Edición 5 • Mayo de 2020
ISSN: 2619-3191 (En línea)

Los geles e hidrogeles fotoactivos contribuyen a minimizar la generación de residuos en la producción láctea

Ranulfo Combuca da Silva Junior

Con pregrado y maestría en Química de la Universidad Estadual Paulista UNESP. Actualmente es químico de la Universidad Estadual de Maringá/UEM - Núcleo de Investigaciones en Limnología, Ictiología y Acuicultura (Nupélia). Doctorando del Programa de Posgrado en Química/UEM. Con experiencia en el área de Química analítica y físicoquímica con énfasis en Limnología y terapia fotodinámica, actuando principalmente en el desarrollo de fármacos y sus derivados buscando la inactivación fotodinámica de microrganismos.

Otros autores: Katieli da Silva Souza Campanholi, Wilker Caetano, Magali Soares dos Santos Pozza.

Los tratamientos alternativos, además de las buenas prácticas de higiene y limpieza en los sistemas de producción animal, pueden ayudar a reducir el uso de antibióticos y agentes antiparasitarios que causan daños a la salud humana y generan contaminación ambiental. La investigación se dirige al desarrollo de geles e hidrogeles fotoactivos basados en Safranin-O, extracto de Clorofilas (extraído de la espinaca) y Curcumina (extraído de la cúrcuma) para la prevención y el tratamiento de la mastitis en vacas y cabras lecheras.

La mastitis (bovina) es la inflamación en la glándula mamaria de los animales lactantes causada principalmente por la acción de microorganismos clasificados como patógenos. Esta enfermedad inflamatoria e infecciosa requiere un monitoreo permanente, ya que causa una disminución en la producción y calidad de la leche (cambios en la composición física y química), una elevación en gastos de producción (por medicamentos y tratamiento) y la necesidad de reemplazar a los animales (sacrificio prematuro de vacas). La mastitis se diagnostica por cambios en

Edición 5 • Mayo de 2020
ISSN: 2619-3191 (En línea)

las características físicas de la leche (presencia de pus y grumos) y su constitución se altera por la disminución del valor porcentual de lactosa, sólidos totales, grasa y caseína.

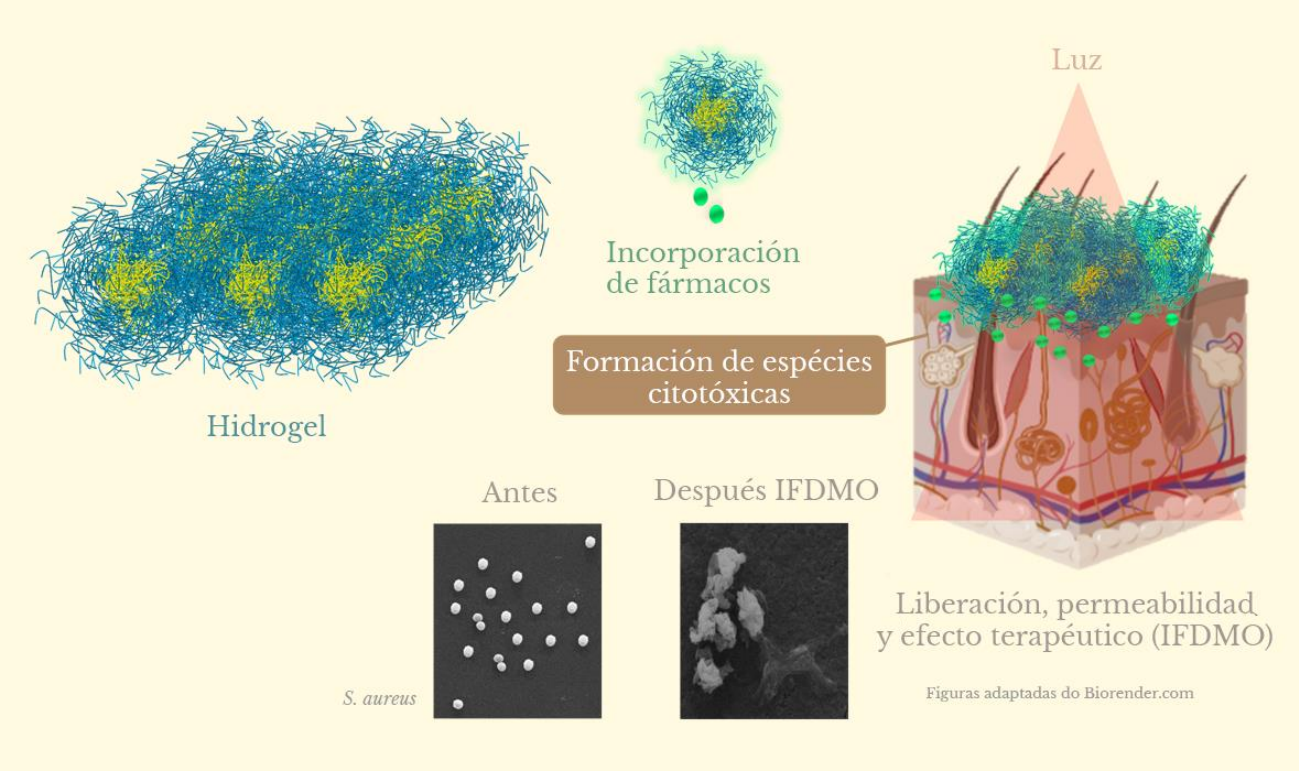

Figura 1. Detalle de la configuración del hidrogel. Compuestos Fotoactivos atraviesan la piel y forman "especies" reactivas de oxígeno que provocan destrucción celular / Imagen: Ranulfo Combuca da Silva Junior.

Para evitar la incidencia de mastitis, los sistemas de producción utilizan numerosos productos que se aplican para desinfectar los pezones (la región de la ubre del animal), y varían entre ellos en precio, composición o el hábito de uso. Se destacan los que son a base de yodo, clorhexidina e hipoclorito de sodio. Para el tratamiento de la mastitis, los antibióticos que generan residuos en la leche y el medio ambiente son comunes.

En este contexto, los tintes fotosensibilizantes naturales (activados con luz específica) aplicados para inactivar microorganismos se usaron para disminuir el uso de antibióticos en la producción de lácteos. Se han desarrollado geles e hidrogeles termoestables compuestos de matrices poliméricas biocompatibles y se pueden

Edición 5 • Mayo de 2020
ISSN: 2619-3191 (En línea)

insertar compuestos naturales en este tipo de formulación para tratar la mastitis, ya que se comportan como un líquido viscoso a 25 °C y como geles termoestables a 37 °C.

Figura 2. Línea de ordeño del sector de ganadería lechera bovina y caprina de la Hacienda Experimental de Iguatemi de la Universidad Estadual de Maringá (FEI/UEM)/ Imagen: Ranulfo Combuca da Silva Junior.

Los geles e hidrogeles fotoactivos que contienen los compuestos naturales se procesan de forma específica para la aplicación tópica en el pezón de los animales, garantizando la prevención o el tratamiento de la mastitis clínica y/o subclínica. El hidrogel permanece líquido a bajas temperaturas y se congela a la temperatura corporal del animal, lo que garantiza una mayor permeación y liberación del principio activo en el sitio de aplicación. Para que el hidrogel que contiene los compuestos naturales tenga una acción bactericida, es necesaria una iluminación específica con luz de la longitud de onda apropiada para cada compuesto fotosensible (Figura 1). La iluminación con fuentes LED se ha utilizado porque tienen un bajo costo y una mayor disponibilidad en el mercado.

Estas formulaciones inertes y biocompatibles pueden reemplazar los tratamientos habituales que tienen la misma eficacia para romper la membrana bacteriana, con la ventaja de

Edición 5 • Mayo de 2020
ISSN: 2619-3191 (En línea)

no causar problemas de residuos en la leche producida, daños al ordeñador o residuos al medio ambiente.

Se han realizado experimentos en la Fazenda Experimental de Iguatemi (FEI), del departamento de Zootecnia, perteneciente a la Universidad Estatal de Maringá / UEM (Figura 2).

Figura 3. Imágenes de los ensayos de fotoinactivación de microorganismos usando una fuente de LED: *in vitro* (Reducción del crecimiento de bacterias) e *in vivo* (Reducción de microorganismos en la superficie de las mamas de los animales) / Imagen: Ranulfo Combuca da Silva Junior.

La novedad de este tipo de aplicación consiste en estudios *in vitro* e *in vivo* de Inactivación Fotodinámica de Microorganismos (IFDMO), una modalidad terapéutica en la cual en presencia de un compuesto fotosensibilizante, una luz de longitud de onda específica y oxígeno molecular, generan especies citotóxicas que tienen acción bactericida y bacteriostático. Esta técnica se ha aplicado utilizando Safranin-O, Curcumina y extracto de clorofila para prevenir y tratar la mastitis en vacas y cabras lecheras (Figura 3).

Los geles e hidrogeles inactivaron *in vitro* los principales microorganismos que causan mastitis (*Staphylococcus aureus, Escherichia coli, Streptococcus agalactiae* y *Corynebacterium bovis*) y

Edición 5 • Mayo de 2020
ISSN: 2619-3191 (En línea)

contribuyeron *in vivo* para la reducción de los recuentos subclínicos de células somáticas (presencia de leucocitos y macrófagos que son indicaciones de imágenes de mastitis) en animales lactantes. Las formulaciones también contribuyeron a mantener la calidad de la leche producida, ya que sus propiedades físicas y químicas no cambiaron después de la aplicación de geles e hidrogeles. Esta propuesta tiene como objetivo beneficiar a los productores de leche, garantizando la salud del animal y minimizando los residuos en la producción, con base en el uso de compuestos extraídos de vegetales que no generan riesgos de contaminación.

En cuanto al campo de aplicación, los geles e hidrogeles pueden usarse en medicina veterinaria y en el área de producción de leche, actuando en la prevención y tratamiento de la mastitis subclínica y/o clínica, reduciendo el uso de antibióticos convencionales, lo que contribuye a reducir el impacto y evitar la contaminación del suelo, el aire y las fuentes de agua. Además, el material se caracteriza por ser de bajo costo y puede usarse fácilmente a escala industrial.

Artículo disponible en:

https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S014372081832447l?casa_token=Nw0OSZQj6hQAAAAA:AgXBe4UEXkD2w6vQwu2IwqGmv5j2wwP7V8BGv-0osBsHrJ7eSaxrwi98CTQXdrD2s9Mqud5c#!

Edición: Ángela Gutiérrez C

Colaboración: Alexandrina Pujal, Sonia Rodríguez, Ana Marcela Hernández, Isabela Machado, David González.

Cítese como: Silva Junior, R., K., Campanholi, W. Caetano, M. Pozza. 2020. *Los geles e hidrogeles fotoactivos contribuyen a minimizar la generación de residuos en la producción láctea*. Revista Bioika, 5 edición. Disponible en: URL https://revistabioika.org/es/ecoando/post?id=66