

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



Uso de probióticos en becerros lactantes

Por:

AZALIA VALENZUELA PUENTES

MONOGRAFÍA

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA

Torreón, Coahuila, México

Marzo 2020

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

Uso de probióticos en becerros lactantes

Por:

AZALIA VALENZUELA PUNTES

MONOGRAFÍA

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

MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA

Aprobada por:



MVZ. ALEJANDRO E. CABRAL MARTELL



DR. RAMIRO GONZÁLEZ AYALOS




MC. BLANCA PATRICIA PEÑA REVUELTA



DR. JUAN LEONARDO ROCHA VALDEZ

Presidente
Vocal

Vocal



MC. J. GUADALUPE RODRÍGUEZ MARTÍNEZ
Coordinador de la División Regional de Ciencias Básicas



Torreón, Coahuila, México

Marzo 2020

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

Uso de probióticos en becerros lactantes

Por:

AZALIA VALENZUELA PUENTES

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



DR. JUAN LEONARDO ROCHA VALDEZ

Coasesor



MC. J. GUADALUPE RODRÍGUEZ MARTÍNEZ

Coordinador de la División Regional de Ciencias Animales



Torreón, Coahuila, México

Marzo 2020

AGRADECIMIENTOS

A mis padres, Abigail Puentes García y Carlos Valenzuela Valdez, por creer siempre en mí y darme las herramientas para lograr lo que siempre deseo. Porque gracias a su educación y su amor siempre puedo seguir adelante.

A mis hermanos, Karla y Rodrigo, por todo el apoyo que me dieron, por siempre darme ánimos para seguir y apoyar mis decisiones sin importar cuales fueran.

A mi sobrina, porque gracias a ti, hoy sigo aquí.

A mis mejores amigos, Andrea, Alan, Alejandro, por siempre estar para mí y apoyarme en cada paso que doy.

A mis compañeros en la universidad, por dejarme conocer un poquito de todos, por soñar juntos y apoyarnos cada que podíamos, porque me quedo con un poco de luz de cada uno de ustedes.

A mi ALMA TERRA MATER por darme la oportunidad de formarme como profesionalista dónde pude conocer gente maravillosa, con una gran diversidad de cultura, con excelentes maestros, comprometidos con su trabajo, los cuales me hicieron enamorarme más de mi carrera y mi universidad.

DEDICATORIAS

A mis papás Abigail Puentes García y Carlos Valenzuela Valdez, porque siempre han creído en mí, todo el sacrificio ha valido la pena, hoy estamos triunfando los tres.

A mi estrella en el cielo, me diste la lección más grande de mi vida, espero hacerte sentir orgulloso de mí; siempre te llevo conmigo a todas partes.

RESUMEN

En la actualidad la crianza de becerras para remplazo ha sido uno de los retos más importantes dentro de las explotaciones de ganado lechero. El gran reto al que se enfrentan día a día en las explotaciones lecheras, es en el área de crianza, debido a que las becerras recién nacidas están expuestas a sufrir un sinfín de enfermedades debido a que no cuentan con la transmisión tras placentaria de inmunoglobulinas, su primer frente de defensa, por lo tanto el suministro de calostro de excelente calidad nunca debe fallar para poder obtener un buen sistema inmune en cada una de ellas. Debido a que no siempre se obtiene éxito, muchas de esas becerras enferman comúnmente de diarreas y neumonía, teniendo que recurrir al uso de antibiótico para poder combatir estas enfermedades, gracias a esta deficiencia tan grande se han ido buscando opciones más convenientes, para así poder prevenir el curso de estas enfermedades, es ahí donde entran el uso de los probióticos. Según la FAO y la OMS los probióticos son organismos vivos que al ser administrados en cantidades adecuadas proporcionan o generan efectos benéficos a la salud del huésped. Este trabajo de investigación detalla como el uso de probióticos en la crianza de becerras lactantes ha ido ayudando a la microflora intestinal de las becerras para así poder generar efectos positivos en el crecimiento y la salud de las futuras reproductoras.

Palabras clave: Becerras, Enfermedades, Inmunoglobulinas, Antibiótico, Probiótico.

INDICE

AGRADECIMIENTOS	i
DEDICATORIAS	ii
RESUMEN	iii
1. REVISIÓN DE LITERATURA	1
1.1 Microflora intestinal	5
1.2 ¿Qué son los probióticos?	7
1.3 Características deseables	12
1.4 Mecanismos de acción	13
2. CONCLUSIONES	26
3. LITERATURA CITADA	27

1. REVISIÓN DE LITERATURA

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). El primer frente de defensa en los terneros lo constituyen las inmunoglobulinas de tipo Ig A, 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).

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 lo más rápido y en el menor tiempo posible el peso para ser gestadas, parir y empezar a producir leche y becerras (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 terneros en granjas lecheras 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 mucosa y su sistema inmunitario no están completamente desarrollados, los terneros recién nacidos son susceptibles a varios microorganismos patógenos de la mucosa. 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. 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; Naqid *et al.*, 2015; Yeoman y white, 2014).

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).

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.

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).

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).

1.1 Microflora intestinal

La explotación animal moderna se caracteriza por una alta intensidad productiva, en la que frecuentemente se restringe el acceso de la cría a la madre y se limita, por tanto, la adquisición completa de la microbiota característica. Esta situación, unida a una mala formulación de las dietas y a las condiciones ambientales, puede desestabilizar el equilibrio natural en el ecosistema microbiano del tracto gastrointestinal, lo que trae consigo el desarrollo de un estado de disbiosis, que favorece el desarrollo de microorganismos patógenos que provocan trastornos gastrointestinales y afectan la salud del animal y el comportamiento productivo (Bengmark, 1998; Collins y Gibson, 1999).

(Salminen, 1991), manifiesta que la microflora intestinal es un ecosistema vivo en el que conviven microorganismos beneficiosos y dañinos simultáneamente. Bajo condiciones normales, el equilibrio de estos organismos sigue siendo estable. Sin embargo, factores tales como el uso de antibióticos, el estrés, el consumo excesivo de azúcar u otros agentes, causan un cambio en el nivel de la acidez intestinal que puede alterar su equilibrio.

En esas circunstancias el número de bacterias beneficiosas no se incrementa como sería necesario, permitiendo que los microbios indeseados comiencen a colonizar y a extenderse incontroladamente, produciendo desordenes intestinales tales como diarreas, enteritis y otros síntomas de trastornos digestivos. Una microflora intestinal equilibrada y estable es, por lo tanto, de vital importancia para

las funciones optimizadas del sistema digestivo y por lo tanto para la prevención de enfermedades. El papel preventivo de las bacterias probióticas contra infecciones patógenas se logra realizando el mecanismo de defensa del anfitrión por medio de la estabilización de la microflora.

A partir de su nacimiento, el animal entra en contacto con los microorganismos del medio ambiente que colonizan su cuerpo. El aparato digestivo se recubre de microorganismos que se desarrollan naturalmente en ese hábitat. Este se convierte en un sistema afectado por los alimentos que consumen, las condiciones ambientales de crianza y desarrollo y los tratamientos sanitarios. Cada especie animal presenta una composición distinta y específica de microbiota intestinal. El aislamiento y posterior caracterización y selección de microorganismos indígena a partir de los animales sanos, permite disponer de un producto biológico natural que, administrado a ejemplares de la misma especie animal, favorece el equilibrio de su ecosistema gastrointestinal y su sanidad en general. El uso de los microorganismos autóctonos con capacidad probiótica es una alternativa terapéutica para el tratamiento y prevención de algunas patologías animales. En el caso de las afecciones gastrointestinales de los animales jóvenes criados en condiciones artificiales su utilización puede prevenir la colonización del tubo digestivo por patógenos, estimular el desarrollo del sistema inmunológico y contrarrestar el efecto negativo de dichas enfermedades (Rosmini *et al.*, 2004).

La microflora normal de becerros lactantes está constituida por microorganismos como *Enterococcus faecium*, *Enterococcus faecalis*, *Lactobacillus salivarius* y *Lactobacillus casei* (Pascual *et al.*, 1996). Las especies bacterianas

comúnmente utilizadas como probióticos en terneros incluyen a los *Bacillus sp*, *Lactobacillus sp*, *Streptococcus sp*, *Bifidobacterium sp* y levaduras tipo *Saccharomyces sp*. (Figueroa *et al.*, 2006; Mejía *et al.*, 2007; Ávila *et al.*, 2010; García *et al.*, 2011).

Finalmente, el uso de probióticos puede contribuir a disminuir la presencia de patógenos y sustancias medicamentosas en las materias primas alimenticias destinadas al consumo humano. (Rosmini *et al.*, 2004).

1.2 ¿Qué son los probióticos?

El concepto de probiótico se inicia a principios del siglo XX con los trabajos de Metchnikoff, quien observó que el consumo de leches fermentadas tenía un efecto positivo sobre la microbiota residente del tracto gastrointestinal con un impacto favorable en la salud humana. (Castro y De Rovetto, 2006).

Probiótico es el nombre que se le dio inicialmente a los productos de la fermentación gástrica. Este término fue introducido por Lilly y Stillwell en 1965 y posteriormente esta definición fue modificada y se redefinió el término de probióticos como microorganismos y compuestos que participan en el balance y desarrollo microbiano intestinal. En 1989, R. Fuller los definió 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”. (Lilly y Stillell, 1965). En la actualidad para definir un probiótico, se utiliza la definición emitida por la FAO y la OMS, “probióticos son organismos vivos que al ser administrados en cantidades adecuadas proporcionan o generan efectos benéficos a la salud del huésped”. Es importante señalar que

estos organismos no deben ser patógenos ni deben producir efectos colaterales adversos. (FAO/OMS, 2001). Un probiótico debe contener organismos no patógenos; ser un habitante normal del intestino; ser seguros y resistentes a los procedimientos culinarios, a la acidez estomacal y a la alcalinidad duodenal, así como a la bilis; además deben tener baja permeabilidad intestinal; tener tiempo corto de reproducción, ser capaces de colonizar el intestino o permanecer en él por un tiempo; adherirse a la mucosa intestinal para evitar ser “barridos” por el tránsito intestinal y producir compuestos antimicrobianos. Además deben ser capaces de ser tolerados por el sistema inmune intestinal e interactuar con él, y participar en el metabolismo local (FAO/OMS, 2002). Para ser utilizado como un producto farmacéutico, debe ser estable durante el proceso de producción, comercialización y distribución. Estas características las poseen, principalmente bacterias de los géneros *Lactobacillus*, *Bifidobacterium* (ambas productoras de ácido láctico) y *Enterococos*; pero también se utilizan hongos como el *Saccharomyces* (Fotiadis *et al.*, 2008).

Algunos ya se comercializan y se venden en forma de complementos alimenticios o preparaciones farmacéuticas que contienen uno o más microorganismos (Ferreira *et al.*, 2011).

Varios mecanismos están asociados a los efectos beneficiosos de los probióticos, como la estabilización de la barrera mucosa, la producción de moco mediante la estimulación de las células caliciformes, la promoción de la adhesión entre las células epiteliales, la competencia con los microorganismos patógenos por los sitios de adhesión y los nutrientes en la mucosa (exclusión competitiva), la

producción y la secreción de sustancias antagonistas, así como inmunomodulación local y sistémica (Castillo *et al.*, 2012; Collins *et al.*, 2009; Frizzo *et al.*, 2011; Kemgang *et al.*, 2014; Lebreer *et al.*, 2008).

Con respecto a la inmunomodulación, ya se demostró que la ingestión de cepas de probióticos mantenía el sistema inmunitario del huésped preparado para responder más rápido y más eficazmente a las infecciones microbianas (Fagundes *et al.*, 2011), siendo una herramienta prometedora para la creación de terneros, una vez que estas cepas podrían usarse como complemento alimenticio, promoviendo la inmunoprolifaxis en bovinos (Frizzo *et al.*, 2011).¹

Los probióticos son cultivos simples o mezclas de microorganismos ya sean bacterias, hongos o levaduras, que aplicados al hospedero en dosis suficientes, producen un beneficio a su sistema gastrointestinal. Los probióticos han mostrado tener varios efectos como la protección contra desórdenes intestinales, incremento en la eficiencia de conversión alimenticia y aumentos en las ganancias de peso (Lema, 2012).

Probiótico, es un producto que contiene un número suficiente de microorganismos vivos con un efecto beneficioso sobre la salud, a través de una alteración positiva de la microbiota por colonización del intestino. Para que un organismo sea definido como probiótico debe reunir algunas características como ser habitante normal del intestino humano, no ser patógeno ni toxigénico, sobrevivir al medio ácido del estómago y efecto de la bilis en el duodeno, capacidad de adhesión a células epiteliales, adaptarse a la microbiota intestinal sin desplazar la microbiota nativa ya existente, producir sustancias antimicrobianas y tener

capacidad para aumentar de modo positivo las funciones inmunes y las actividades metabólicas (Dunne *et al.*, 2001; Young y Huffmans, 2003).

Pero dentro de la gran mayoría de los aspectos positivos de los probióticos, es que provienen en su mayor parte de tracto gastrointestinal de variedad de mamíferos, y su función en este es de gran importancia debido a que por sus variedad de procesos y productos finales como el incremento en la producción de leche, tales como incremento en litros, mayor porcentaje de grasa, y el uso de esta en subproductos de mejor calidad y cantidad, con resultado económicos favorables para el sector pecuario (Xu *et al.*, 2017), a su vez generan cambios a nivel de las características del ambiente como temperatura, pH, adherencia a la mucosa intestinal, estimulación del sistema inmunológico y así logrando que la población de agentes propios del sistema digestivo que son en gran proporción patológicos, tengan un porcentaje bajo y se mantenga en este (Sandes *et al.*, 2017), sin embargo los *Lactobacillus spp* en su uso apropiado han evitado así la presencia de problemas sanitarios y la presencia de enfermedades intestinales o gástricas estén por debajo del promedio, elevando ganancias en dinero, disminuyendo costos en producción y generando cultura de buen manejo e implementación de nuevas estrategias y tecnologías en alimentación (Franz *et al.*, 2011).

Se sabe que las bacterias beneficiosas juegan un papel importante en la protección del hospedador frente a patógenos, este papel protector de la microflora intestinal se denomina “resistencia de colonización” o “exclusión competitiva” de modo que la administración continuada de sustratos para esta flora protectora o la administración de la misma en probióticos, ayuda a sobrevivir a estos grupos

bacterianos favorables ante situaciones inadecuadas, disminuyendo el riesgo de desarrollo de microorganismos patógenos oportunistas (Santomá, 1997).

A su vez es relevante que el mecanismo de acción de los probióticos en prerrumiantes y rumiantes cumple un papel diferente, destacando el incremento de la microbiota gastrointestinal saprofita, competencia con enteropatógenos, fortaleciendo la producción de ácidos fundamentales como el láctico y sustancias con actividad antimicrobiana, ayudando en la regulación del pH, la agregación pasiva de bacterias enteropatógenos y la reducción en la desconjugación de sales biliares por microorganismos del tracto gastrointestinal (Carro *et al.*, 2014).

Los probióticos en la actualidad son la alternativa de mayor uso, debido a la cantidad de restricciones y repercusiones que ha venido teniendo la utilización de antibióticos como promotores de crecimiento, lo que ha generado que la implementación de nuevas dietas y sistemas alimenticios en grandes producciones de bovinos se hallan empezado a utilizar (Sanchez, y Peña, 2016).

Desde el inicio del uso “formal” de los probióticos ha existido temor y resistencia por los posibles efectos adversos que pueden ocasionar. Sin embargo, estudios en animales y humanos han mostrado que los probióticos no se translocan hacia la circulación, el hígado o el bazo, como lo hacen las bacterias patógenas (Whelan, 2010).

El uso de los probióticos es seguro, y puede ser eficaz en el tratamiento y prevención de un amplio espectro de patologías intestinales, y no intestinales. Sin embargo, es necesario estudiar cada cepa y cada mezcla de cepas en particular (Reyes y Rodríguez, 2010).

1.3 Características deseables

Para que un microorganismo sea seleccionado y utilizado en la preparación de productos probióticos para humanos y animales, debe tener características importantes. Estas propiedades incluyen: ser producido a gran escala; permanecer estable y viable durante el almacenamiento; ser capaz de soportar condiciones adversas de TGI (acidez gástrica y sales biliares) y sobrevivir allí, preferiblemente adhiriéndose a la mucosa; producir un efecto beneficioso sobre el huésped (actividad antimicrobiana contra los patógenos; reducir la adhesión del patógeno; actividad hidrolítica de la sal biliar y contribución nutricional), modulación de la actividad inmunológica y no ser patógeno (Fuller, 1992).

En la actualidad se reconocen dos principios básicos que deben respetarse cuando se seleccionan cepas bacterianas con el fin de ser administradas a los animales para revertir las deficiencias causadas por la crianza intensiva: la especificidad del hospedero el cual indica que las mejores cepas son las que provienen de especies semejantes (Rosmini *et al.*, 2004; Gilliland *et al.*, 1980), y la proximidad del ecosistema que reconoce la importancia que el microorganismo sea utilizado en el mismo lugar donde actúa en el huésped. Un ejemplo de sitio específico es el tracto gastrointestinal relacionado con la capacidad de las cepas de adherirse a las células del epitelio intestinal (Fuller, 1989; Havenaar *et al.*, 1992). Además de cumplir con esos dos principios, una cepa microbiana debe poseer varias propiedades para ser considerada un buen probiótico: ejercer un efecto benéfico en el hospedero, estabilidad a ácidos y bilis de forma que pueda colonizar el ambiente intestinal, capacidad de adhesión a las superficies de las mucosas,

seguridad para su uso como alimento o con funciones terapéuticas, ausencia de patogenicidad y toxicidad, supervivencia durante el procesamiento y almacenamiento (Fuller, 1989; Ziemer y Gibson, 1998; Ouwehand *et al.*, 1999).

Características para ser considerados probióticos:

1. Ser saprofito del tracto gastrointestinal (TGI), 2. No tóxico, ni patógeno, 3. Tiempo corto de reducción, 4. Estable al contacto con el ácido gástrico, enzimas, oxígeno y sales biliares 5. Habilidad de adhesión a la mucosa intestinal, combatir patógenos y modular las células inmunes, 6. Disponer de potencial de colonización del TGI, 7. Producción de sustancias antimicrobianas suprimiendo el incremento de gérmenes patógenos; también la producción de ácido láctico, pero se incluyen otros que son bacterias no lácticas, hongos filamentosos y levaduras. (Chaucheyras Durand y Durand 2010).

1.4 Mecanismos de acción

El efecto protector de la microbiota intestinal ha sido estudiado por muchos grupos en todo el mundo y se ha relacionado con el antagonismo bacteriano, la interferencia bacteriana, el efecto barrera, la resistencia a la colonización o la exclusión competitiva. El mecanismo que preserva el equilibrio entre varios microorganismos intestinales y evita que una bacteria particular se vuelva dominante también evita la invasión de bacterias exógenas (incluyendo patógenas) y su establecimiento en el ecosistema intestinal (Rolfe, 2000).

La microbiota indígena tiene un mecanismo de control importante, que ayuda a prevenir el crecimiento excesivo de bacterias y confina estos microorganismos a la luz intestinal (Ducluzeau *et al.*, 1989). Bajo ciertas circunstancias, este control de

la población puede verse afectado por la fluctuación de la microbiota normal debido a diversos factores como las drogas, la dieta, el estrés, etc. Se postula que la presencia de grandes cantidades de bacterias del ácido láctico en el intestino interfiere con el crecimiento, el metabolismo o la supervivencia de otras bacterias entéricas, reduciendo sus efectos patogénicos o toxigénicos (Ferreira et al., 2011). Debido a este efecto barrera, la evolución del hombre y los animales ha sido posible en un entorno a menudo rico en microorganismos patógenos.

El interés en el estudio de los probióticos radica en la probable acción que ofrecen contra los microorganismos patógenos y / o sus productos, proporcionando protección sustitutiva durante las fluctuaciones en la microbiota. Los probióticos utilizados para humanos o animales tienen diferentes aplicaciones terapéuticas o profilácticas, tales como: tratamiento de diversos trastornos gastrointestinales (intolerancia a la lactosa, estreñimiento, hipersensibilidad alimentaria, gastroenteritis), alergias, dermatitis atópica, infecciones del tracto respiratorio superior o genitourinario inferior (Salminen *et al.*, 1995; Salminen *et al.*, 1998).

Los probióticos pueden suprimir la presencia de microorganismos indeseables en el tracto digestivo de animales que actúan por exclusión competitiva, modulando la actividad inmune, inhibiendo la acción de las toxinas y disminuyendo la producción de aminas tóxicas y aumentando la disponibilidad de aminoácidos en los sitios de absorción ahorrando energía y aumentando la disponibilidad de vitaminas y enzimas y produciendo metabolitos bactericidas como el ácido láctico (Ferreira *et al.*, 2011). La competencia por los nutrientes y el espacio y la inhibición de un grupo de microorganismos por productos del metabolismo de otro grupo, la

depredación y el peristaltismo contribuyen a la regulación de las poblaciones en TGI. Dado que todos estos hábitats están ocupados por una determinada población bacteriana que interactúa, es extremadamente difícil para los microorganismos alóctonos (transitorios) ingresar accidentalmente o intencionalmente a este ecosistema y establecerse. Este fenómeno se define como exclusión competitiva (Goldin, 1998).

La exclusión de bacterias patógenas puede ocurrir debido a la competencia por los sitios de adhesión a las células del epitelio del intestino delgado (Zuanon, 1995). Para que un microorganismo ejerza su acción probiótica en un hábitat determinado, debe estar en el nivel de población apropiado. Muchos microbiólogos creen que para que tales efectos ocurran, debe haber al menos 10⁷ UFC / gramo de contenido intestinal en el caso de TGI (Nicoli 1995; Guillot 2001).

Los probióticos pueden estimular la acumulación del sistema linfático a lo largo del TGI de aquellos representados por las placas de Peyer y las amígdalas cecales. Estos tejidos capturan los antígenos disponibles en el tracto digestivo, que estimulan las células B y las células T productoras de IgA que contribuyen a las placas de Peyer, favoreciendo el desarrollo de inmunidad general e inespecífica. Mediante la estimulación inmunológica de la mucosa, se producen anticuerpos similares a IgA, que bloquean los receptores y reducen el número de bacterias patógenas en la luz intestinal. Además, se produce la activación de macrófagos y la proliferación de células T (Silva, 2000; Ferreira *et al.*, 2011). Los probióticos también actúan para proteger la mucosa intestinal. Al adherirse a los enterocitos, estos microorganismos protegen las vellosidades y las superficies de absorción contra las

toxinas producidas por microorganismos indeseables, permitiendo la regeneración de la mucosa lesionada. Con este efecto, los probióticos hacen posible mantener la superficie de absorción de nutrientes, que se refleja en la conversión alimenticia y el aumento de peso (Dobrogosz *et al.*, 1991). Los microorganismos probióticos son capaces de antagonizar los patógenos, proporcionando así una protección importante para el huésped. Los microorganismos utilizados como probióticos en humanos y animales suelen ser componentes no patógenos de la microbiota normal, como las bacterias ácidas (géneros principales *Lactococcus*, *Lactobacillus*, *Pediococcus*, *Leuconostoc*, *Streptococcus* y *Enterococcus*) y levaduras como *Saccharomyces boulardii*. El género *Bifidobacterium* a menudo participa en debates sobre las bacterias del ácido láctico utilizadas con fines probióticos. Sin embargo, debe mencionarse que hay evidencia de que las variantes no patógenas de especies a veces patógenas pueden actuar como probióticos tradicionales, como las cepas avirulentas de *E. coli*, *Clostridium difficile* y *Salmonella typhimurium* (Fuller *et al.*, 1995; Marteau *et al.*, 2001). Actualmente hay una serie de productos comerciales y preparaciones farmacéuticas que contienen bacterias probióticas en el mercado. Entre los probióticos utilizados, *Lactobacillus spp.*, se ha destacado porque es un microorganismo que pertenece a la microbiota dominante de varios animales y presenta efectos inhibitorios contra diferentes patógenos (Hanson y Yolken, 1999). Un aspecto de gran interés en el estudio de los probióticos se relaciona con sus efectos sobre la translocación de patógenos (paso de microorganismos a través de la mucosa) y el sistema inmunitario del huésped, que aún no se conocen por completo. Algunos probióticos podrían afectar la translocación bacteriana del intestino, lo que sería de gran importancia para prevenir

infecciones entéricas, entre las cuales se destaca actualmente la salmonelosis (Gil de los Santos, 2004; Gil de los Santos y Gil Turnes, 2005). (Ewing y Cole, 1994), describieron que los *Lactobacillus* son capaces de influir en la actividad de las enzimas microvellosidades intestinales, que participan en el proceso de absorción de nutrientes y, por lo tanto, benefician al huésped.

(Gibson, 1995), manifiesta que aunque existe controversia sobre los mecanismos de actuación de muchos de los probióticos, estos trabajan fundamentalmente por “competencia de exclusión” e incluye la:

- a) Competición por los receptores que permiten la adhesión y colonización de la mucosa intestinal.
- b) Competición por determinados nutrientes
- c) Producción de sustancias antimicrobianas
- d) Estimulación de la inmunidad de la mucosa y sistémica del hospedador.

PRINCIPALES PROBIÓTICOS UTILIZADOS

Bacterias

Los probióticos bacterianos son los de mayor eficiencia en la alimentación, debido a que su aporte consiste principalmente en mejorar las condiciones microbióticas del rumen, generando mejoramiento en la ingesta de materia seca, aumento de peso vivo, bloqueo del crecimiento de organismos patógenos, estimulación del sistema inmune por medio de la secreción de bacteriocina y la modulación del equilibrio microbiano en todo el tracto gastrointestinal, debido a los aditivos y la fermentación ideal que estos aumentan y generan (McCann *et al.*, 2017)

Obteniendo como resultado que el mejoramiento en la alimentación suplementada con biopreparados zootécnicos o más conocidos como probióticos, contribuyan a que en las producciones se vea positivamente un aumento en la producción de leche, mayor producción de grasa en la misma y mejor calidad de la carne al presentar mayor cantidad de canal magra y baja presencia de grasa en los animales (Xu *et al.*, 2017), de esta manera los probióticos, la leche y carne colaboran en que la mayor disponibilidad de nutrientes sean aprovechados y cuando se hace un uso de probióticos y plantas herbarias es aún mayor el rendimiento de estos dos principios activos, logrando en mayor proporción la adquisición de sustancias benéficas para la funcionalidad digestiva de los animales, en especial los jóvenes y en gran utilidad en los de alta producción tanto de leche, como de carne (Ellis *et al.*, 2016), a su vez estos colaboran con la disminución del metano y mayor aprovechamiento de los componentes nutricionales de los alimentos consumidos.

Bacillus licheniformis

Es una bacteria grampositiva, la cual normalmente habita en el suelo y el agua, su morfología es bacilo de tipo anaerobio facultativo, sus principales productos son la enzima proteasa alcalina y la amilasa, contribuye en la estabilización del pH y la temperatura del medio donde se encuentre inmerso (Sewalt *et al.*, 2018), pero en mayor profundidad este probiótico genera una variedad de aportes a nivel digestivo dentro de los que se resaltan, el aumento del flujo en la proteína cruda microbiana presente en el duodeno, disminución de la concentración del nitrógeno amoniacal en el rumen, incremento de los ácidos grasos

volátiles y la acetato en fluido ruminal y mayor digestibilidad de nutrientes por el aprovechamiento en fibra detergente neutra y acida (Martins de Brito *et al.*, 2013).

El *B. licheniformis* sobresale por su gran capacidad en la degradación de carbohidratos, a su vez cuenta con una producción de amilasa mayor que la del hongo *Aspergillus niger* entre 32 y 62 veces, dándole un mayor rendimiento en su actividad de aprovechamiento en los procesos gastrointestinales, y brindando mayor utilidad nutricional al hospedador, aunque su actividad es mayormente estable y determinante en el rumen (Rojo *et al.*, 2007).

Ruminococcus flavefaciens

El *R. flavefaciens* es una bacteria propia del rumen y el intestino delgado en animales monogástricos, la cual cumple un papel como celulítico en la digestión de hemicelulosa y algunas porciones de la pared de celulosa, haciendo uso de sus celulomas, hace que la unión de carbohidratos sea mayor y la digestibilidad de estos se pueda llevar a cabo, este microorganismo no es patógeno y ha generado gran impacto en la alimentación de rumiantes al incrementar su población por medio de la alimentación de preparado probiótico (Takassugui, 2009). Al igual que el uso en conjunto con la monesina y levaduras probióticas, regulan e incrementan la efectividad sobre la digestión y aprovechamiento de las dietas y alimentos presentes en los potreros de los animales.

Esta bacteria principalmente aporta crecimiento de las otras poblaciones microbianas del tracto digestivo, mayormente en las celulolíticas, mejora la digestión y el incremento de su población es persistente, lo cual ayuda a que la microbiota general del rumen e intestino delgado se mantengan en alto porcentaje y el

aprovechamiento del alimento suministrado a los animales estabulados o en pastoreo sea mayor (Fraga, 2010) ya que son organismos fibrolíticos.

Lactobacillus spp

Es un género de bacterias grampositivas anaerobias y aerotolerantes propias del tracto digestivo de muchos mamíferos, ayudan en la conversión de lactosa y algunos monosacáridos en ácido láctico, lo que es de gran aporte en la fermentación ruminal, dando ganancias diarias de peso más favorables, aumento de grasa en leche e incremento en la producción de litros de leche (Núñez *et al.*, 2017), de esta manera los probióticos en leche son de gran utilidad durante los trabajos de campo con el uso de variedad de estos lo que hizo la implementación de *Lactobacillus spp* en el ensilaje de alfalfa, el cual no influyo en el consumo alimentario o en la producción y composición de la leche, sino que incrementaron la eficiencia de la producción de leche en 7.1 %, lo que ofrece grandes contribuciones económica y productivas al sector ganadero (Gutiérrez *et al.*, 2013), lo que a su vez se ha convertido en una práctica de producción limpia y de uso favorable para los productores lecheros y cárnicos.

Aunque el *Lactobacillus spp* tiene gran variedad de cepas las cuales cuentan con resultados individuales en diferentes aspectos productivos, siendo el más relevante y encontrado en el mercado y uso común el *L. acidophilus* el cual es un habitante propio del intestino del bovino y como la gran mayoría de las acciones que estos probióticos realizan, está la de producción de ácido láctico a partir de variedad de componentes de los alimentos consumidos por el animal, igualmente ayuda en la generación de vitamina B6, Vitamina K, niacina y ácido fólico, de esta manera

conservando un estado físico y sanitario del animal ideal, lo que a su vez genera buena producción de leche y calidad en los componentes de la misma (Sánchez *et al.*, 2015).

Los estudios sobre probióticos mostraron que alimentar terneros con sustitutos de leche, suplementados con *L. acidophilus*, evita la pérdida de peso durante sus dos primeras semanas de vida (Cruywagen *et al.*, 1996). También se observó una disminución en la incidencia de diarrea (Abe *et al.*, 1995 y Abu Tarboush *et al.*, 1996) y en el número de bacterias del grupo *coli* en becerros antes del destete cuando se les suministró el probiótico *L. acidophilus* (Sokolova *et al.*, 1991 y Lema *et al.*, 2001). Sin embargo, (Cruywagent *et al.*, 1996), no informaron diferencias entre el probiótico (*L. acidophilus*) y los grupos de control, con respecto al consumo de alimentos sólidos (pienso de inicio), a la incidencia de diarrea y a la relación alimento ganancia. La literatura, considerando los efectos de probióticos en el comportamiento del becerro, ha mostrado que los efectos positivos de los probióticos pueden variar según el cultivo del probiótico y algunas condiciones como el manejo del becerro, los alimentos, el régimen de alimentación, entre otras (Fuller 1989 y Denev 1996).

Streptococcus thermophilus

La única especie de estreptococos que está asociada a la tecnología alimentaria es *S. thermophilus*, que se emplea en la fabricación del yogur (junto con algunas bacterias como *Lactobacillus* y *Bifidobacterium*) (Gardiner, 2000).

Son células esféricas u ovoides de 0,7-0,9 de diámetro, distribuidas en parejas o formando cadenas. Son anaerobios facultativos, quimioorganotrofos con metabolismo fermentativo. Son catalasa negativos (Lema, 2012).

El yogur que forma parte de la dieta diaria contiene dos bacterias lácticas, *Lactobacillus bulgaricus* y *Streptococcus thermophilus*, que ayudan a poblar el intestino y protegen a infecciones gastrointestinales (Saavedra *et al.*, 1994; Szajewska *et al.*, 2001). Estas bacterias son muy importantes durante el período neonatal. Su existencia favorece el desarrollo del sistema inmunológico sistémico y la tolerancia oral a los alergenos, ejerciendo una acción de continuada sobre las defensas del organismo (Majamaa e Isolaurii, 1997; Kalliomaki *et al.*, 2001), y mejora el papel enzimático de la digestión (Deamen *et al.*, 1982).

La cepa de yogur natural proporciona múltiples beneficios como: mejora el estado de salud y bienestar del animal, mejora la digestibilidad de la lactosa por lo que hace más fácil la asimilación de los nutrientes en el tracto gastrointestinal lo que repercute en un mayor incremento del peso, en general, los animales bien nutridos son más resistentes a las bacterias, enfermedades virales y parasitarias que los mal nutridos. Esto es atribuido a una mejor integración de los tejidos del cuerpo, mayor inmunidad hacia las enfermedades, incremento de la regeneración de la sangre y otros factores (Saarela, 2000).

Bifidobacterium

(Mendoza, 2001), indica que las bifidobacterias son habitantes normales del tracto gastrointestinal humano y de diversos animales y están presentes durante toda la vida pero en distintas cantidades, apareciendo a los pocos días después del

nacimiento. Constituyen una de las especies predominantes de la microflora intestinal.

(Lema, 2012), indica que los bacilos son de variada morfología, generalmente de forma bacilar, pueden ser cortos, regulares, con ramificaciones. Son Gram-positivos, inmóviles, no esporulados, son anaerobios estrictos, sin embargo el grado de tolerancia al oxígeno depende de la especie. El pH requerido para su crecimiento oscila entre 6.5-7.

Bifidobacterium bifidum presenta una actividad fagocítica de la leucosis en sangre, mediante la inmunomodulación los prebióticos protegen al huésped de las infecciones induciendo a un aumento de la producción de inmunoglobulina, aumentando la activación de las células mononucleares y de los linfocitos (Palencia *et al.*, 2005).

En el ámbito de la inmunidad humoral se ha descrito un incremento genérico en su actividad, que se constata en los experimentos realizados con *Lactobacillus spp* y con *Bifidobacterium spp*. Sin embargo, respecto de la inmunidad celular, las conclusiones finales difieren enormemente, ya que mientras algunos autores aseguran que su capacidad disminuye, otros afirman que aumenta, y algunos incluso aseveran que no existe ninguna variación significativa en esta área (Gill, *et al.*, 2000).

Como aplicación puramente clínica, es importante destacar el papel de los probióticos en las diarreas. Mediante mecanismos indirectos (disminución de la permeabilidad del intestino, competencia, aumento de las IgA) y gracias a la producción de ácidos grasos así como de antibacterianos (bacteriocinas, bifidinas,

helveticinas, lactocinas), bacterias como *L. casei*, *L. rhamnosus*, *L. delbrueckii*, *S. termophilus* y diversas bifidobacterias, crean un ambiente ácido y hostil que dificulta el desarrollo de patógenos (Limdi *et al.*, 2006).

Levaduras

Saccharomyces cerevisiae (Levadura Viva)

Es un microorganismo perteneciente a la familia fungí, siendo un hongo unicelular de tipo levadura que ayuda con la producción de vitaminas y ácidos orgánicos estimulantes del crecimiento de la microbiota normal del rumen, principalmente a bacterias encargadas de la producción de ácido láctico, de igual forma estabilizando el pH del rumen, contribuyendo por otra parte a la anaerobiosis con una mayor captación de oxígeno y que su disponibilidad ruminal sea mayor (Wang *et al.*, 2017).

Dentro de los principales aportes a la función ruminal y su incremento en el rendimiento están: aumento de la proporción molar de propionato y acetato, creciente de valores a máximos de la proteína bacteriana, mayor degradación de componentes fibrosos de la dieta e incremento de los protozoos, lo que en conjunto ayuda con mayor aprovechamiento de forrajes con altos niveles de fibra y desarrollo muscular y productivo de leche en altas proporciones (Kelsey y Colpoys, 2018).

(Dawson, 1993) observó que la adición de cultivos de levadura al tracto gastrointestinal pueden tener un efecto favorable en la salud del animal, relacionados con la habilidad para ligar toxinas, bacterias patógenas, ocupación de los receptores específicos para microorganismos patógenos, exclusión de agentes

patógenos por competencia, capacidad para estimular al sistema inmune y proveer una mejor protección contra la invasión de agentes patógenos.

El uso de *Saccharomyces cerevisiae* en la alimentación de bovinos puede tener efectos positivos principalmente en el metabolismo microbiano ruminal. Se ha observado aumento en la producción ruminal de butirato, asociado con mayor población de *Butyrivibrio* y reducción de *Prevotella*; al mismo tiempo que hubo un incremento en la longitud de la papila ruminal. En yeyuno redujo la profundidad de la cripta e incrementó el largo de las vellosidades, con una mejora significativa en la morfología del intestino delgado (Xiao *et al.*, 2016). Esta respuesta mejora la salud intestinal reduciendo la incidencia de diarreas (Alugongo *et al.*, 2017), además de estimular la absorción de nutrientes (Newbold, *et al.*, 1998).

2. CONCLUSIONES

Gracias a este trabajo de investigación pude concluir que el tema de uso de probióticos en becerras es sumamente interesante debido a las variaciones que encontré en donde muchos autores obtuvieron resultados positivos en cuanto a ganancia de peso, altura y disminución de enfermedades y algunos que no obtuvieron algún resultado significativo.

Es también un tema muy amplio, desde la gran variedad de microorganismos que pueden ser considerados probióticos así como las variaciones que llega a haber simplemente por la zona geográfica del país, la temperatura, la cantidad de producto suministrada a cada becerro y como eso afecta tanto a la diferencia en los resultados.

Sin duda es un tema que necesita mucha investigación debido a los beneficios que puede traer a la crianza de becerras y futuras reproductoras en las explotaciones de ganado lechero.

3. LITERATURA CITADA

- Abe, F., Ishibashi, N., Shimamura, S. 1995. Effect of administration of bifidobacteria and lactic acid bacteria to newborn calves and piglets. *J. Dairy Sci.* 78(12):2838-2846.
- Abu-Tarboush, H. M., Al-Saidy, M. Y., Keir El-Din, A. H. 1996. Evaluation of diet containing lactobacilli on performance, fecal coliform, and lactobacilli of young dairy calves. *Anim. Feed Sci. Tech.* 57(1-2):39-49.
- 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 friesland. Tesis Licenciatura. Universidad Nacional de Trujillo. Trujillo, Perú. :4.
- Alugongo, G., Xiao, J., Chung, Y. Dong, S. Li, S., Yoon, I., Wu, Z., Cao Z. 2017. Effects of *Saccharomyces cerevisiae* fermentation products on dairy calves: Performance and health. *J. Dairy Sci.* 100(2):1189-1199.
- Ávila, J., Ávila, M., Tovar, B., Brizuela, M., Perazzo, Y., Hernández, H. 2010. Capacidad probiótica de cepas del género *Lactobacillus* extraídas del tracto intestinal de animales de granja. *Revista Científica.* 20(2):161-169.
- Bazeley, K. 2003. Investigation of diarrhoea in the neonatal calf. *In Pract.* 25:152-159.
- Bengmark, S. 1998. Ecological control of the gastrointestinal tract. The role of probiotic flora. *GUT.* 42(1):2-7.
- Carro, M. D., Saro, C., Mateos, I., Díaz, A., Ranilla, M. J. 2014. Empleo de probióticos en la alimentación animal. En línea: http://oa.upm.es/35230/1/INVE_MEM_2014_191170.pdf
- Castillo, N. A., LeBlanc, A. M., Galdeano, C. M., Perdigon, G. 2012 Probiotics: an alternative strategy for combating salmonellosis: immune mechanisms involved. *Food Res. Int.* 45(2):831-841.

- Castro, L. A., De Rovetto, C. 2006. Probióticos: utilidad clínica. *Colombia Médica*. 37(4):308-314.
- Collins, M. D., Gibson, G. R. 1999. Probiotics, prebiotics, and symbiotics: approaches for modulating the microbial ecology of the gut. *Am. J. Clin. Nutr.* 69(5):1052-1057.
- Charalampopoulos, D., Rastall, R. A. 2009. Prebiotics and Probiotics Science and Technology. Springer. 1ª Edición. Estados Unidos de America. :1123-1192.
- Chaucheyras-Durand. F., Durand. H.2010. Probiotics in animal nutrition and health. *Benef. Microbes*. 1(1):3-9.
- Cruywagen, C. W., Jordan, I., Venter, L. 1996. Effect of *Lactobacillus acidophilus* supplementation of milk replacer on preweaning performance of calves. *J. Dairy Sci.* 79(3):483-486.
- Daemen, A. L. H., Van der Stege, H. J. (1982). The destruction of enzymes and bacteria during the spray-drying of milk and whey. 2. The effect of the drying conditions. *Neth. Milk Dairy J.* 36:211-229.
- Dawson K. A. 1993. Yeast culture as feed supplements for ruminants: Mode of action and future applications. *J. Anim. Sci.* 71(1):280.
- Denev, S. 1996. Probiotics-past, present and future. *Bulg. J. Agric. Sci.* 2:445
- Dobrogsz, W. J., Black, B. L., Casas, I. A. 1991. Delivery of viable *Lactobacillus reuteri* to the gastrointestinal tract of poultry. *Poult. Sci.* 70:158.
- Ducluzeau, R., Cerf, M., Corthier, G., Rambaud, J-C., Chapoy, P., Aujard, Yannick., Elmer, G. W. 1989. *Microbial Ecology and Intestinal*. Ed. Springer. 1ª edición. Estados Unidos de America. :73-86.
- Dunne, C., O'Mahony, L., Murphy, L., Thornton, G., Morrissey, D., O'Halloran, S., Feeney, M., Flynn, S., Fitzgerald, G., Daly, C., Kiely, B., O'Sullivan, G. C., Shanahan, F., Collins, J. K. 2001. In vitro selection criteria for probiotic

- bacteria of human origin: correlation with in vivo findings. *Am. J. Clin. Nutr.* 73(Suppl): 386S-392S.
- Ellis, J. L., Bannink, A., Hindrichsen, I. K., Kinley, R. D., Pellikaan, W. F., Milora, N., Dijkstra, J. 2016. The effect of lactic acid bacteria included as a probiotic or silage inoculant on in vitro rumen digestibility, total gas and methane production. *Anim. Feed Sci. Tech.* 211:61-74.
- Ewing, W. N., Cole, D. J. A. 1994. *The Living Gut: an Introduction to Microorganisms in Nutrition*. Dungannon: Contex Publication. 1^a ed. United Kingdom. :220.
- Fagundes, C. T., Souza, D. G., Nicoli, J. R., Teixeira, M. M. 2011. Control of host inflammatory responsiveness by indigenous microbiota reveals an adaptive component of the innate immune system. *Microbes and Infect.* 13(14-15):1121-1132.
- Ferreira, B., Flávio, H., Jardim de Lima, B., Larissa, P., Silva, B., Leandro, H., Figueira, A., Flávia. 2011. Probióticos- microrganismos a favor da vida. *Rev. Biol. Ciênc. Terra.* 11(1):11-21.
- Figuroa, J., Chi, E., Cervantes, M., Domínguez, I. 2006. Alimentos funcionales para cerdos al destete. *Vet. Mex.* 37(1):117-136.
- Food and Agriculture Organization (F.A.O.), Organización Mundial de la Salud (O.M.S.), 2001. Regulatory and clinical aspects of dairy probiotics. En línea: <http://www.fao.org/3/a-a0512e.pdf>
- Food and Agriculture Organization (F.A.O.), Organización Mundial de la Salud (O.M.S.) 2002. Guidelines for the evaluation of probiotics in food. En línea: https://www.who.int/foodsafety/fs_management/en/probiotic_guidelines.pdf
- Fotiadis C. I., Stoidis C. N., Spyropoulos B. G., Zografos E. D. 2008. Role of probiotics, prebiotics and synbiotics in chemoprevention for colorectal cancer. *World J. Gastroenterol.* 14(42):6453-6457.
- Fraga, M. 2010. Microbiota ruminal: estrategias de modulación con microorganismos fibrolíticos. Tesis de maestría. Universidad de la República - Facultad de Ciencias. Montevideo, Uruguay.

- Franz, C. M.A.P., Huch, M., Abriouel, H., Holzapfel, W., Gálvez, A. 2011. Enterococci as probiotics and their implications in food safety. *Int. J. Food Microbiol.* 151(2):125-140.
- Frizzo, L. S., Zbrun, M. V., Soto, L. P., 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. *J. Appl. Microbiol.* 66:365-378.
- Fuller, R. 1992. Probiotics. The scientific basis. Editorial Chapman & Hall. 1ª edición. Inglaterra. :328-1992.
- Fuller, R., Heidt, J. P., Rusch, V., W, D. 1995. Probiotics: prospects of use in opportunistic infections. En línea: https://www.researchgate.net/profile/Charles_Newbold/publication/283657908_Microbial_feed_additives_for_ruminants/links/56a1712c08ae984c4498e882/Microbial-feed-additives-for-ruminants.pdf
- 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.
- Gardiner, G. 2000. Comparacion de cepas prebióticas como: *Lactobacillus paracasei* y *L. salivarius*. Edit. Interamericana. 2ª ed. New York, Estados Unidos. :227.
- Gil de los Santos, J. R. 2004. Efeito de probióticos na translocação de Salmonella Enteritidis e na eficiência alimentar de frangos de corte. Dissertação Mestrado Universidade Federal de Pelotas. Pelotas, Rio Grande do Sul, Brazil. :80.
- Gil de los Santos, J. R., Gil-Turnes, C. 2005. Probióticos em avicultura. *Ciênc. Rural.* 35(3):741-747.

- Gill, H.S., Rutherford, K.J., Prasad, J., Gopal, P.K. 2000. Enhancement of natural and acquired immunity by *Lactobacillus rhamnosus* (HN001), *Lactobacillus acidophilus* (HN017) and *Bifidobacterium lactis* (HN019). *Brit. J. Nutr.* 83(2):167-176.
- Gibson, N. 1995. Clasificación de microorganismos utilizados como probióticos. Edit. Plenum. 1ª ed. Estados Unidos de América. :22.
- Gilliland, S. E., Bruce, B. B., Bush, L. J., Staley, T. E. 1980. Comparison of two strains of *Lactobacillus acidophilus* as dietary adjuncts for young calves. *J. Dairy Sci.* 63(6):964-972.
- Goldin, B.R. 1998. Health benefits of probiotics. *Brit. J. Nutr.* 80(S2):S203-S207.
- Guevara, C. A., 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.
- Guillot, J. F. 2001. Como utilizar correctamente los probióticos en avicultura. *Avicul. Indust.* 19:33-36.
- Gutiérrez, L. A., Montoya, O. I., Vélez, J. M. 2013. Probióticos: una alternativa de producción limpia y de remplazo a los antibióticos promotores de crecimiento en la alimentación animal. *Producción Limpia.* 8(1):135-146.
- Hanson, L. A., Yolken, R. H. 1999. Probiotics, Other Nutritional Factors and Intestinal Microflora. Nestlé Nutrition Workshop Series. En línea: <https://pdfs.semanticscholar.org/76f0/6812cd41c20d1cd90671f1d8ea12a8bd9fd4.pdf>
- Havenaar, R., Ten Brink, B. y Huis in't Velt, J.H.J. 1992. Selection of strains for probiotic use. *Probiotics: The Scientific Basis.* Chapman & Hall. Inglaterra. :209-224.
- Kalliomaki, M., Salminen, S., Arvilommi, H. (2001). Probiotics in primary prevention of atopic disease: A randomised placebo – controlled trail. *Lancet.* 357:1076-1079.

- Kelsey, A. J., Colpoys, J. D. 2018. Effects of dietary probiotics on beef cattle performance and stress. *J. Vet. Behav.* 27:8-14.
- Kemgang, T.S., Kapila, S., Shanmugam, V. P., Kapila, R. 2014. Cross-talk between probiotic lactobacilli and host immune system. *J. Appl. Microbiol.* 117(2):303-319.
- Lebeer, S., Vanderleyden, J., De Keermaecker, S. C. 2008. Genes and molecules of lactobacilli supporting probiotic action. *Microbiol. Mol. Biol. R.* 72(4):728-764.
- Lema, M. P. 2012. Regulación de la flora intestinal mediante el empleo de aditivos biológicos para el control de diarrea neonatal en terneras. Escuela superior politécnica de Chimborazo. Riobamba, Ecuador. :1-67.
- Lilly D. M., Stillwell R. H. 1965. Probiotics: Growth promoting factors produced by microorganisms. *Sci.* 147(3659):747-748.
- Limdi, J. K., O'Neill, C., McLaughlin, J. 2006. "Do probiotics have a therapeutic role in gastroenterology?" *World J. Gastroenterol.* 12(34):5447-5457.
- Majamaa. H., Isalouri, E. (1997). Probiotics: A novel approach in the management of food allergy. *J Allergy. Clin. Immunol.* 99(2):179-85.
- Marteau, P. R., Vrese, M., Cellier, C. J., Schrezenmeier. Protection from gastrointestinal diseases with the use of probiotics. 2001. *Am. J. Clin. Nutr.* 73:4305-4365.
- Martins de Brito, J., Carvalho, A. H., De Santana, H. A., De Alencar, M. N., Batista, J., Rodrigues, A., Souza, E., Rodrigues, V. L. 2013. Probióticos, prebióticos e simbióticos na alimentação de não-ruminantes – Revisão. *REVISTA ELETRÔNICA NUTRITIME.* 10(04):2525-2545.
- McCann, J. C., Elolimy, A. A., Loor, J. J. 2017. Rumen Microbiome, Probiotics, and Fermentation Additives. *Vet. Clin. N. Am-Food A.* 33(3):539-553.

- Mee, J., 2008. Newborn dairy calf management. *Vet. Clin. N. Am-Food A.* 24(1):1-17.
- Mejía, W., Rubio, J., Calatayud, D., Rodríguez, A., Quintero A. 2007. Evaluación de dos probióticos sobre parámetros productivos en lechones lactantes. *Zootec. Trop.* 25(4):301-306.
- Mendoza, M. 2001. Los probióticos. Edit. Acribia. 3ª ed. Barcelona, España. :89.
- Naqid, I. A., Owen, J. P., Maddison, B. C., Gardner, D. S., Foster, N., Tchórzewska, M. A., La Ragione, R. M., Gough, K. C. 2015. Prebiotic and probiotic agents enhance antibody-based immune responses to *Salmonella Typhimurium* infection in pigs. *Anim. Feed. Sci. Tech.* 201:57-65.
- Newbold, C., McIntosh, F., Wallace, R. 1998. Changes in the microbial population of a rumen simulating fermenter in response to yeast culture. *J. Anim. Sci.* 78(2): 241-244.
- Nicoli, J. R. 1995. Normal gastrointestinal microbiota in domestic animals and human beings. *Enferm. Infec. Microbiol.* 15:183-190.
- Núñez, O. P., Almeid, R. I., Rosero, M. A., Lozada, E. E., Kelly, G. E. 2017. Comportamiento productivo y calidad de la leche en bovinos (*Bos taurus*) utilizando un probiótico natural. *J. Selva Andin. Anim. Sci.* 4(2):128-136.
- Ouwehand, A. C., Kirjavainen, P. V., Shortt, C., Salminen, S. 1999. Probiotics: mechanisms and established effects. *Int. Dairy J.* 9(1):43-52.
- Palencia, S., Céspedes, L., Nuviola, Y., Reyes, I., Miravet, R. A., Vallejo, O., Rodríguez, Y., Soto, V., Blanco, A. 2005. La cepa de yogur como probiótico, una alternativa en la salud y mejora del ternero. *REDVET.* 6(9):1-35.
- Parker, D.S. 1990. Manipulation of the functional activity of gut by dietary and other means (antibiotics/probiotics). *J. Nutr.* 120(6):639-648.
- Pascual, M., Garriga, M., Monfort, J. M. 1996. Los probióticos en la alimentación animal. *Eurocarne.* 44:91-96.

- Reyes, J. A., Rodríguez, L. 2010. ¿Qué sabe Ud. acerca de... los probióticos? *Rev Mex Cienc Farm.* 41(1):60-63.
- Rojo, R., Mendoza, G. D., Montañez, O. D., Rebollar, S., Cardoso, D., Hernández, J., González, F. J. 2007. Enzimas amilolíticas exógenas en la alimentación de rumiantes. *Universidad y Ciencia.* 23(2):173-182.
- Rolfe, R. D. 2000. The role of probiotic cultures in the control of gastrointestinal health. *J. Nutr.* 130(2s):396-402.
- Rosmini, M. R., Sequeira, G. J., Guerrero Legarreta, I., Martí, L. E., Dalla Santina, R., Frizzo, L., Bonazza, J.C. 2004. Producción de prebióticos para animales de abasto: importancia del uso de la microbiota intestinal indígena. *Rev. Mex. Ing. Quim.* 3(2):181-191.
- Saarela, M., Mogarsen, G., Fonden, R. (2000) Beneficio de los probióticos. *J biotecnol.* 84(3):197-215.
- Saavedra, J. M., Bauman, N. A., Oung, I. (1994). Feeding of bifidobactrium bifidum and strptococcus thermophylus to infants in hospital for prevention diarrhoea and shedding of rotavirus. *Lancet.* 344. :1046-9.
- Salminen, V. 1991. La microflora en rumiantes. Edit. Acribia. 4ª ed. España. :440-441.
- Salminen, S., Isolauri, E., Onnela, T. 1995. Gut flora in normal and disorders status. *Chemotherapy,* 41:5-15.
- Salminen, S., Ouwehand, A. C., Isolauri, E. 1998. Clinical applications of probiotic bacteria. *Int. Dairy J.* 8(5-6):563-572.
- Sánchez, M., Peña, L., Peña, J. 2016. Actividad antimicrobiana de cepas de *Lactobacillus* spp contra patógenos causantes de mastitis bovina. *Revista Salud Animal.* 38(2):85-92.

- Sánchez, T., Lamela, L., López, O., Benitez, M. 2015. Influencia del probiótico Sorbifauna en la producción y calidad de la leche de vacas mestizas en pastoreo. *Pastos y Forrajes*. 38(3):183-188.
- Sandes, S., Alvim, L., Silva, B., Acurcio, L., Santos, C., Campos, M., Santos C., Nicoli, J., Neumann, E., Nunes, Á. 2017. Selection of new lactic acid bacteria strains bearing probiotic features from mucosal microbiota of healthy calves: Looking for immunobiotics through in vitro and in vivo approaches for immunoprophylaxis applications. *Microbiol. Res.* 200:1-13.
- Santomá, G. 1997. Estimuladores de la inmunidad. :1-16. En línea: http://www.produccionanimal.com.ar/informacion_tecnica/manejo_del_alimento/37-estimuladores_de_la_inmunidad.pdf
- Sewalt, V. J., Reyes, T.F., Bui, Q. 2018. Safety evaluation of two α -amylase enzyme preparations derived from *Bacillus licheniformis* expressing an α -amylase gene from *Cytophaga* species. *Regul. Toxicol. Pharm.* 98:140-150.
- Silva, E. N. 2000. Probióticos e prebióticos na alimentação de aves. In: Anais da conferencia apinco de ciencia e tecnologia avícolas. :241-251. São Paulo Brasil.
- Soto, L. P., Frizzo, L. S., Avataneo, E., Zbrun, M. V., Bertozzi, E., Sequeira, G., Signorini, M. L., Rosmini, M. R. 2011. *Anim. Feed Sci. Tech.* 165(3-4):176-183.
- Shu, Q., Gill, H. S. 2002. Immune protection mediated by the probiotic *Lactobacillus rhamnosus* HN001 (DR20TM) against *Escherichia coli* O157:H7 infection in mice. *FEMS Immunol. Med. Mic.* 34(1):59-64.
- Szajewska, H., Kotowska, M., Mrukowicz, J. Z., Armańska, M., Mikolajczyk, W. 2001. Efficacy of *Lactobacillus* GG in prevention of nosocomial diarrhea in infants. *J. Pediatr.* 138(3):361-365.
- Takassugui, C. 2009. Aditivos (monensina sódica, levedura e probióticos) para bovinos da raça Nelore terminados com rações com concentrado rico em coprodutos. Dissertação de Mestrado. Universidade São Paulo. São Paulo, Brasil.

- Tepan R. 2011. Diarrea neonatal de los terneros. Tesis de pregrado. Universidad de Cuenca. Ecuador.:10-79.
- Teuber, M., Perreten, V., Wirsching, F. 1996. Antibiotikumresistente Bakterien: eine neue Dimension in der Lebensmittelmikrobiologie. Lebensmittel-Technologie. 29:182-199.
- Valdez, E., 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 J. Microb. Biot. 7(6):587-592.
- Wang, X., Haijun, X., Fu, L., Yuhong W. 2017. Production performance, immunity, and heat stress resistance in Jersey cattle fed a concentrate fermented with probiotics in the presence of a Chinese herbal combination. Anim. Feed Sci. Tech. 228:59-65.
- Whelan K., Myers C. E. 2010. Safety of probiotics in patients receiving nutritional support: a systematic review of case reports, randomized controlled trials, and nonrandomized trials. Am. J. Clin. Nutr. 91(3):687-703.
- Xiao, J., Alugongo, G., Chung, R., Dong, S., Li, S., Yoon, I., Wu, Z., Cao, Z. 2016. Effects of *Saccharomyces cerevisiae* fermentation products on dairy calves: Ruminal fermentation, gastrointestinal morphology, and microbial community. J. Dairy Sci. 99(7):5401-5412.
- Xu, H., Huang, W., Hou, Q., Kwok, L., Sun, Z., Ma, H., Zhao, F., Lee, Y., Zhang, H. 2017. The effects of probiotics administration on the milk production, milk components and fecal bacteria microbiota of dairy cows. Sci. Bull. 62(11):767-774.
- Yeoman, C. J., White, B. A. 2014. Gastrointestinal tract microbiota and probiotics in production animals. Annu. Rev. Anim. Biosci. 2:469-486.

Young, R. J., Huffmans, S. 2003. Probiotic use in children. J. Pediatr. Health Care. 17(6):277-283.

Ziemer, Ch. J., Gibson, G.R. 1998. An overview of probiotics, prebiotics and symbiotics in the functional food concepts: perspectives and future strategies. Int. Dairy J. 8(5-6):473-479.

Zuanon, J. A. S. 1995. Efeitos de promotores de crescimento de frangos de corte. Dissertação Mestrado. Universidade Federal de Viçosa, Zootecnia. Brasil. :1-70.