales & et, 2014)

Los efectos secundarios de los probióticos rara vez ocurren, pero el efecto secundario más común es el malestar gastrointestinal. Cuando se consumen grandes dosis de probióticos, estos ajustan el equilibrio del tracto digestivo posiblemente resultando en gases o malestar abdominal, estos efectos suelen ser temporales.

ENFERMEDAD	MICROORGANISMO	EFFECTO
Tratamiento y prevención de diarreas	<i>Saccharomyces boulardii</i> , <i>Lactobacillus reuteri</i> y <i>Lactobacillus rhamnosus</i> GG	Disminuyen la duración e intensidad de la diarrea aguda, especialmente por causas virales.

PLAN INTEGRAL DE MANEJO DE LACTOSUERO
ALGUNAS APLICACIONES



Erradicación de <i>Helicobacter pylori</i>	Diferentes cepas de lactobacilos y bifidobacterias	Disminuyen los efectos secundarios de las terapias de erradicación de este patógeno, como la diarrea. El uso de probióticos en conjunto con antibióticos aumenta la erradicación de la infección por <i>Helicobacter pylori</i> , relacionada con el desarrollo de úlceras gástricas y cáncer.
Infecciones respiratorias altas	Algunas cepas específicas de lactobacilos y bifidobacterias	Pueden reducir la aparición de síntomas asociados a infecciones respiratorias altas (disminuyen los síntomas y días de fiebre).
Síndrome de intestino irritable	<i>L. Plantarum</i> 299v <i>L. reuteri</i>	Mejoran síntomas de dolor, meteorismo y alteración de las deposiciones.
Cólicos del lactante	<i>L. reuteri</i>	Previene y disminuye los cólicos del lactante en los tres primeros meses de vida.

Instituto de nutrición y tecnología de los alimentos INTA, universidad del chile



PREBIOTICOS

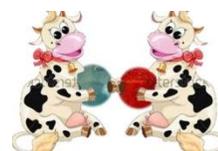
Los prebióticos son ingredientes no digeribles de la dieta, que producen efectos beneficiosos estimulando selectivamente el crecimiento y/o actividad de uno o más tipos de bacterias en el colon las que tienen a su vez la propiedad de elevar el potencial de la salud del huésped.

Relación prebiótico- probiótico: es responsabilidad de la microflora intestinal, fundamentalmente las bifidobacterias y los lactobacilos, la producción de AGCC y ácido láctico, como consecuencia de la fermentación de carbohidratos no digeribles. Estos productos disminuyen el pH en el colon creando un ambiente donde las bacterias potencialmente patógenas no puedan crecer y desarrollarse. Los prebióticos constituyen el sustrato fundamental (el alimento) de las bacterias probióticas. (Ada Lydia de las Cagigas Reig y Jorge Blanco Anesto, 2002)

SIMBIÓTICOS

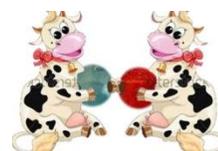
El termino simbiótico se refiere a un producto alimenticio que contiene, en forma combinada, probióticos y prebióticos, los cuales pueden actuar en forma sinérgica para modular la microbiota intestinal del consumidor e impactar positivamente sobre la salud.

Para el ser humano, el paradigma del alimento simbiótico es la leche materna. En efecto el primer alimento, que recibimos al nacer contiene tanto bacterias lácticas lactobacilos y bifidobacteria como oligosacáridos. Por tanto las bacterias lácticas, pueden ser considerados respectivamente como probióticos y prebióticos, que juegan un papel importante en el fenómeno de la colonización del tubo digestivo del recién nacido el cual mantiene la microbiota intestinal saludable. (Gotteland, PhD .Agosto 2010)



Capítulo III

BACTERIAS NATIVAS DEL LACTO-SUERO PRODUCTORAS DE SUSTANCIAS POLIMÉRICAS EXTRACELULARES DE IMPORTANCIA INDUSTRIAL



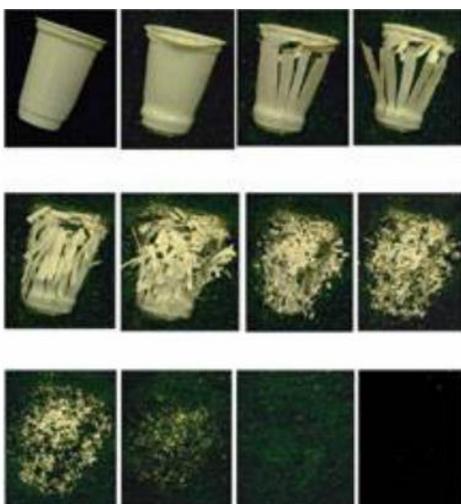
BIOPOLIMERO

Los biopolímeros representan los componentes orgánicos más abundantes en la naturaleza. Ellos son importantes para la vida cotidiana y exhiben propiedades fascinantes con variedad de aplicaciones. Su total biodegradación en productos como CO_2 y H_2O y, posteriormente, en abonos orgánicos, constituye una gran ventaja frente a los polímeros sintéticos. (Vandamme et al., 2005).

Los biopolímeros se encuentran en cualquier organismo y poseen un amplio rango de funciones esenciales y/o benéficas para los organismos, por ejemplo: conservación y expresión de la información genética; catálisis de reacciones; reserva de Carbono, Nitrógeno, Fósforo y otros nutrientes. Además, actúan como reserva de energía, protección contra los ataques de otras células y de factores ambientales peligrosos o intrínsecos, sensores de factores de biotividad o abiotividad, comunicadores con el medio ambiente y con otros organismos, y mediadores de adhesión a superficies u otros organismos. Conjuntamente muchos de estos compuestos son componentes estructurales de células, tejidos y microorganismos (Vandamme et al., 2005).

Hasta la presente, se han logrado reemplazar polímeros sintéticos por otros de origen natural, en aplicaciones específicas, relacionadas con propiedades de barrera, mecánicas y térmicas, en empaques tipo películas, protectores, espumas, envolturas, platos, tasas, cucharas, bolsas, etc. (Villada et al., 2007).

Ilustración 7. Desechable fabricado con que PHB



Mosqueira J.

Ilustración 8. Procesado de frutas y vegetales como materia prima para obtener biopolímeros como plásticos biodegradables (PHBs)



<http://www.cnta.es/nouky/upload/noticias>



CLASIFICACIÓN DE LOS BIOPOLÍMEROS

Biopolímeros producidos mediante polimerización de monómeros.

En este grupo están los polímeros constituidos por monómeros que existen en la naturaleza o son derivados de materiales existentes en la naturaleza, por ejemplo: el ácido poliláctico (PLA), el politrimetileno glicol, y los polioles a base de soya y sus derivados (Vandamme et al., 2005).

Ilustración 9. Ácido poliláctico a partir del maíz



http://g01.s.alicdn.com/kf/HTB1p_8vHFXXX

Biopolímeros producidos mediante combinación de monómeros.

Dentro de este grupo figuran los polímeros que mezclan monómeros de fuentes naturales con monómeros de origen petroquímico, por ejemplo: el isosorbato-policarbonato y los poliuretanos a base de soya (Villada et al., 2007)

Ilustración 10. Algunas aplicaciones del poliuretano



<http://formulaciones.es/wp-content/uploa>

Biopolímeros obtenidos de mezclas de materiales.

Este grupo incluye los polímeros producidos por mezclas de materiales de origen petrolero con materiales de fuentes renovables tales como, mezclas de



almidón con PVA (Chanprateep, 2010).

Ilustración 11. Alcohol Polivinilico PVA



<http://mlm-s1-p.mlstatic.com/alcohol-pol>

Biopolímeros producidos directamente por organismos vivo

Dentro de este grupo se encuentran: los polímeros bacterianos que se clasifican en:

Poliésteres

El ácido poliláctico, PLA, es un polímero termoplástico, amorfo o semicristalino, que ha sido ampliamente estudiado en aplicaciones como la liberación controlada de fármacos, suturas biodegradables y diferentes implantes para la fijación de fracturas y para la elaboración de dispositivos vasculares. (Kohn J, Langer R. 1996).

Ilustración 12, Capsulas blandas



<http://www.izieherbs.com/softgel.jpg> 1

Poliamidas

Son polímeros de cadena larga que contienen unidades amida ($N-H-C=O$). Estos polímeros se obtienen por polimerización de un ácido con una amida, por ejemplo la poliamida 6.6 (PA66) se obtiene de la reacción de un ácido adípico con hexametildiamina. (J.M. Fernández-Santín, 1986)



Ilustración 13. Fibra de poliamida



<http://www.colimtex.com/images/fibra-pol>

Polianhidridos inorgánicos:

Son una clase de polímeros biodegradables caracterizados por enlaces anhídridos que unen las unidades de repetición de la cadena principal del polímero. Su principal aplicación es en el dispositivo médico y la industria farmacéutica. In vivo (en el organismo vivo), los polianhídridos se degradan en monómeros diácido no tóxicos que pueden ser metabolizados y eliminados del cuerpo. Debido a sus productos de degradación seguros, los polianhídridos se consideran biocompatibles. (J.L Escobar.2008)

Ilustración 14, implante elaborado a base de Polianhidridos



<http://www.eis.uva.es/~macromol/curso05>

Polisacáridos

Son sustancias de gran tamaño y peso molecular. Son totalmente insolubles en agua, en la que pueden formar dispersiones coloidales. No tienen sabor dulce. Pueden ser cristalizados, mantienen el aspecto de sólidos de color blanco y carecen de poder reductor. (Vandamme et al., 2005)

Que a su vez se dividen en:



Ilustración 15. Almidón

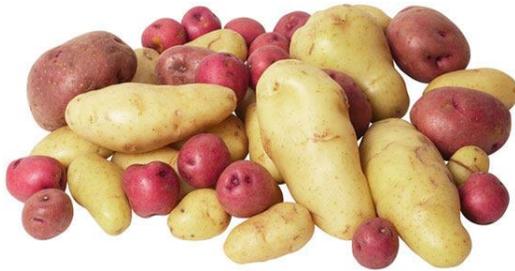


Ilustración 16. Quitina



<http://4.bp.blogspot.com/--mATkmvkMh4/Ui>

<http://neetescuola.com/wp-content/upload>

Intracelulares

La gran mayoría de los seres vivos acumulan diferentes sustancias de reserva cuando existe un exceso de recursos en su entorno. Cuando los nutrientes se vuelven escasos, son utilizadas para poder sobrevivir. Entre las sustancias de reserva acumuladas por los organismos procariontas se encuentran los polihidroxicanoatos (PHA). Estos polímeros son acumulados en gránulos intracelulares por numerosas especies de bacterias, en condiciones limitantes de nutrientes esenciales para el crecimiento (tales como nitrógeno combinado, azufre o fosfatos) y exceso en la fuente de carbono. Cuando la fuente de carbono externa se agota, o si el nutriente limitante es suministrado nuevamente, el PHA es depolimerizado y posteriormente metabolizado como fuente de carbono y energía. (Alejandra de Almeida et al.2004)

Ilustración 17. Polímero intracelular PHA



<http://www.biopolis.es/img/imagen-apoyo1>

Exopolisacáridos

Los exopolisacáridos microbianos son biopolímeros constituidos principalmente por unidades glucídicas, producidos por microorganismos (bacterias, levaduras, hongos y arqueobacterias) localizados en el exterior de la célula microbiana, en las cubiertas microbianas más externas glicocálix y a veces se encuentran desligados de la célula; la presencia de exopolisacáridos asociados a células microbianas, se pone de manifiesto por la mucosidad de las colonias y la

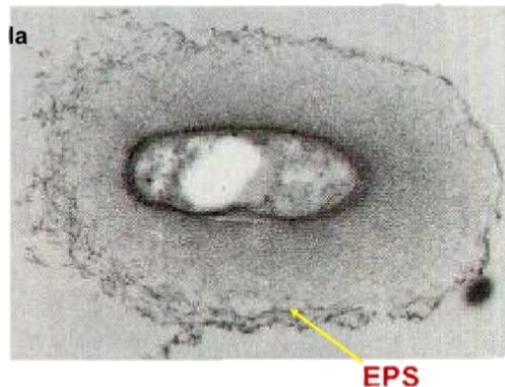


viscosidad en medios líquidos (Madiedo & Gavilán, 2005). La clasificación de los polisacáridos se puede realizar según Paris (2009):

En función de diversos criterios; según el grado de asociación a la membrana se dividen en polisacáridos capsulares y libres, véase ilustración 3, según su estructura y composición en homopolisacáridos y heteropolisacáridos, según el microorganismo productor; sean bacterias, hongos, levaduras, arqueas y según el mecanismo de síntesis se dividen en: extracelular, intracelular.

Los EPS bacterianos pueden estar organizados estructuralmente de forma compacta, formando una cápsula que presenta uniones muy fuertes a otros componentes de la superficie celular y permanece unida a la misma. Generalmente estas cápsulas polisacarídicas (CPS) se detectan como zonas claras que rodean a la bacteria cuando ésta se visualiza al microscopio óptico mediante tinción negativa (tinta China, por ejemplo). Sin embargo, otros tipos de EPS no tienen una organización tan compacta y se mantienen unidos de forma débil a la superficie celular o son liberados al medio extracelular formando una matriz de EPS, la cual es de grosor más o menos variable según la solubilidad en el agua del polímero que la compone.

Ilustración 18. Bacteria productora de Exopolisacáridos

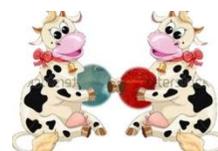


Madigan y Martinko (2015) 1

COMPOSICIÓN QUÍMICA DE LOS EXOPOLISACÁRIDOS

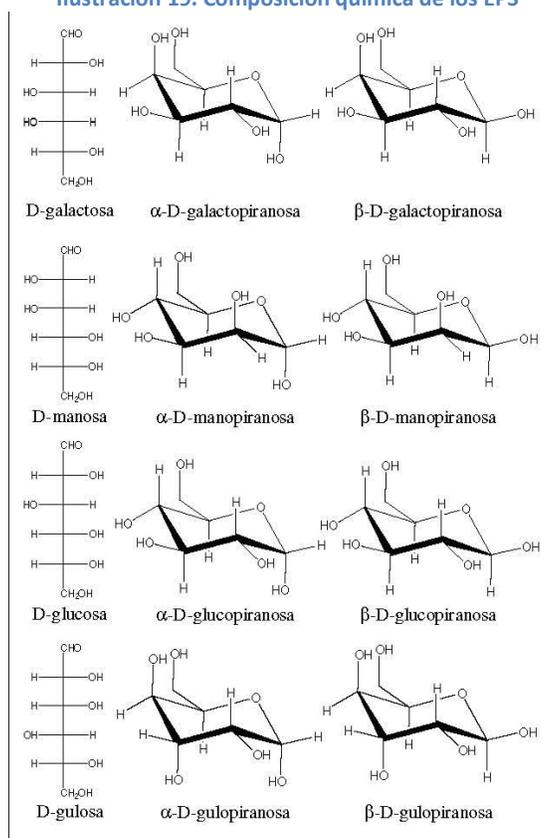
Generalmente, los exopolisacáridos están compuestos en su mayoría por carbohidratos, pudiendo presentar sustituyentes orgánicos e inorgánicos además de azúcares (Sutherland, 1988).

En los polisacáridos microbianos encontramos una gran diversidad de carbohidratos, siendo los azúcares D-glucosa, D-galactosa y D-manosa en su forma piranósica los monosacáridos que más se repiten en estos polímeros. Las 6- desoxihexosas, L-fucosa y L-ramnosa están presentes frecuentemente. (Paris, 2009).



Algunos polisacáridos pueden contener uno o más azúcares raros, tales como L-hexosas o formas furanósicas de las hexosas, glucosa y galactosa. (Lemoine et al., 1997) La naturaleza polianiónica de la mayoría de estos polisacáridos es debida a la presencia de ácidos urónicos, siendo más común el ácido glucurónico. La presencia de ácidos urónicos les confiere la capacidad de unir cationes bivalentes, pudiendo ser empleados en procesos de detoxificación y tratamiento de aguas residuales. (Paris, 2009).

Ilustración 19. Composición química de los EPS

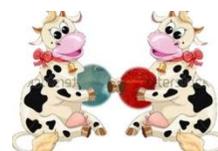


<http://www.scielo.org.ve/img/fbpe/rlmm/v 1>

APLICACIONES EN PRODUCTOS ALIMENTARIOS

Los polisacáridos presentan gran cantidad de propiedades útiles para diversas aplicaciones en el sector alimentario; se emplean como agentes estabilizantes, texturizantes y gelificantes. (Sanderson & Clarke, 1983).

Aunque existen pocos EPS aprobados para el uso en alimentación, se encuentran en la elaboración de gelatinas, golosinas y postres de leche, salsas, almíbares y



rellenos de tarta. Estos compuestos se añaden para el control de la textura del alimento y en la prevención de la formación de cristales de hielo en productos congelados, influyendo en la presentación del producto final comestible, algunos se emplean como saborizantes, existiendo una relación específica entre el polisacárido presente y el sabor de un alimento. (Paris, 2009).

La producción de compuestos saborizantes. El furanol es un agente saborizante producido a partir de desoxiazúcares extraídos de exopolisacáridos microbianos, ampliamente utilizado en comidas y bebidas. (Roller & Dea, 1992). Los desoxiazúcares son producidos por bacterias como *Klebsiella* sp., *Escherichia* sp., *Corynebacterium* sp., *Bacillus* sp. (Graber et al., 1992).

Ilustración 20. Ejemplos de EPS como agentes gelificantes, emulsificantes y texturizantes

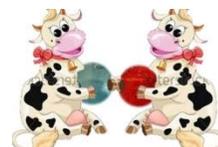


<http://www.gomasnaturales.com/imagenes/c>

APLICACIONES INDUSTRIALES

En la extracción del petróleo, los EPS microbianos se emplean en el llenado y en el proceso de recuperación del petróleo actuando como viscosificantes. Se requiere el empleo de un fluido con comportamiento pseudoplástico, donde la viscosidad disminuye al aumentar la velocidad de cizalla. Durante la operación de perforación, las soluciones deben ser lo suficientemente fluidas para facilitar el bombeo de la mezcla, y cuando la operación se detiene, la viscosidad debe aumentar para que los sólidos se mantengan en suspensión y poder ser estables bajo condiciones extremas de temperatura y pH. Tanto la goma xantana como el succinoglucano, se emplean como aditivos en muchas etapas del proceso de perforación, producción, transporte y procesamiento de crudo. (Paris, 2009) Por otro lado, el pululano se emplea en la fabricación de recubrimientos comestibles cuya función es aumentar la vida útil del producto, además de combinarse con polietilenglicol para facilitar y reducir los costes de extracciones enzimáticas. Por otro lado, los alginatos bacterianos se emplean en la industria textil. (Sutherland, 1990).

Ilustración 21. Extracción de petróleo



APLICACIONES FARMACÉUTICAS Y MÉDICO- VETERINARIAS

El dextrano es uno de los polisacáridos que desde hace largo tiempo posee una aplicación médica; actualmente se produce comercialmente por la bacteria *Leuconostoc mesenteroides* a partir de un proceso de fermentación en un medio basado en sacarosa. (Kim et al, 2003). Otras aplicaciones médicas se basan en la explotación de las propiedades biológicas del dextrano, actuando como agentes antivirales y antitumorales. Son de destacar, las líneas de investigación que emplean curdlano modificado (curdlano químicamente sulfatado modificado con un derivado de palmitol) para recubrir vesículas y preparar liposomas recubiertos con derivados de curdlano, con el objetivo de estabilizar los liposomas contra los fluidos gástricos para un potencial uso oral. (Moon & Lee, 2004).



Ilustración 22. Aplicaciones de polímeros en la salud



<http://image.slidesharecdn.com/presentac>

APLICACIONES EN BIORREMEDIACIÓN MEDIOAMBIENTAL

La mayoría de los biopolímeros muestran una capacidad de biorremediación con uniones y retención de metales pesados. Numerosos estudios demuestran que disoluciones de biopolímeros pueden extraer metales pesados por quelación, reducción, precipitación, intercambio iónico. La capacidad de extracción de metales pesados de la bacteria *Zooglea ramigera* ha sido ampliamente estudiada; esta, es una bacteria productora de exopolisacárido y se encuentra en el tratamiento de aguas residuales. (Bramucci & Nagarajan, 2000)

Ilustración 23. Biorreactor aerobio para tratamiento del lacto-suero

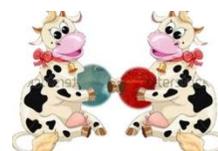


Diana Flórez



Capítulo IV

Secado de lacto-suero para su incorporación en alimentación animal

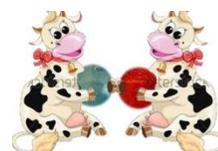


El lacto-suero es un subproducto de los procesos de transformación láctea y es considerado como un residuo de alto potencial de contaminación ambiental, sea por eliminación o por almacenamiento. Si bien, ha sido empleado en bebidas lácteas en poblaciones humanas, hay alrededor de ello una alta controversia a causa de los posibles impactos que provocaría sobre la salud de los consumidores. Otra de las vías de aprovechamiento es mediante su incorporación en la alimentación animal.

El lacto suero, desde el punto de vista alimenticio es considerado voluminoso a causa de su alta proporción de agua, la cual es de 93 a 94%. Adicionalmente, la lactosa puede llegar hasta el 90% de la leche, un 20% de proteína, aproximadamente el 40% de calcio y hasta 43% de fósforo y una proporción global de sales minerales que van del 0,5% al 1,2%. Es altamente energético, ya que posee unas 3500 Kcal/Kg en materia seca (MS) lo cual es un equivalente de 240 Kcal ED/Litro. Esto último es representado por la lactosa que las principal fuerte de energía (Rodríguez et al., 2010)

El empleo de lacto-suero en ganado lechero cumple la función de suplemento energético, el cual si bien no muestra diferencias significativas con el maíz, se ha demostrado que la cantidad de grasa en vacas de ordeño es mayor en vacas que son suplementadas con lacto-suero que con maíz con un grado de suministro de hasta 3,6 kg de MS/vaca/día (20 litros/vaca/día) (Gallardo et al., 2003). En terneros destetados precozmente, se ha observado que la eficiencia alimentaria con lacto-suero es directamente proporcional a medida que aumenta la edad, donde retención de minerales tales como Ca y P (Zhang et al., 2010). En otras especies, como los cuyes en etapas de crecimiento y engorde, el suministro bajo raciones de 25%, 50%, 75% y 100%, en complemento de alfalfa obtuvieron resultados positivos en ganancia de peso (Pérez-Sánchez et al., 2014).

El empleo de lactosuero es altamente difundido en producciones intensivas de porcinos principalmente, y en segundo orden en terneros (Parsi et al., 2001). En lechones, por ejemplo, se ha observado que el consumo controlado de lacto-suero permite el crecimiento de las vellosidades intestinales, por lo cual mejora el consumo de alimento y por ende la ganancia diaria de peso y el peso vivo de cada animal, reduciendo así el tiempo de la etapa de levante (Pérez-Sánchez et al., 2014). El consumo concomitante de lacto-suero con alimento balanceado permite observar una mayor asimilación de proteína que cuando se consume el alimento balanceado solo, lo cual permite deducir que efectivamente suero de leche fresco en raciones en animales en etapa de ceba permite la reducción de tiempos en esta etapa productiva (Pokniak et al., 1980). Bauza et al. (2005), obtuvieron hallazgos similares, en el cual el consumo de lacto-suero a voluntad y el consumo



de lacto-suero y pastoreo son similares respecto a una efectiva ganancia de peso, mayor que el alimento balanceado sin mezcla.

Sin embargo, el lacto-suero líquido contiene altas cantidades de agua, donde su material seco sólo es de 3,5 a 6,9%, lo cual, si bien es altamente palatable para animales posee limitaciones de volúmenes de suministro. Adicionalmente, la capacidad de digerir lactosa se reduce cuando aumenta la edad lo cual provoca desordenes gastrointestinales expresado en diarreas y prolapsos rectales donde esta involucrados al volumen y acidez de la ingesta, además de la alta concentración mineral (Parsi et al., 2001). Este último autor, así como Bauza et al. (2011) anotan varias restricciones en el suministro *ad libitum* de lacto-suero. La primera por razones bioquímicas, donde la lactosa en presencia de un pH cercano a la neutralidad es hidrolizada a lactasa lo cual afecta la digestión de la celulosa, lo cual implica el complemento de grandes cantidades con este elemento. La presencia de lactosa en base seca oscila entre 70-80%. En segunda medida, la energía es elemento limitante del lacto-suero, y entre los aminoácidos la lisina es la que presenta mayor proporción (1% MS) diferente caso a la metionina. Tercero, para que el suministro de lacto-suero sea efectivo debe ser suministrado durante un periodo de tiempo prolongado, sin embargo, en concordancia con Pérez-Sánchez et al. (2014) hay un mayor crecimiento intestinal (específicamente intestino grueso), pero al momento de la faena de cerdos alimentados con lacto-suero el rendimiento es menor.

La disminución de semejantes probabilidades de afecciones gastrointestinales se da cuando el lacto-suero se brinda seco en la dieta de los animales. Esto fue evidenciado por Reis de Souza et al. (2007), donde la digestibilidad fue mayor y donde la incorporación en el alimento de lacto-suero ácido y dulce no afectó la digestión ileal, por lo cual una mayor asimilación de la material seca en la totalidad del tracto gastrointestinal. Años después, Bauza et al. (2011) recomendó que el nivel de inclusión recomendado de suero en la dieta es de 25-30% de la MS.

MÉTODO ALTERNATIVO DE SECADO DE LACTO-SUERO

Una de las opciones para reducir la rápida degradabilidad y contaminación del lacto-suero es la deshidratación. Sin embargo, a causa de sus propiedades físicas y químicas tal procedimiento es difícil y costoso. Uno de los factores de alta incidencia el bajo pH debido a las altas concentraciones de ácido láctico generando corrosión en los aparatos para el secado. Esta situación obliga la evacuación de los sueros junto con las aguas residuales generando así la contaminación de los efluentes hídricos (Schanze, 1979).



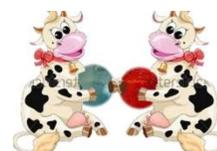
El secado de lacto-suero permite realizar de manera simple y económica la transformación del residuo permitiendo una adecuada calidad desde el punto de vista fisiológico, de fácil manipulación y susceptible de ser almacenado. El pretratamiento radica en concentrar la sustancia líquida que debe ser secada a la cual debe ser añadidos productos aditivos aumentando así la facultad de secado del material húmedo obtenido.

De acuerdo con (Schanze, 1979) el pretratamiento consiste en reducir en un 40% el volumen del lacto-suero. Para este procedimiento se inicia a temperaturas próximas a los 18°C. El resultado final es una sustancia con mayor concentración a la cual se adicionan sustancias aditivas tales como grasas vegetales del 5 al 10%, almidón disgregado del 10 al 30% y albumina vegetal del 10 al 25%. El mecanismo de mezcla de los aditivos consiste en la hidrólisis conjunta de los hidratos de la albumina y de carbono debido al líquido existente. Este procedimiento es favorecido por las altas cantidades de ácido láctico. La finalidad es la generación de una masa consistente húmeda que permite un secado final económico. Sin embargo, para esto es importante que los aditivos sean mezclados de manera conjunta. Ya que las adiciones poseen un bajo contenido de cenizas se espera por ende que el contenido general de cenizas contenidas en el lacto-suero sea menor (menos del 10%).

Es a partir de la obtención de esta mezcla que se puede dar continuidad a al proceso de secado del lacto-suero mediante el mecanismo de acción convencional de leche en polvo. Así, de esta manera, si bien se generan los costos por los aditivos, reducen por el consumo energético del procesamiento. Adicionalmente, la mezcla entre la lactosa y los demás componentes reduce el potencial de generación de lesiones entéricas. Por otra parte, el suministro de albumina mejora las propiedades proteicas del producto y los hidratos de carbono mejoran la proporción de contenido energético del lacto-suero.

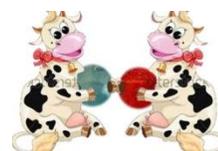
PLAN INTEGRAL DE MANEJO DE LACTOSUERO



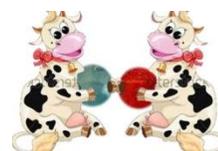


BIBLIOGRAFÍA

1. Ada Lydia de las Cagigas Reig y Jorge Blanco Anesto, 2002. Prebióticos y probióticos, una relación beneficiosa. Instituto de nutrición e higiene de los alimentos. Consultado en: http://bvs.sld.cu/revistas/ali/vol16_1_02/ali10102.pdf
2. Álvarez Mira, M. Clara (2013). Caracterización fisicoquímica de los diferentes tipos lacto sueros producidos en la corporativa Colanta LTDA. Consultado el 19 /07/015 en: repository.lasallista.edu.co.
3. Arciola CR., Campoccia D., Gamberini S., Cervellati M., Donati E. & Montanaro L. (2002), Detection of slime production by means of an optimized congo red agar plate test based on a colourimetric scale in Staphylococcus epidermidis clinical isolates genotyped for ica locus, Biomaterials 23 4233 – 4239.
4. Begoña Oleaga (2008), Enfermedades producidas por los microorganismos en la alimentación y como detectarlos mediante la biotecnología. Consultado en: <http://www.uned.es/experto-biotecnologia-alimentos/TrabajosSelecc/BegonaOleaga.pdf>
5. Bramucci, M.G., Nagarajan, V. (2000). Industrial wastewater biorreactors: sources of novel microorganisms for biotechnology. Trends Biotechnol. 18, 501-505.
6. Briczinski, E.P. and R.F. Roberts. 2002. Production of an exopolysaccharide-containing whey protein Lactosuero: importancia en la industria... Rev.Fac.Nal.Agr.Medellín 62(1): 4967-4982. 2009 4979 concentrate by fermentation of whey. Journal of Dairy Science 85(12): 3189-3197.
7. Carrillo, L. (2003). Microbiología agrícola. Recuperado de <http://www.unsa.edu.ar/matbib/micragri/micagriapendice.pdf>
8. CHANPRATEEP S. Current trends in biodegradable polyhydroxyalkanoates.
9. Cuesta, Frank. (2014). Evaluación de los niveles de remoción en demanda química y bioquímica de oxígeno, y sólidos suspendidos totales de efluentes industriales con bacterias productoras de polihidroxialcanoatos y exopolisacáridos a escala de laboratorio en empresas del sector de alimentos de la ciudad de Manizales. Universidad de Manizales.
10. Doleyres, Y., L. Schaub and C. Lacroix. 2005. Comparison of the functionality of exopolysaccharides produced in situ or added as bioingredients on yogurt properties. Journal Dairy Science 88: 4146-4156.
11. Domingo Marquina y Antonio Santo, Probioticos, prebióticos y salud. Dpto. de Microbiología III, Facultad de Biología, Universidad Complutense. 28040-Madrid.
12. Eroski consumer, (2009). Lacto-suero de residuo a aditivo alimentario. Consultado en: <http://www.consumer.es/seguridad-alimentaria/ciencia-y-tecnologia/2009/10/15/188582.php>.



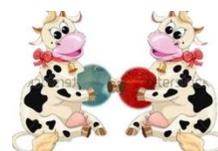
13. Escobar J.L. (2009), Síntesis, caracterización y aplicaciones biomédicas de redes de co-polímeros basados en poliésteres, Universidad Politécnica de Valencia.
14. Estudio FAO alimentación y nutrición, (2001-2002). Probióticos en los alimentos, propiedades saludables y nutricionales y directrices para la evaluación. consultado el 19-07-2015 en: <ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/009/a0512s/a0512s00.pdf>
15. Fernández, A., García, C., Saéz, J., Ramos, S. (2010). Procedimientos en Microbiología Clínica. RECUPERADO DE: <https://www.seimc.org/contenidos/documentoscientificos/procedimientosmicrobiologia/seimc-procedimientomicrobiologia37.pdf>
16. Foegeding, E. and P. Luck. 2002. Whey protein products. 1957-1960. In: Caballero, B., L. Trugo, P. Finglas (eds.). Encyclopedia of Foods Sciences and Nutrition. Academic Press, New York.
17. Goded, A. 2000. Industrias derivadas de la leche. Barcelona, España, Editorial Salvat S.A. 745 p. ISBN: 75482694812
18. Gonzales & et, primera edición 2014. ¿Qué son los Probióticos? ¿para qué sirven? Consultado en: <http://www.inta.cl/revistas/probioticos.pdf>
19. Gonzales, MI; 1996. The biotechnological utilization of cheese whey: a review. Biores tech. 54: 1-11
20. Graber, M., Morin, A., Duchiron, F., Monsan, P.F. (1998). Microbial polysaccharides containing 6-deoxysugars. Enzyme and Microbial Technology. 10, 198-205.
21. Guerrero Rodríguez W.J & Gómez Aldapa C.A (31 de Agosto y 1 de septiembre), centro de investigaciones químicas. Lacto-suero y su problemática en el medio ambiente. Consultado en: http://www.uaeh.edu.mx/investigacion/icbi/LI_MicroAlim/Javier_Castro/10.pdf
22. Inés Martín Sánchez. Universidad de Granada. Diversidad microbiana y taxonomía.
23. Javier Ricardo Gómez Cardozo, 2013. Producción y caracterización de polihidroxialcanoatos, sintetizados por microorganismos nativos a partir de residuos grasos, Universidad Nacional de Colombia. Medellín.
24. Jelen, P. 2003. Whey processing. Utilization and Products. 2739-2745. In: H. Roginski, J.W. Fuquay and P.F. Fox (eds.). Encyclopedia of Dairy Sciences. Academic Press, London, UK.
25. Journal of Bioscience and Bioengineering. 2010; 110(6): 621-632.
26. Jurado H., Aguirre D. & Ramírez C., (2009), Caracterización de bacterias probióticas aisladas del intestino grueso de cerdos como alternativa al uso de antibióticos, Rev. MVZ Córdoba, 14 (2): 1723 – 1735.
27. Jurado H., Aguirre D. & Ramírez C., (2009), Caracterización de bacterias probióticas aisladas del intestino grueso de cerdos como alternativa al uso de antibióticos, Rev. MVZ Córdoba, 14 (2): 1723 – 1735.
28. Kim, D., Robyt, F., * Lee S-Y., Lee, J-H., Kim, Y-M. (2003). Dextran molecular size and degree of branching as a function of sucrose concentration, pH, and temperature of reaction of Leuconostoc



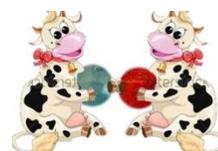
- mesenteroides B-512FMCM dextranucrase. Carbohydrate Research. 338, 1183–1189.
29. Lilian Sánchez, Jeannette Tromps (2014). Caracterización in vitro de bacterias ácido lácticas con potencial probiótico. Consultado el 19-07-2015 en: http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S0253-570X2014000200008&script=sci_arttext
 30. M. Carmen Martínez-Cuesta, Carmen Peláez, & Teresa Requena (2012), Grupo de biología funcional de bacterias lácticas, Probióticos en la salud humana. Consultado en: digital.csic.es/bitstream/10261/64001/1/379440.pdf
 31. Madiedo, P. Ruas, Gavilan C.G. Methods for the Scening, Isolation, and Characterización of Exopolysaccharides Produced by Lactic Acid Bacteria. Journal Dairy Sci. 88, N3, 843-856.
 32. Madigan MT, Martinko JM, Dunlap PV, Clark DP. (2009), Brock Biología de los Microorganismos 12a Edición, Pearson Educación S.A.
 33. Madigan MT, Martinko JM, Dunlap PV, Clark DP., (2009) Brock Biología de los Microorganismos 12a Edición, Pearson Educación S.A.
 34. Madigan, M., Marinko J. & Parker, J. (2003) Biología de los microorganismos. Madrid. Editorial Pearson.
 35. Manzano A. **Estupiñán G., Elpidia Poveda E. Marzo 2012. Efectos clínicos de los probióticos: que dice la evidencia. Consultado en: http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0717-75182012000100010**
 36. Maquilef, K. “producción de exopolisacáridos utilizando biomasa y inmovilizada” 2006. Archivo PDF
 37. María Clara Álvarez Mira (2013) .Caracterización fisicoquímica de los diferentes tipos lacto sueros producidos en la Cooperativa Colanta LTDA, Trabajo de grado para optar al título de Ingeniería de alimentos. RECUPERADO DE: http://repository.lasallista.edu.co/dspace/bitstream/10567/1036/1/Caracterizacion_fisicoquimica_diferentes_tipos_lactosueros_producidos_Colanta.pdf
 38. Martin Gotteland, PhD. Lab. de Microbiología y Probióticos INTA, Universidad de Chile, Agosto 2010. Alimentos simbióticos. Consultado en: <http://www.dinta.cl/wp-dintacl/wp-content/uploads/alimentos-simbioticos1.pdf>
 39. Ministerio de ambiente y desarrollo sostenible, resolución 0631 del 17 de marzo del 2015 Consultado el 21 de Julio del 2015 en <http://atcalsas.com/uploads/1426818014.pdf>
 40. Moon, C.I., Lee, J.H. (2004) Use of curdlan and activited carbon composed adsorbents for heavy metal renoval. Process Biochermitry. 40, 1279-1283.
 41. Organización mundial de gastroenterología, (mayo de 2008). Probióticos y prebióticos. Consultado en: www.worldgastroenterology.org
 42. Paris-Ripol, X. (2009). Obtención de exopolisacáridos de interés industrial a partir del lactosuero y permeatos. (Tesis doctoral). Universidad de Granada. Granada. Recuperado de <http://digibug.ugr.es/bitstream/10481/2376/1/18101604.pdf>
 43. Parra Huertas, (2010). Bacterias ácido lácticas: papel funcional en los alimentos. consultado en: <http://www.scielo.org.co/pdf/bsaa/v8n1/v8n1a12>



44. Pavel, J. 1979. Industrial whey processing technology: An overview. *J. agric. Food Chem.* 27(4) 658-661
45. Péant, B., G. LaPointe, C. Gilber, D. Atlan, P. Ward and D. Roy. 2005. Comparative analysis of the exopolysaccharide biosynthesis gene clusters from four strains of *Lactobacillus rhamnosus*. *Microbiology* 151: 1839–1851
46. Pintado Vallejo, Pamela Jacqueline. (2012). Elaboración de manjar utilizando suero de quesería a diferentes niveles como sustituto de la leche en el cantón Pastaza. (Trabajo de graduación), Universidad Estatal Amazónica, Puyo, Pastaza, Ecuador.
47. Puertollano & et, junio 2008. Probioticos aspectos críticos de su eficacia sobre la salud. Consultado en: <http://www.semicrobiologia.org/pdf/actualidad/45/probioticos.pdf>
48. Revilla, A. (1976). Tecnología de la leche. Editorial Herrero Hermanos. México
49. Ricardo Adolfo Parra Huertas (2012), Revista Lasallista de investigación, Yogurt en la salud humana. Consultado en: http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S1794-44492012000200017&script=sci_arttext
50. Ricardo Adolfo Parra Huertas, (2009). Lactosuero: importancia en la industria de alimentos. Consultado en: <http://www.scielo.org.co/pdf/rfnam/v62n1/a21v62n1.pdf>
51. Ricciardi A., Parente E. & Clementi F., (1997), A simple method for the screening of lactic acid bacteria for the production of exopolysaccharides in liquid media, *Biotechnology Techniques*, Vol 11, No 5, pp. 271–275.
52. Riera, F, Alvarez. A & Muñiz. D. (2004). Avances en el fraccionamiento de proteínas del lactosuero no desnaturalizadas. *Alimentación: equipos y tecnología*, Vol. 23, No 192 pp47-56. Sánchez Sánchez, Guillermo León, Gil Garzón, Miriam Janet, Gil Garzón, Maritza
53. Robitaille, G., S. Moineau, D. Gelais, C. Vadeboncoeur and M. Britten. 2006. Detection and quantification of capsular exopolysaccharides from *Streptococcus thermophilus* using lectin probes. *Journal of Dairy Science* 89:4156–4162.
54. Roller, S., Dea, I.C.M. (1992). Biotechnology in the production and modification of biopolymers for foods. *Critical Reviews in Biotechnology*. 12, 261-277.
55. Romero & et, (2013). Probioticos. Consultado en: http://scielo.isciii.es/scielo.php?pid=S0212-16112013000700011&script=sci_arttext
56. Rosa Aznar, M. Teresa Dueñas, Rufino Jiménez, Paloma López y Patricia Ruas-Madiedo. Exopolisacáridos de bacterias lácticas, ¿me quieren o no me quieren? **RECUPERADO DE:** <http://redbal.iata.csic.es/documentos/sabiasque/Exopolisacaridos%20B AL.pdf>
57. Ruas-Madiedo, P. and de los Reyes-Gavilán C. G. (2005), Methods for screening, isolation, and characterization of exopolysaccharides produced by lactic acid bacteria, *J. Dairy Sci.* 88:843 – 856.



58. Sanderson, G.R., Clarke, R.C. (1983). Gellam gum. Food Technology. 37, 63-70.
59. Schillinger U. & Lucke F-K (1987), Identification of lactobacilli from meat and meat products, Food Microbiology, 4, 199 – 208.
60. Schillinger U. & Lucke F-K (1987), Identification of lactobacilli from meat and meat products, Food Microbiology, 4, 199 – 208.
61. Shao-qian C., Si-Yi P., Xiao-lin Y. and Hong-fei F. (2010), Isolation and Purification of Anthocyanins from Blood Oranges by Column Chromatography, Agricultural Sciences in China, 9(2): 207-215.
62. Sneath P. H., Mair N. S., Sharpe M. E. & Holt J. G. (1986), Bergey's Manual of Systematic Bacteriology, Volume 2, Williams & Wilkins, U.S.A.
63. Sneath P. H., Mair N. S., Sharpe M. E. & Holt J. G. (1986), Bergey's Manual of Systematic Bacteriology, Volume 2, Williams & Wilkins, U.S.A.
64. Sneath P. H., Mair N. S., Sharpe M. E. & Holt J. G. (2009), Bergey's Manual of Systematic Bacteriology, Volume 2, Williams & Wilkins, U.S.A.
65. Spreer, E. (1975). Lactología industrial. Editorial Acribia. Zaragoza (España)
66. Sutherland, I.W. (1988). Bacterial surface polisaccharides: structure and function. Int. Rev. Cytol. (113)
67. VANDAMME EJ, DE BAETS S, STEINBÜCHEL A. Biopolymers. Carbohydrate Polymers. 2005; 59: 265–266.
68. Vanegas M.C., González L.M., Arévalo S.A. & Villanueva C. (2012), Evaluación del potencial probiótico de cepas de Lactobacillus colombianas aisladas de leche materna, Revista Alimentos Hoy, Vol. 21, No. 26.
69. Vanegas M.C., González L.M., Arévalo S.A. & Villanueva C. (2012), Evaluación del potencial probiótico de cepas de Lactobacillus colombianas aisladas de leche materna, Revista Alimentos Hoy, Vol. 21, No. 26
70. Vijayendra S. V. N., Palanivel G., Mahadevamma S., Tharanatha R. N. (2009), Physico-chemical characterization of a new heteropolysaccharide produced by a native isolate of heterofermentative Lactobacillus sp. CFR-2182, Arch Microbiol, 191:303–310.
71. VILLADA HS, ACOSTA HA, VELASCO RJ. Biopolímeros naturales usados en empaques biodegradables. Temas Agrarios. 2007; 12(2):5 -13.
72. Zisu, B. and P. Shah. 2003. Effects of pH, temperature, supplementation with whey protein concentrate, and adjunct cultures on the production of exopolysaccharides by Streptococcus thermophilus 1275. Journal Dairy Science 86: 3405-3415.
73. Alejandra de Almeida, Jimena A. Ruiz, Nancy I. López y M. Julia Pettinari*. (3 septiembre 2004). Bioplásticos: una alternativa ecológica. Química Viva, Número 3 consultado el 24 de noviembre de 2015 en <http://www.eis.uva.es/~biopolimeros/virginia/bacterias.htm>
74. Jorge Luis Escobar Ivirico . (2008). Síntesis, caracterización y aplicaciones biomédicas de redes de copolímeros basados en poliésteres . Universidad Politécnica de Valencia
75. Bauza, R; Gil, MJ; González, A; Panissa, G; Dalel Silva, D. 2011. Aporte nutritivo del suero de queso en la alimentación de cerdos en engorde. Revista Computadorizada de Producción Porcina., 18 (4): 255 – 269.



76. Bauza, R; Gil, MJ; González, A; Panissa; Petrocelli, H; Miller, V. 2005. Evaluación de dietas para cerdos en recría incluyendo forraje y suero de queso. *Revista Argentina de Producción Animal.*, 25: 11- 18.
77. Gallardo, M; Gaggiotti, M; Abdala, A; Leva, P; Maciel, M; Charlón, V; Cuatrin, A; Quaino, O. 2003. Utilización de permeado de suero como suplemento alternativo al grano de maíz en vacas lecheras bajo condiciones de pastoreo. *Sitio Argentino de Producción Animal.* Pp. 4.
78. Guerrero, RWJ; Gómez, ACA; Castro, RJ; González, RCA; Santos, LEM. 2010. Caracterización fisicoquímica del lactosuero en el Valle de Tulancingo. Guanajuato, Gto. México. pp. 8.
79. Parsi, J; Godio, L; Miazzo, R; Maffioli, R; Echevarría, A; Provensal, P. 2001. Valoración nutritiva de los alimentos y formulación de dietas. *Sitio Argentino de Producción Animal.* Pp. 32.
80. Pérez-Sánchez, RE; López-Rodríguez, M; Bautista-Guzmán, EC; García-Valladares, A; Román-Bravo, RM; Ortiz-Rodríguez, R. 2014. Efecto del suero de leche como complemento de la dieta sobre el crecimiento de las vellosidades intestinales y el peso de lechones en la etapa de 6a20kg. *Revista Científica, FCV-LU.*, 34 (4): 319 – 324.
81. Pokniak, J; Cornejo, S; Bonacic, M. 1980. Suero fresco en raciones para credos en engorda. *Agricultura Técnica (Chile).*, 40 (4): 147 – 151.
82. Reis de Souza, TC; Landín, MG; Aguilera, BA; Cervantes, HJG. 2007. Digestibilidad de la proteína y energía en dietas para lechones, complementadas con tres diferentes tipos de suero de leche deshidratado. *Vet. Méx.*, 38 (2): 141 – 151.
83. Schanze, R. 1979. Procedimiento para el secado de suero de leche, especialmente suero de leche agria y/o suero de mantequilla. Patente de introducción. España. Pp. 34.