

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL
DEPARTAMENTO DE CIENCIAS BÁSICAS



Efecto de probióticos en becerras Holstein

Por:

GUILLERMO SANTIAGO MUÑOZ MUÑOZ

MONOGRAFÍA

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA

Torreón, Coahuila, México
Septiembre 2021

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL
DEPARTAMENTO DE CIENCIAS BÁSICAS

Efecto de probióticos en becerras Holstein

Por:

GUILLERMO SANTIAGO MUÑOZ MUÑOZ

MONOGRAFÍA

Que se somete a la consideración del H. Jurado Examinador como requisito parcial para obtener el título de:

MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA

Aprobada por:



DR. OSCAR ÁNGEL GARCÍA

Presidente




DR. RAMIRO GONZÁLEZ AVALOS

Vocal



MC. BLANCA PATRICIA PEÑA REVUELTA

Vocal



MVZ. JESÚS ALFONSO AMAYA GONZÁLEZ

Vocal Suplente



MC. J. GUADALUPE RODRIGUEZ MARTINEZ

Coordinador de la División Regional de Ciencia Animal



Torreón, Coahuila, México
Septiembre 2021

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL
DEPARTAMENTO DE CIENCIAS BÁSICAS

Efecto de probióticos en becerras Holstein

Por:

GUILLERMO SANTIAGO MUÑOZ MUÑOZ

MONOGRAFÍA

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA

Aprobada por el Comité de Asesoría:



DR. RAMIRO GONZÁLEZ AVALOS

Asesor Principal



MC. BLANCA PATRICIA PEÑA REVUELTA

Coasesor



MC. MELISA CONCEPCIÓN HERMOSILLO ALBA

Coasesor

MC. J. GUADALUPE RODRÍGUEZ MARTÍNEZ

Coordinador de la División Regional de Ciencia Animal

Torreón, Coahuila, México
Septiembre 2021



AGRADECIMIENTOS

A mis padres, maestros por todo lo que me enseñaron, porque gracias a ustedes me convertí en la persona que soy hoy en día.

Al Dr. Ramiro González Ávalos por su apoyo incondicional para realizar esta monografía.

A mi querida universidad por permitirme aprender y culminar mi carrera con éxito, y por darme la oportunidad de desarrollarme en el área de las ciencias que amo tanto, que es la medicina veterinaria.

A mis amigos por apoyarme y acompañarme en todas mis aventuras por ayudarme con tareas y exámenes.

DEDICATORIAS

A ZAIDA RAMIREZ GUAJARDO

Esta meta es compartida con ella, por su apoyo incondicional, por acompañarme durante lo largo de estos años de carrera, por estar conmigo en los momentos difíciles de esta etapa, por ser mi compañera en las aventuras que viví en la universidad.

A LORENA GUADALUPE MUÑOZ MUÑOZ

Querida mamá: sin tu apoyo esto no hubiese sido posible, gracias a tu crianza soy un hombre de bien, gracias por siempre estar para mí, este logro es de ambos.

RESUMEN

La crianza de becerras para reemplazo hoy en día es una de las actividades de mayor atención en los establos debido a que estos reemplazos representan el futuro genético y económico de éste y es fundamental criarlos de la mejor manera posible para lograr un buen desarrollo y crecimiento de los animales, asegurando su futura vida productiva. Las recientes problemáticas con relación al uso de antibióticos en la producción animal con respecto a sus beneficios en la leche y su bioacumulación en el cuerpo humano han obligado a los nutricionistas a usar los probióticos como una alternativa para los antibióticos en la nutrición de rumiantes. El presente trabajo es una recopilación de datos sobre los probióticos y el proceso de la crianza, en éste se describen las bases o principios aplicables a la actividad de crianza de reemplazos. Partiendo desde la anatomía y fisiología de los rumiantes, los procesos implicados en la crianza hasta la normatividad en nuestro país. Es de vital importancia el conocimiento de los probióticos para poder comprenderlo y así aplicarlo de una manera apropiada a la crianza de becerras.

Palabras clave: Crianza, Desarrollo, Nutrición, Peso, Rumiantes.

Índice general

AGRADECIMIENTOS	i
DEDICATORIAS	ii
RESUMEN	iii
Índice general	iv
Índice de figuras	v
1. INTRODUCCION	1
2. REVISIÓN DE LITERATURA	3
2.1. Implicaciones de los probióticos en la salud de las becerras	3
2.2. ¿Que son los probióticos?	6
2.3. Criterio para seleccionar un probiótico	10
2.4. Modificación de la microbiota y ambiente del tubo digestivo	13
2.5. Modulación del sistema inmune	15
2.6. Uso de probióticos como promotores de crecimiento	16
2.7. Mecanismo de acción	17
2.8. Importancia y clasificación	19
2.9. Uso actual de los probióticos	21
3. CONCLUSIONES	24
4. LITERATURA CITADA	25

Índice de figuras

Figura 1.	Lactococcus lactis.	7
Figura 2.	Lactobacilos gasseri.	13

1. INTRODUCCION

El primer frente de defensa en los terneros lo constituyen las inmunoglobulinas (Ig), las que no pueden traspasar la placenta; por esta razón es muy importante que el ternero neonato consuma una suficiente cantidad de calostro de alta calidad que lo proteja de problemas infecciosos digestivos y respiratorios hasta poder desarrollar su sistema inmunológico, el cual depende completamente de los anticuerpos del calostro y de los aditivos o probióticos comerciales que ayudan a reforzar la barrera inmunológica del ternero, el segundo frente lo constituye el uso de antibióticos específicos para cada caso (Aguilar, 2004).

Para todos los animales mamíferos el calostro y la leche entera de la madre representa, el alimento esencial para un buen crecimiento. El calostro, constituye la primera secreción posparto, el primer alimento a consumir por el recién nacido y un excelente reemplazante de la leche que posee cualidades excepcionales desde el punto de vista nutricional y que contiene la fracción inmune de las globulinas del suero para prevenir ciertas enfermedades neonatales (Guevara y Suárez, 2016).

Actualmente la industria de bovinos especializados en producción de leche trata de mantenerse más redituable, optimizando sus parámetros productivos, reproductivos, así como tratando de acortar y hacer más eficiente el proceso de recría, acelerando el peso de las becerras en todas las etapas para que éstas alcancen más rápido y en el menor tiempo posible el peso para ser gestadas, parir, empezar a producir leche y crías (Valdez y Jaimes, 2011).

La crianza de terneros es una de las etapas en la ganadería que más retos presenta a nivel sanitario, y donde se presentan altos índices de mortalidad debido,

entre otros factores, a que los mecanismos de defensa del recién nacido no están desarrollados. Así mismo, el desarrollo de las porciones anteriores del aparato digestivo aún debe lograr el tamaño y proporciones que tendrán en su vida adulta (Mee, 2008).

La baja acidez del abomaso en el ternero lactante incrementa el potencial riesgo de bacterias y virus que ingresarán por vía oral, pasando directamente hacia el intestino, donde pueden causar patologías complejas como la diarrea (Bazeley, 2003). La cría de becerras para reemplazo presenta algunos problemas, como el mal suministro de calostro, alimentación con sustitutos de leche de baja calidad y cambios repentinos en la ración (Soto *et al.*, 2011).

Estas malas prácticas provocan diarreas ocasionadas principalmente por enteropatógenos, provocando tasa de mortalidad en más de 10%, durante las primeras semanas de vida (Shu y Gill, 2002). Para reducir la mortalidad se recurre al uso de antibióticos, pero la resistencia a las cepas patógenas afecta negativamente la salud de los animales (Rosmini *et al.*, 2004; Frizzo *et al.*, 2011;).

La pérdida de becerros en unidades de producción de leche obedece, en muchos casos, a la mala administración y alimentación, causa de infecciones y depresión del sistema inmunológico en los terneros (Fuller, 1989). Por esta razón los probióticos deben recibir atención especial de los ganaderos, que buscan alternativas al uso de antibióticos como promotores del crecimiento. Desde el nacimiento, dado que su microbiota y su sistema inmunitario no están completamente desarrollados, los terneros recién nacidos son susceptibles a varios microorganismos patógenos de la mucosa.

2. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. Implicaciones de los probióticos en la salud de las becerras

Desde su descubrimiento, los antibióticos han representado una herramienta importante para el tratamiento de las enfermedades infecciosas en el hombre y los animales. Se han suministrado a los animales de granja como promotores del crecimiento y para prevenir las enfermedades. Sin embargo, el uso continuo de estos productos, a veces en forma indiscriminada, produjo la aparición de cepas bacterianas resistentes, proceso que se potencializó por la capacidad de transferir la resistencia entre bacterias, incluso de diferente género y especie (Teuber *et al.*, 1996).

Las terapias con antibióticos, en especial las administradas por vía oral, si bien controlan los microorganismos patógenos también afectan a muchos microorganismos benéficos produciendo trastornos en el equilibrio de la microbiota gastrointestinal (Rosmini *et al.*, 2004) y modificaciones en el tejido del intestino delgado (Parker, 1990). Muchos de estos antibióticos o sus residuos pueden quedar en los tejidos animales destinados al consumo humano.

Los agentes etiológicos incluyen *Escherichia coli*, *Salmonella enterica* y *Clostridium perfringens* tipo c, que están asociados con diarrea bovina posterior al destete, así como *Fusobacterium necrophorum* y *Mannheimia haemolytica*, que están asociadas con difteria y neumonía en terneros, respectivamente. Además, los terneros recién nacidos que no ingieren el calostro o que han sido sometidos a un cambio en la dieta, transportación a larga distancia, exposición a clima adverso,

privación nutricional y cualquier otro tipo de estrés son más susceptibles a los microorganismos patógenos, debido a un deterioro en el desarrollo de la inmunidad. Estas patologías infecciosas tienen una repercusión económica en la actividad ganadera, pues implican tratamientos veterinarios y mano de obra adicional, además del retraso en el desarrollo corporal de los animales afectados y la posibilidad de contagio a otros terneros que conviven con el afectado (Tepan, 2011). Estas pérdidas han incrementado el uso de antibióticos para proteger los animales y tratar las diarreas; sin embargo, su uso extensivo y prolongado ha favorecido la susceptibilidad de los terneros a microorganismos patógenos, generando resistencia a diversos antibióticos (Fuller, 1989).

Sin embargo, las recientes problemáticas con relación al uso de antibióticos en la producción animal con respecto a sus beneficios en la leche y su bioacumulación en el cuerpo humano han obligado a los nutricionistas a usar los probióticos como una alternativa para los antibióticos en la nutrición de rumiantes para incrementar el rendimiento lechero, combatir los patógenos en el sistema digestivo (Vandevoorde *et al.*, 1991), apoyar la flora microbiana ruminal, la vida simbiótica y la utilización del alimento (Fuller, 1989).

En este contexto, los probióticos se han utilizado en la producción animal como suplemento alimenticio, especialmente en animales recién nacidos (Castillo *et al.*, 2012) donde se ha observado una reducción de la mortalidad neonatal y una mejora del rendimiento animal (Frizzo *et al.*, 2011; Yeoman y White, 2014; Naqid *et al.*, 2015).

Los probióticos que se utilizan en la cría intensiva de los animales de granjas podrían sustituir totalmente a los antibióticos como aditivos promotores del crecimiento, por los efectos beneficiosos que producen en el hospedero. El uso de estos productos permite la eubiosis de la microflora gastrointestinal, y por tanto garantiza un buen estado de salud y mejor comportamiento productivo de los animales (García *et al.*, 2005).

En la producción animal se persigue siempre conseguir una buena situación sanitaria y un buen rendimiento en carne para obtener resultados económicos rentables. Se sabe que hay una relación directa entre el funcionamiento del tracto intestinal y la tasa de crecimiento, índice de conversión y diversas enfermedades. Para evitar las enfermedades, se somete a los animales a tratamientos de antibióticos o quimio-terapéuticos, capaces de eliminar no solo a los elementos patógenos sino también a la flora bacteriana necesaria para el buen funcionamiento del aparato digestivo (Lozano, 2002).

La solución más adecuada para asegurar el rendimiento de la alimentación, con la consecuente ganancia de peso y aumento de la inmunología natural del animal, es la prevención de las variaciones de la flora, asegurando la presencia de un número suficiente de bacterias beneficiosas capaces de dominar el medio e inhibir el desarrollo de los patógenos (Carcelén *et al.*, 2005).

Fue con un trabajo de Metchnikoff datado en 1908, cuando se relataron las facetas benefactoras de los lactobacilos, para posteriormente, en 1974, proponer el término de "probióticos" en contraposición al de antibióticos, ya que la primera acepción hace referencia a los efectos favorables de la vida (García *et al.*, 2005).

Hoy en día se reconoce la importancia y posible eficacia de la terapia biótica (probióticos y prebióticos) como herramienta médica en el tratamiento de enfermedades digestivas (Nava y Dávila, 2004).

2.2. ¿Que son los probióticos?

Los probióticos han sido definidos por la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) y la Organización Mundial de la Salud (OMS), como organismos vivos que cuando se administran en cantidades adecuadas confieren un beneficio para la salud del hospedero (FAO/WHO, 2001). Cabe resaltar que, como lo indica esta definición, el término probiótico no está limitado a alimentos o a una administración oral del producto, este término puede utilizarse también en productos de aplicación cutánea, intravenosa, entre otras. Los probióticos son organismos vivos y no está limitado el tipo de organismo, pueden ser bacterias, hongos, entre otros (FAO/WHO, 2001; Reid, 2016). Como lo aclara la definición de la OMS y la FAO, los microorganismos empleados deben estar vivos para que puedan ser clasificados como probióticos. No existen probióticos muertos, esto es un mal uso del término. Otro aspecto importante a la hora de clasificar un producto como probióticos es que debe existir un efecto beneficioso en el animal o persona a la que se le administra, y este efecto debe estar probado y debe superar al efecto dado por el placebo (FAO/WHO, 2001).

El término Probiótico, se utilizó por primera vez, para nombrar a los productos de la fermentación gástrica. Esta palabra se deriva, del latín -PRO- que significa por o en favor de, y del griego -BIOS- que quiere decir vida. Microorganismos y compuestos que participan en el balance y desarrollo microbiano intestinal. Esta

definición fue modificada y redefinida como: Aquellos microorganismos vivos, principalmente bacterias y levaduras, que son agregados como suplemento en la dieta y que afectan en forma beneficiosa al desarrollo de la flora microbiana en el intestino. Al actuar en el intestino, estimulan las funciones protectoras del tracto digestivo, y actúan como bioterapéuticos, bioprotectores o bioprolácticos (Figura 1), también se utilizan para prevenir las infecciones entéricas y gastrointestinales (Lewis y Gorbach, 1972).

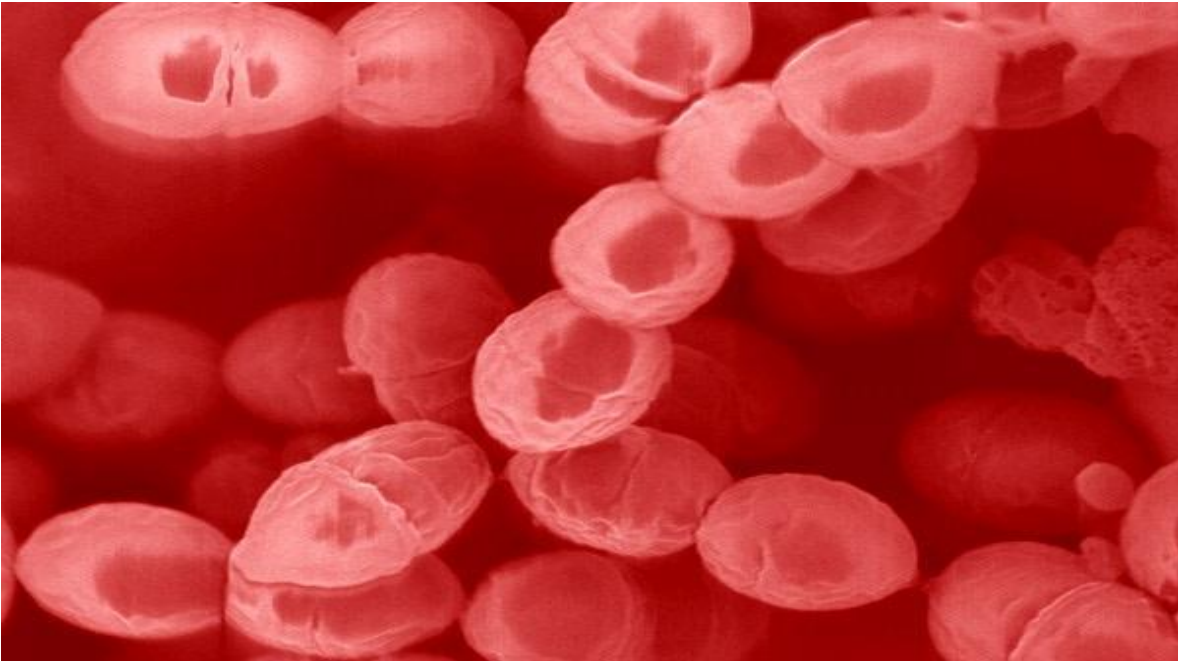


Figura 1. *Lactococcus lactis*. (Tomada y editada de <https://bioinfo.bact.wisc.edu/themicrobialworld/Lactococcus.html>)

Los microorganismos deben reunir ciertas características para ser usados como probióticos en nutrición animal. No deben ser patógenos para los animales, deben ser resistentes a factores físicos y ambientales propios de los procesos de elaboración de alimentos para animales, a saber: calor, desecación, radiación UV. Deben mantener su viabilidad durante el procesamiento, almacenamiento y manejo,

además de ser capaces de resistir el ambiente del tubo digestivo, adherirse a la pared intestinal y colonizar el tubo digestivo del animal. Estos microorganismos deben tener la capacidad de crecer rápidamente en medios de cultivo de bajo costo, para que su producción y uso en nutrición animal sea rentable (Bajagai *et al.*, 2016). Debido a esto, el uso de bacterias formadoras de esporas altamente resistentes a condiciones ambientales adversas como altas temperaturas y desecación, particularmente pertenecientes al género *Bacillus*, son cada vez más frecuentes (Reid, 2016).

Resulta importante aclarar las diferencias claves entre probióticos y prebióticos cuya similitud es motivo de confusión y de incompreensión del tema. El término prebiótico, se refiere a todo ingrediente alimentario, no digerible, que estimula selectivamente el crecimiento o la actividad de una o de un número limitado de bacterias en el colon y beneficia la salud del huésped. Los probióticos por su parte, son cepas de microorganismos benéficos vivos que conservan sus actividades fisiológicas y metabólicas (Rosmini *et al.*, 2004).

Ya que los modos de acción de los probióticos y los prebióticos no son excluyentes, ambos pueden utilizarse simultáneamente, constituyendo así los denominados "simbióticos" para obtener un efecto sinérgico. Los probióticos despliegan su acción controlando microorganismos patógenos y no patógenos, mejorando el balance microbiano intestinal, el estado nutricional, así como el estado sanitario de los animales. Los efectos de los probióticos parecen depender del tipo de compuesto y su dosis, de la edad de los animales, de la especie animal y de las condiciones de explotación (Carmona *et al.*, 2015).

Entre los productos comerciales utilizados actualmente como probióticos en la alimentación animal, se encuentra una amplia variedad de presentaciones; algunos emplean una sola especie microbiana, otros son multiespecie, además, en el mercado se encuentran probióticos a base de bacterias, hongos, microorganismos formadores y no formadores de esporas. Entre esta variedad de productos están los probióticos autóctonos, que son los que utilizan microorganismos que son parte de la flora indígena del tracto gastrointestinal de los animales, como las bacterias pertenecientes a los géneros *Lactobacillus* y *Bifidobacterium*, y los probióticos alóctonos que usan microorganismos que normalmente no están presentes dentro del tubo digestivo de los animales, como es el caso de las levaduras (Bajagai *et al.*, 2016).

Si tenemos en cuenta que los probióticos son principalmente consumidos por vía oral, es lógico pensar, que sus efectos beneficiosos se pondrán de manifiesto, fundamentalmente, en patologías intestinales. Sin embargo, la posibilidad de modular la respuesta inmune de tipo sistémica, hace que los probióticos también presenten efectos positivos en otras alteraciones extra intestinales, como alergias y vaginitis. Sin embargo, el problema que se presenta a la hora de incorporar probióticos a cualquier formulación, es la escasa resistencia de los microorganismos a los procesos tecnológicos y a diferentes condiciones ambientales como el pH, el oxígeno o la temperatura. Por todo esto, es necesario que los microorganismos se introduzcan protegidos por una barrera física que evite su exposición a las condiciones adversas del entorno. Para ello, recurrimos a las técnicas de micro encapsulación, que consisten en el recubrimiento de pequeñas cantidades de un

determinado compuesto mediante un material protector que es generalmente de naturaleza polimérica. La micro encapsulación protege a los materiales encapsulados de factores como el calor y la humedad, permitiendo mantener su estabilidad y viabilidad, también se ha utilizado para mejorar el sabor y la estabilidad de medicamentos y como barrera contra malos olores y sabores (Carmona *et al.*, 2015).

2.3. Criterio para seleccionar un probiótico

Un probiótico debe reunir las siguientes características; las cepas utilizadas en los probióticos deben tener una historia de no ser patógenas, especialmente para personas con inmunocompromiso, no ir asociadas con enfermedades como endocarditis infecciosa y/o trastornos gastrointestinales. No ser sensible a las enzimas proteolíticas. Ser capaces de sobrevivir el tránsito gástrico. Deben ser estables frente a ácidos y bilis, y no conjugarse con las sales biliares. Tener capacidad para adherirse a las superficies epiteliales. Sobrevivir en el ecosistema intestinal. Ser capaces de producir componentes antimicrobianos. Deben permanecer vivas y estables durante su empleo. Deben tener un mecanismo específico de adhesión al intestino humano. Deben ser capaces de un crecimiento rápido en las condiciones del ciego. Deben ser capaces de inmunoestimulación, pero sin efectos proinflamatorios. Los probióticos pueden también funcionar sintetizando ciertos compuestos o produciendo subproductos metabólicos que pueden tener una acción protectora o inducir efectos positivos (Pino y Dihigo, 2007).

Además de nutrir a quien los consume, colonizan el intestino modificando positivamente la flora intestinal y mejorando el funcionamiento del sistema inmune

y, por tanto, la salud global del organismo. Estos microorganismos ingeridos a través de los probióticos logran llegar vivos al intestino delgado donde interactúan con las bacterias de la microflora endógena. Además, colonizan el intestino grueso y estabilizan la flora intestinal al adherirse a la mucosa del intestino para impedir la actividad de los microorganismos dañinos. Por tanto, estas bacterias tienen también propiedades inmunomoduladoras en la medida que estimulan la producción de anticuerpos y refuerzan el sistema inmune (Carmona *et al.*, 2015).

Las funciones de los probióticos se clasifican en: Nutritiva: Mejoran el proceso normal de la digestión, incrementando la absorción de minerales (entre ellos el calcio, lo que es interesante para evitar la osteoporosis), la producción de vitaminas (sobre todo las de tipo B, como niacina, ácido fólico, biotina y vitamina B6), y la recuperación de componentes valiosos (como los ácidos grasos de cadena corta). La fermentación bacteriana produce ácidos grasos de cadena corta que aportan energía al organismo, produce metabolitos como vitaminas (K, algunas del complejo B) así como enzimas digestivas y favorece la absorción de minerales. Consiguen la fermentación de alimentos, que serían indigestibles de otro modo, consiguiendo la obtención de metabolitos beneficiosos a partir de ellos. Intolerancia a la lactasa, el azúcar de la leche, que afecta a una mayoría de poblaciones, como las bacterias presentes en el yogur poseen la enzima lactasa, de la que son deficientes los enfermos, éstos pueden resolver el problema y volver a ingerir productos lácteos, sin molestias, siempre que los acompañen con el consumo de yogures ricos en tales bacterias.

Trófica: Acelera el tránsito gastrointestinal, aumenta la velocidad de renovación de los enterocitos e Incrementa la reabsorción de agua.

Defensiva: La mucosa intestinal constituye la mayor superficie del organismo expuesta al exterior, y el tracto gastrointestinal es el órgano más rico en células inmunes. La pérdida del equilibrio entre la proporción de bacterias beneficiosas (Figura 2) y nocivas de la micro biota intestinal conlleva a una predisposición al desarrollo de infecciones y/o enfermedades inmunoinflamatorias. La simbiosis entre la flora bacteriana se puede optimizar mediante intervención farmacológica o nutricional sobre el ecosistema de los microorganismos intestinales utilizando probióticos Disminuye el pH, aumenta la capacidad redox, posee el papel de barrera y compite por la fijación con otras bacterias patógenas de igual manera que produce sustancias antimicrobianas denominadas bacteriocinas. Su papel de defensa lo realiza, al actuar como fuente de energía de los colonocitos (mediante la fermentación de carbohidratos y la consecuente formación de ácidos grasos de cadena corta), al degradar sustancias alimenticias no digestible y al conservar la integridad del epitelio intestinal. Los probióticos producen beneficios inmunológicos activando los macrófagos locales y aumentando la producción de inmunoglobulina (A) secretora, a nivel tanto local como sistémico, modulando el perfil de citoquinas e induciendo la disminución de la respuesta a los antígenos de los alimentos. Lucha protectora ecológica contra bacterias, hongos y virus patógenos, impidiendo que colonicen el tracto gastrointestinal (como sucede con la bacteria *Helicobacter Pylori* causante de úlceras y cánceres gástricos).



Figura 2 Lactobacilos gasseri. (Tomado de <https://www.monederosmart.com/lactobacilos-gasseri/>)

2.4. Modificación de la microbiota y ambiente del tubo digestivo

Uno de los mecanismos de los probióticos consiste en cambiar la dinámica de la población microbiana, disminuir el crecimiento de microorganismos patógenos y promover el crecimiento de microflora beneficiosa. Poblaciones microbianas benéficas en el tubo digestivo, se han asociado con aumento en el rendimiento del animal, lo que refleja una digestión más eficiente y mejora en la inmunidad. La capacidad de los probióticos de reducir los microorganismos patógenos en el tubo digestivo, puede ser deberse a la producción de bacteriocinas, a la exclusión por competencia al adherirse los probióticos al epitelio intestinal, al cambio en pH y a la inducción de la respuesta del sistema inmune (Jordan *et al.*, 2014).

En aves que recibieron probióticos como aditivos en su dieta, se reportaron aumentos de la población de *Lactobacillus* y *Bifidobacteria*, disminución en la

población de *Escherichia coli* y disminución en la población de *Clostridium* spp. Las bacterias *L. reuteri*, *B. subtilis* y *B. licheniformis*, han demostrado en lechones la capacidad de disminuir la cantidad de *E. coli* y *Salmonella* sp. en las heces (Ahmed *et al.*, 2014).

Esta disminución en la excreción de microorganismos patógenos, reduce el riesgo de infección de otros animales en las producciones pecuarias y la contaminación cruzada. La modificación en la población del tubo digestivo, se ha visto con las bacterias comúnmente usadas como probióticos tanto gram negativas como gram positivas, bacterias ácido lácticas y bacterias formadoras de esporas como *Bacillus* sp (Oliveira-Fuster y González-Molero, 2007).

La microbiota del tracto gastrointestinal en mamíferos es compleja y biodiversa, posee una gran cantidad de especies y células que superan las 10¹⁴, es altamente activa e interactúa de manera directa con el huésped (López *et al.*, 2012).

Las bacterias intestinales se dividen en especies que producen efectos perjudiciales como: diarrea, infección, daño hepático, carcinogénesis y putrefacción intestinal; y especies que generan efectos benéficos como: estimulación del sistema inmune de manera no inflamatoria, disminución de los problemas de distensión por gases, mejora en la digestión y absorción de nutrientes, producción de ácidos grasos volátiles y participación en la síntesis de vitaminas, principalmente del complejo B. Cabe señalar que algunos de estos efectos se deben, principalmente, a la inhibición del crecimiento de bacterias perjudiciales (Lewis y Gorbach, 1972).

2.5. Modulación del sistema inmune

Se ha descrito que los probióticos tienen la capacidad de modular la respuesta inmune del hospedero, tanto la respuesta innata como la respuesta adaptativa. Varios estudios han demostrado los efectos inmunoestimuladores de los probióticos, indicaron que un probiótico que contenía *L. fermentum* y *S. cerevisiae*, estimuló la respuesta de células T intestinales, caracterizada por una mayor producción de linfocitos T CD3 +, CD4 + y CD8 + en el tubo digestivo de pollos de engorde (Mazón-Suastegui *et al.*, 2019).

También se ha reportado que los probióticos aumentan el nivel de inmunoglobulinas en el suero, y el título de anticuerpos contra la enfermedad de Newcastle en pollos. En cerdos *L. reuteri*, *B. subtilis* y *B. licheniformis*, aumentaron los niveles en suero de Inmunoglobulina G (Ahmed *et al.*, 2014).

La mayor digestibilidad de nutrientes podría deberse al aumento de la actividad enzimática en el intestino, ocasionada por los probióticos administrados. Investigaciones han reportado un aumento en la actividad enzimática de la amilasa, al agregar *Lactobacillus* a la dieta de pollos de engorde, y aumento en la actividad de la sucrosa y la lactasa al agregar *Lactobacillus* en la dieta de cerdos. *Bacillus amyloliquefaciens*, la cual se ha utilizado como probiótico en alimentación animal, produce enzimas extracelulares como amilasa, celulasa, proteasas y metaloproteasas, lo que podría favorecer la digestión de nutrientes. También se ha descrito que el consumo de probióticos aumenta la altura de las vellosidades intestinales en pollos, aumentando el área de absorción de nutrientes (Gutiérrez-Ramírez *et al.*, 2013).

2.6. Uso de probióticos como promotores de crecimiento

En varias investigaciones realizadas en animales se ha encontrado que los probióticos son una alternativa de remplazo a los promotores de crecimiento, ya que al ser administrados en cantidades adecuadas reducen la mortalidad y aumentan la conversión alimentaria mejorando la capacidad digestiva e incrementando el estado de salud del animal, sin contar que estimulan el crecimiento de los microorganismos benéficos y suprimen los patógenos por competición y producción de ácido láctico. Los probióticos son más eficientes en las primeras semanas de vida de los animales; especialmente en mamíferos (García *et al.*, 2003).

El uso de antibióticos como promotores del crecimiento en la producción pecuaria, se asocia con un incremento en la aparición de bacterias resistentes a los antibióticos, ya que se utilizan dosis menores a las necesarias para eliminar la población bacteriana y dejan algunas bacterias que logran resistir. Estas logran reproducirse, lo que resulta en la multiplicación de genes de resistencia y diseminación mediante transferencia horizontal hacia diferentes especies bacterianas, tanto patógenas como comensales, dentro del tubo digestivo del animal (Carattoli, 2013; Yirga, 2015). La unión europea ha prohibido el uso de antibióticos como aditivos en alimentos para animales desde el 2006 (Yirga, 2015). La Agencia de Administración de Alimentos y Medicamentos (FDA, por sus siglas en inglés) de Estados Unidos, prohibió a partir de enero del 2017 el uso de antibióticos (exceptuando coccidiostatos) como promotores de crecimiento en alimentación animal. Esto ha fomentado la búsqueda de otros productos alternativos para usarlos como promotores del crecimiento y de la salud en animales

productivos. Entre las alternativas que se han venido utilizando en alimentación animal, están los prebióticos, probióticos (Uyeno *et al.*, 2015), ácidos orgánicos, aceites esenciales (Gadde *et al.*, 2017; Granados-Chinchilla, 2017).

Las preparaciones probióticas pueden ser administradas inmediatamente después del nacimiento de los animales o en periodos en los que el productor espera la aparición de enfermedades o mezcladas con el alimento por periodos largos de tiempo (Vimala y Dileep, 2006).

2.7. Mecanismo de acción

Los probióticos deben cumplir funciones en el hospedero, una vez se han incorporado en la alimentación, entre las que se incluyen: la disminución del pH intestinal, liberación de metabolitos protectivos como los ácidos grasos, el peróxido de hidrógeno y bacteriocinas, entre otras, que previenen el crecimiento de patógenos, como *Candida albicans*, *Clostridium perfringens*, *Escherichia coli*, *Klebsiella pneumoniae*, *Proteus vulgaris*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Pseudomonas fluorescens*, *Salmonella typhosa*, *S. schottmuelleri*, *Shigella dysenteriae*, *S. paradysenteriae*, *Sarcina lutea*, *Serratia marcescens*, *Staphylococcus aureus*, *Enterococcus faecalis*, *Lactococcus lactis*, *Vibrio cholerae* o *parahaemolyticus* (Vimala y Dileep, 2006). Los probióticos, además, ayudan a la regulación de la movilidad intestinal y la producción de moco (Gupta y Garg, 2009).

También, usan mecanismos enzimáticos que modifican los receptores de toxinas y los bloquean, previniendo la colonización de patógenos por competencia. Entre la estrategia más importante de los probióticos se encuentran: la adhesión a la pared del tracto digestivo que evita la colonización de patógenos, compete con

ellos por los nutrientes y los sitios de adhesión, y la producción de sustancias antimicrobianas, como el ácido láctico, que afectan las membranas celulares de microorganismos patógenos alterando su permeabilidad, y los niveles de pH y de oxígeno que los hacen desfavorables a los patógenos (Hoyos, 2008).

Las comunidades o poblaciones microbianas en el sistema digestivo de animales domésticos, son muy complejas y pueden estar formadas por bacterias, protozoarios, hongos y virus. Estos microorganismos llevan a cabo procesos de digestión y fermentación de polímeros vegetales, síntesis de vitaminas, bioconversión de compuestos tóxicos, estimulación del sistema inmune, mantenimiento de la peristalsis intestinal, mantenimiento de la integridad de la mucosa intestinal y sirven como barrera contra la colonización por patógenos. Estos mismos autores sugieren que la microbiota afecta directamente la eficacia de la alimentación, productividad, salud y bienestar de los animales. La microbiota del tubo digestivo de animales productivos, puede variar dependiendo de las prácticas de alimentación, de la composición de las dietas y del manejo en finca, entre otros (Martínez *et al.*, 2012).

En rumiantes, la microbiota ruminal es responsable de proporcionar aproximadamente el 70 % de los requerimientos diarios de energía (Flint y Bayer, 2008).

Los microorganismos que forman parte de la microbiota del rumen, colectivamente poseen diversas enzimas con la capacidad de hidrolizar carbohidratos estructurales como celulosa, xilanos, mananos, pectinas, inulina, beta glucanos y almidones resistentes (que no son digeribles por los animales) y producir

ácidos grasos de cadena corta como acetato, propionato y butirato, los cuales tienen un papel muy importante en la salud y nutrición animal. Se ha reportado que el beneficio de los probióticos en la salud de los animales, se debe principalmente a que estos fomentan el balance microbiano en el tubo digestivo. Los mecanismos por los cuales los probióticos logran este balance son exclusión competitiva, antagonismo bacteriano e inmuno-modulación (Molina, 2019).

2.8. Importancia y clasificación

Las bacterias Probióticas producen una serie de sustancias antimicrobianas, entre las que se encuentra el peróxido de hidrógeno, el di acetilo, la reuterina, los ácidos orgánicos como el láctico y el acético y las sustancias de naturaleza proteica, conocidas como bacteriocina. Entre los centenares de especies usadas como probióticos con los que se cuentan existen tres principales. Las *Lactobacillus acidophilus*, que fermentan los azúcares hasta ácido láctico, acidificando el medio, siendo capaces de vivir en medios relativamente ácidos y convirtiéndose en guardianes del intestino delgado. Las Bifidobacterias, que de modo aún más eficaz que las anteriores producen diversas vitaminas B siendo unas magníficas protectoras del intestino grueso. Las *Lactobacillus bulgaricum* que suelen ser bacterias viajeras transitorias que ayudan a las anteriores durante su tránsito por el sistema gastrointestinal. Tradicionalmente se han considerado a las bacteriocinas como péptidos biológicamente activos que posee propiedades bactericidas contra otras especies íntimamente relacionadas con la cepa productora, sin embargo, éste concepto se ha modificado ya que se ha encontrado que también tiene acciones bactericidas contra cepas distanciadas filogenéticamente de la cepa productora.

Varios investigadores han buscado clasificar a las bacteriocinas acorde a sus características bioquímicas y genéticas. A continuación, se presenta la clasificación de estos compuestos con base a las características bioquímicas y genéticas (Jurado *et al.*, 2016)

Clase I.- Lantibióticos. - Son péptidos pequeños activos a nivel de membrana y que contienen algunos aminoácidos poco comunes como lantionina, b-metil-lantionina y dihidroalanina que se forman debido a modificaciones posteriores al proceso de la traducción. La formación de aminoácidos poco comunes se da por la deshidratación de los aminoácidos como la serina y treonina, a quienes posteriormente se adicionan átomos de azufre. Un ejemplo bien conocido de estas bacteriocinas es la Nisina.

Clase II: No Lantibióticos. - Son bacteriocinas de peso molecular variable, que poseen aminoácidos regulares. En este grupo se pueden identificar tres subclases:

Clase IIa: Son péptidos activos contra *Listeria*.

Clase IIb: Son formadores de complejos de población que consisten en dos péptidos diferentes, necesarios para una mejor actividad antimicrobiana. En este grupo se encuentran la lactococcina G y las plantaricinas EF y JK.

Clase IIc: son péptidos pequeños, termoestables, no modificados y que se transportan mediante péptida líder. En esta subclase solamente se reportan las bacteriocinas divergicina A y acidocina B.

Clase III: Son péptidos grandes, en esta clase se encuentran las helveticinas J y V, acidofilicina A, lactacinas A y B.

2.9. Uso actual de los probióticos

Los probióticos han sido señalados como una alternativa al uso de antibióticos promotores de crecimiento en la alimentación animal. El comportamiento animal en respuesta a la adición de probióticos está influenciado por múltiples factores, entre los cuales se encuentran la dosis utilizada, edad, raza, tipo de explotación, uso de antibióticos, estrés y el ambiente de la crianza. Por esta razón es muy común encontrar respuestas variables al uso de probióticos, por lo que considerar estos factores es un punto crítico antes de utilizar estos productos (Fox, 1994).

Los probióticos son una alternativa, natural y sin efectos secundarios para mejorar de manera sensible el funcionamiento intestinal, y optimizar la salud en monogástricos, la cual se ve afectada por el estrés, los malos hábitos alimenticios y el abuso de los antibióticos, que son algunos de los factores que pueden afectar negativamente el necesario equilibrio de la flora intestinal (Oliveira-Fuster y González-Molero, 2007).

En equinos los probióticos se han usado principalmente pues se ha observado que los minerales, como calcio y fósforo, pueden ayudar en el mantenimiento de la microflora celulítica al neutralizar los ácidos orgánicos derivados del metabolismo bacteriano a través de la formación de sales (acetato, butirato y lactato), evitando de esta manera la disminución acentuada del pH. La acción la enzima fitasa en caballos sobre los minerales podría contribuir al control

del pH intestinal, ayudando a la estabilidad de la población microbiana, particularmente celulítica, lo que provocaría, como consecuencia, el mejor aprovechamiento de la fibra (Sarmiento-Rubiano, 2006).

La adición directamente a la dieta de microorganismos usados como promotores de crecimiento han proporcionado resultados variables expresados en los parámetros productivos; esto puede deberse a la diferencia en las cepas usadas, cantidad de la dosis, composición de la dieta, estrategias de alimentación y a la interacción con otros aditivos alimenticios en la ración diaria (Oliveira-Fuster y González-Molero, 2007).

Los probióticos se perfilan como la alternativa más destacada a la utilización de los antibióticos en animales y como una solución promotora de la calidad y seguridad. Son totalmente seguros para los animales, los consumidores y el medio ambiente y su eficacia ha sido comprobada por los más prestigiosos estudios científicos (Molina, 2019).

Desde el punto de vista económico el impacto es que al mejorar la flora bacteriana el animal logra mayor absorción de nutrientes, no se inmunodeprime y por lo tanto hay menos posibilidades de enfermedades, lo que se traduce en ganancia en peso en el caso de los animales de engorde y mayor rendimiento en la producción y a pesar de ser un valor agregado en la dieta su costo sería revertido a largo plazo, pues reducirían costos en medicamentos y tratamientos médicos en caso de patologías digestivas (Molina, 2019).

Para las empresas pecuarias, el dejar de emplear los antibióticos, involucra retos enormes que tienen implicaciones en la producción y la salubridad. Pero, el

uso de probióticos ha demostrado, ser altamente efectivo para mitigar los efectos del estrés, al actuar como promotores de crecimiento y como profilácticos para disminuir la incidencia de enfermedades gastrointestinales (Oliveira-Fuster y González-Molero, 2007).

3. CONCLUSIONES

El consumo de probióticos para la producción animal ha aumentado considerablemente debido a los innumerables beneficios que genera en el hospedero. Las tendencias actuales en los sistemas productivos de animales postula los probióticos como una buena alternativa de remplazo a los antibióticos promotores de crecimiento, hecho evidenciado en los estudios ya mencionados. El consumo de probióticos en la alimentación animal es una de las formas de generar producción limpia y desarrollo competitivo a gran escala, sin efectos colaterales en el animal ni en sus productos, y con la ventaja de ser absolutamente naturales.

4. LITERATURA CITADA

- Aguilar, L. A. 2004. Eficacia de un probiótico (polvo y pasta) en la prevención y control de problemas entéricos e incremento de peso en terneros lactantes de la raza Holstein Friesian. Tesis Licenciatura. Universidad Nacional de Trujillo. Trujillo, Perú. :4.
- Ahmed, S. T., Hoon, H. S., y Yang, C. J. 2014. Evaluation of Lactobacillus and Bacillus-based probiotics as alternatives to antibiotics in enteric microbial challenged weaned piglets. *Microbiol Res.* 8:96-104.
- Bazeley, K. 2003. Investigation of diarrhoea in the neonatal calf. *In Practice.* 25:152-159.
- Carcelén, F., Torres, M., y Ara, M. 2005. Efecto de probióticos en el alimento de marranas sobre los parámetros productivos de lechones. *Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú.*16(2).
- Carmona, C., Narváez, J., y Díaz-López E. 2015. Probióticos en cerdos: resultados contradictorios. *Revista Biosalud;* 14(1): 81-90.
- Carattoli, A. 2013. Plasmids and the spread of resistance. *Int. J. Med. Microbiol.* 303(6-7):298-304.
- Castillo, N. A., LeBlanc, A. M., Galdeano, C. M., y Perdigon, G. 2012 Probiotics: an alternative strategy for combating salmonellosis: immune mechanisms involved. *Food Research International.* 45(2):831-841.
- FAO/WHO. 2001. Guidelines for the evaluation of probiotics in food. FAO/WHO, CAN.
- Flint, H. J., y Bayer, E. A. 2008. Plant cell wall breakdown by anaerobic microorganisms from the mammalian digestive tract. *Acad. Sci.* 1125:280-288.
- Fox, S. 1994. Probióticos en la nutrición animal. *Mundo Porcino.* 17:28-32.

- Gadde, U., W. Kim, S. Oh, and H. Lillehoj. 2017. Alternatives to antibiotics for maximizing growth performance and feed efficiency in poultry: A review. *Anim. Health Res. Rev.* 18:26-45.
- García, Y., López, A., Boucourt, R., Elías, A., y Dihigo, L. E. 2003. Efecto del tratamiento térmico en un hidrolizado enzimático de crema de levadura *Saccharomyces cerevisiae* en los niveles de colesterol en pollos de ceba. *Rev. Cubana Ciencias Agrícolas.* 36:361.
- Granados-Chinchilla, F. 2017. A review on phytochemicals (Including essential oils and extracts) inclusion in feed and their effects on food producing animals. *J. Vet. Med. Sci.* 3:555620.
- Frizzo, L. S., Zbrun, M. V., Soto, L. P., y Signorini, M. L. 2011. Effects of probiotics on growth performance in young calves: A meta-analysis of randomized controlled trials. 168(3-4):147-156.
- Fuller, R. 1989. Probiotics in man and animals. *Journal of Applied Bacteriology.* 66:365-378.
- García, Y., García, Y., López, A., Boucourt, R. 2005. Probióticos: una alternativa para mejorar el comportamiento animal. *Revista Cubana de Ciencia Agrícola.* 39(2):129-140.
- Guevara, C. A., y Suárez., C. 2016. La levadura torula (*Candida utilis* NRRL Y-660) en la alimentación de terneros. *ICIDCA. Sobre los Derivados de la Caña de Azúcar.* 50(3):43-49.
- Gupta, V., y Garg, R. 2009. Probiotics. *Ind J Med Microbiol.* 27: 202-209.
- Gutiérrez-Ramírez, L. A., Montoya, O. I., y Vélez-Zea, J. M. 2013. Probióticos: una alternativa de producción limpia y de remplazo a los antibióticos promotores de crecimiento en la alimentación animal. *Producción + Limpia.* 2013.8(1):135-146.
- Hoyos, D. 2008. Utilidad de los microorganismos eficaces em®) en una explotación avícola de córdoba: parámetros productivos y control ambiental. *Rev. MVZ Córdoba.* 13(2):1369-1379.

- Jordan, K., Dalmasso, M., Zentek, J., Mader, A., Bruggeman, G., Wallace, J., De Medici, D., Fiore, A., Prukner-Radovic, E., Lukac, M., Axelsson, L., Holck, A., Ingmer, H., y Malakauskas, M. 2014. Microbes versus microbes: control of pathogens in the food chain. *Sci Food Agric* 94:3079-3089.
- Jurado-Gámez, H. A., Romero-Benavides, D. A., y Morillo-Garcés, J. A. 2016. Inhibición de *Lactobacillus gasseri* sobre *Yersinia pseudotuberculosis* bajo condiciones in vitro. *Revista de la Facultad de Medicina Veterinaria y de Zootecnia*. 63(2):95-112.
- Lewis, R. y Gorbach, S. 1972. Modificación de ácidos biliares por presencia de bacteria intestinal *Revista Med*.130: 545-549.
- López, Y., Arece, J., Ojeda, F., y Aróstica, N. 2012. Efecto de la inclusión del probiótico Sorbifauna en el crecimiento de crías ovinas. *Pastos y Forrajes*. 35(1),109-117.
- Lozano, J. A. 2002. Probióticos: Lo favorable: Alimentos probióticos. En línea: <http://www.murciaopina.org/modules.php> fecha de consulta 16 enero 2021.
- Martínez A, Y., Martínez, Y. O., Olmos, S. E., Siza, I. S., y Betancur, H. C. 2012. Efecto nutracéutico del *Anacardium occidentale* en dietas de pollitas ponedoras de reemplazo. *Revista MVZ Córdoba*. 17(3):3125-3132.
- Mazón-Suástegui, J. M., Tovar-Ramírez, D., Ortiz-Cornejo, N. L., García-Bernal, M., López-Carvallo, J. A., Salas-Leiva, J. S., y Abasolo-Pacheco, F. 2019. Efecto de medicamentos homeopáticos sobre crecimiento, supervivencia y microbiota gastrointestinal, en juveniles del pectínido *Argopecten ventricosus*. *Revista MVZ Córdoba*. 24(3):7328-7338.
- Mee, J., 2008. Newborn dairy calf management. *Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice*. 24(1):1-17.
- Molina, A. 2019. Probióticos y su mecanismo de acción en alimentación animal. *Agronomía Mesoamericana*. 30(2):601-611.
- Naqid, I. A., Owen, J. P., Maddison, B. C., Gardner, D. S., Foster, N., Tchórzewska, M. A., La Ragione, R. M., y Gough, K. C. 2015. Prebiotic and probiotic agents

- enhance antibody-based immune responses to Salmonella Typhimurium infection in pigs. *Animal Feed Science and Technology*. 201:57-65.
- Nava, G.M., y Dávila, V. 2004. Nuevas perspectivas en la selección y evaluación de probióticos. *Revista Chilena de Nutrición*. 21(1):184-185.
- Olveira-Fuster, G., y González-Molero, I. 2007. Probióticos y prebióticos en la práctica clínica. *Nutricion hospitalaria*. 22(Supl. 2):26-34.
- Parker, D. S. 1990. Manipulation of the functional activity of gut by dietary and other means (antibiotics/probiotics). *Journal of Nutrition*. 120(6):639-648.
- Pino, A., y Dihigo, L. E. 2007. Ensayo sobre el efecto de los probióticos en la fisiología animal. Instituto de Ciencia Animal.
- Reid, G., Jass, J., Sebulsky, M. T. y McCormick, J. K. 2016. Potential use of probiotics in clinical practice. *Clin Microbiol*,16, 658-672.
- Rosmini, M. R., Sequeira, G. J., Guerrero, L. I., Martí, L. E., Dalla, S. R., Frizzo, L., y Bonazza, J. C. 2004. Producción de prebióticos para animales de abasto: importancia del uso de la microbiota intestinal indígena. *Revista Mexicana de Ingeniería Química*. 3(2):181-191.
- Sarmiento-Rubiano, L. A. 2006. Alimentos funcionales, una nueva alternativa de alimentación. *Orinoquia*. 10(1):16-23.
- Shu, Q., y Gill, H. S. 2002. Immune protection mediated by the probiotic *Lactobacillus rhamnosus* HN001 (DR20TM) against *Escherichia coli* O157:H7 infection in mice. *FEMS Immunology and Medical Microbiology*. 34(1):59-64.
- Soto, L. P., Frizzo, L. S., Avataneo, E., Zbrun, M. V., Bertozzi, E., Sequeira, G., Signorini, M. L., y Rosmini, M. R. 2011. *Animal Feed Science and Technology*. 165(3-4):176-183.
- Uyeno, Y., S. Shigemori, y T. Shimosato. 2015. Effect of probiotics/prebiotics on cattle health and productivity. *Microbes Environ*. 30:126-132.

- Tepan, R. 2011. Diarrea neonatal de los terneros. Tesis de pregrado. Universidad de Cuenca. Ecuador.:10-79.
- Teuber, M., Perreten, V., y Wirsching, F. 1996. Antibiotikumresistente Bakterien: eine neue Dimension in der Lebensmittelmikrobiologie. *Lebensmittel-Technologie*. 29:182-199.
- Valdez, E., y Jaimes, J. 2011. Evaluación del desarrollo de becerras lactantes de reemplazo Holstein utilizando virginiamicina y omingen-af ®. *Revista Chapingo Serie Zonas Áridas*. 10(1):79-84.
- Vandevoorde, L., Christianens, H., Verstraete, W. 1991. In vitro appraisal of the probiotic value of intestinal lactobacilli. *World Journal Microbiology and Biotechnology*. 7(6):587-592.
- Vimala, Y., y Dileep, P. 2006. Some aspects of probiotics. *Ind. J of Microbiol*. 46:1-7.
- Yeoman, C. J., y White, B. A. 2014. Gastrointestinal tract microbiota and probiotics in production animals. *Annual Review of Animal Biosciences*. 2:469-486.
- Yirga, H. 2015. The use of probiotics in animal nutrition. *J. Probiotics Health* 3:132.