

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



Costos de suplementación en beceras lactantes: *Bacillus subtilis* PB6 y extracto de cítricos

Por:

YESENIA HERNÁNDEZ RÍOS

TESIS

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA

Torreón, Coahuila, México

Marzo 2022

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

Costos de suplementación en becerras lactantes: *Bacillus subtilis* PB6 y extracto de cítricos

Por:

YESENIA HERNANDEZ RIOS

TESIS

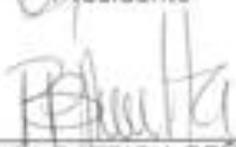
Que se somete a la consideración del H. Jurado Examinador como requisito parcial para obtener el título de:

MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA

Aprobada por:


DR. JUAN MANUEL GUILLEN MUÑOZ
Presidente


DR. RAMIRO GONZÁLEZ AVALOS
Vocal


MC. BLANCA PATRICIA PEÑA REVUELTA
Vocal


MC. RAFAEL ÁVILA CISNEROS
Vocal Suplente


MC. J. GUADALUPE RODRÍGUEZ MARTÍNEZ
Coordinador de la División Regional de Ciencia Animal



Torreón, Coahuila, México

Marzo 2022

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

Costos de suplementación en becerros lactantes: *Bacillus subtilis* PB6 y extracto de cítricos

Por:

YESENIA HERNANDEZ RIOS

TESIS

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. RAFAEL ÁVILA CISNEROS
Coasesor


MC. BLANCA PATRICIA PEÑA REVUELTA
Coasesor


MC. J. GUADALUPE RODRÍGUEZ MARTÍNEZ
Coordinador de la División Regional de Ciencia Animal



Torreón, Coahuila, México

Marzo 2022

AGRADECIMIENTOS

A Dios, por sus bendiciones y ser un faro iluminando día tras día mi camino.

A mi familia, por acompañarme y apoyarme a lo largo de este camino.

A mis maestros por su entrega y tiempo dedicado a compartir sus enseñanzas.

Por su paciencia y sabiduría al guiarme en cada peldaño encaminado a culminar esta meta.

A mi asesor, Dr. Ramiro González Avalos por ser pieza clave en la realización de este trabajo. Por su compromiso y sentido del éxito.

A mi UAAAN UL, por permitir mi formación, por abrirme las puertas del conocimiento y porque a lo largo de los años de la carrera recorrí sus pasillos, sus aulas, atesorando recuerdos que llevare por siempre en el corazón.

DEDICATORIAS

A mis padres Catalina Ríos Soriano y Diego Hernández Gómez, por haberme orientado y ayudado desde el primer día, por sus consejos que todos los días guían mi camino, gracias por enseñarme el amor incondicional.

A mi madre, por ser la mujer más maravillosa que Dios pudo poner sobre la tierra, porque desde que yo era pequeña siempre caminaste junto a mi sin desfallecer ni un solo segundo, con la esperanza de que yo saliera adelante con mis estudios. Por su energía, entusiasmo y fe. Por sus incansables esfuerzos y oraciones.

A mi padre, por sus consejos, cariño y amor desde mi niñez y a lo largo de mi vida adulta, por ese cariño que supo demostrar en cada una de sus palabras. Por ser un hombre sabio y ser el mejor maestro desde mis primeros pasos.

A mis hermanos por todo su apoyo incondicional a lo largo de todos estos años, por ser la piedra angular, porque cada uno de ellos han sido pilares únicos y fundamentales para mi crecimiento profesional. Por su entusiasmo y energía, por haber contribuido en la realización y culminación de este sueño. A Moises Martínez por creer en mí y apoyarme como un hermano más, mi más profundo afecto y aprecio.

A mis familiares y amigos, por darme ánimos y estar para mi cuando los necesité. Gracias a esa persona que fue mi soporte en algún momento de este trayecto. Hay personas especiales que llevaré por siempre en mi mente y corazón.

RESUMEN

Los animales jóvenes representan uno de los mayores problemas en las unidades de producción lecheras, puesto que es en este momento cuando se deben sentar las bases para un correcto crecimiento y es, a su vez, cuando más delicados son todos los animales en general. El objetivo del presente trabajo fue estimar el costo de la suplementación con *Bacillus subtilis* PB6, y extracto de cítricos en becerras Holstein lactantes. Los tratamientos fueron: T1=testigo, T2=10 g de *Bacillus subtilis* PB6 y T3=10 ml de extracto de cítricos respectivamente. La suplementación de los productos se realizó en la alimentación de los animales (dentro de la tina de la leche) durante los primeros 50 días de vida de las crías, durante la lactancia el total de litros de leche suministrados fueron 432 L (dos tomas al día). El concentrado iniciador se administró diariamente por la mañana y de ser necesario por la tarde. Para estimar el costo de la alimentación se consideró el precio de la leche, concentrado iniciador, *Bacillus subtilis* PB6, y extracto de cítricos. El tratamiento más económico fue el testigo.

Palabras clave: Alimento concentrado, Enfermedades, Inmunidad, Leche, Reemplazos

Índice general

AGRADECIMIENTOS	i
DEDICATORIAS	ii
RESUMEN	iii
Índice general	iv
Índice de cuadros	v
1. INTRODUCCIÓN	1
1.1. Objetivo	2
1.2. Hipótesis	2
2. REVISIÓN DE LITERATURA	3
2.1. Fundamentos anatómicos y fisiológicos del aparato digestivo del ternero	3
2.2. Alimentación del nacimiento al destete	4
2.3. Probióticos	9
2.4. Extracto de cítricos	10
2.5. Costos	12
2.6. Probióticos y prebióticos	13
3. MATERIALES Y MÉTODOS	16
4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	18
5. CONCLUSIONES	21
6. LITERATURA CITADA	22

Índice de cuadros

Cuadro 1	Promedio de consumo (g) de alimento iniciador por tratamiento cada 10 días.	18
Cuadro 2	Costo integrado en becerras Holstein alimentadas con leche entera adicionada con <i>Bacillus subtilis</i> PB6 y extracto de cítricos.	19

1. INTRODUCCIÓN

Definimos crianza de reemplazos como aquellas etapas que van del nacimiento hasta el estado de vaquilla al parto; la comprensión adecuada del proceso de crianza, desde el nacimiento, demanda el entendimiento en términos generales del ciclo biológico de los animales en sus etapas correspondientes al crecimiento y al desarrollo, ya que las transformaciones fisiológicas de los animales son las que determinan su mantenimiento y manejo (Blanco, 2007).

Las becerras representan el futuro de los establos dedicados a la crianza de bovinos para la producción de leche o de doble propósito. La importancia se sustenta en que las crías desarrolladas adecuadamente, cuando llegan a la etapa de vaquillas, serán las que reemplacen a las vacas eliminadas del establo por problemas reproductivos, sanitarios o por bajo rendimiento de leche (Almeyda y Parreño, 2011). Por tal motivo se necesita de un programa adecuado para criar becerras y vaquillas para el reemplazo o de los adquiridos que igualen o superen los niveles presentes de producción (Ortiz *et al.*, 2005).

La Comarca Lagunera está considerada como una de las regiones de mayor importancia respecto a la producción de leche en México. El tamaño de los hatos es superior a 200 vacas, pero existen explotaciones con más de 1,000 vacas en producción. El nivel de producción es superior a 7,500 litros de leche por lactación. La producción de leche es más de 2 mil 330 millones de litros anuales, de los cuales el 42 por ciento corresponden a La Laguna de Durango y 58 por ciento al estado de Coahuila (SIAP-SAGARPA, 2016).

La crianza de becerras para reemplazos cobra importancia para el mantenimiento y expansión de los hatos lecheros de la Comarca Lagunera. No obstante, en la mayoría de las explotaciones aún siguen importando vaquillas, lo que demuestra una gran debilidad en esta importante área en las unidades de producción lechera; resultados de investigaciones han mostrado que la crianza adecuada de las crías en la misma explotación permite un ahorro de casi 35% en comparación de las vaquillas importadas. Sin embargo, bajo las condiciones de la región, se observa que la problemática de los establos está relacionada con enfermedades, mortalidad, resistencia de las bacterias a los antibióticos; además del uso de tecnología inadecuada en el manejo de los animales (González, 2015; González *et al.*, 2017).

1.1. Objetivo

Estimar el costo de la suplementación con *Bacillus subtilis* PB6, y extracto de cítricos en becerras Holstein lactantes

1.2. Hipótesis

El costo de la suplementación con *Bacillus subtilis* PB6, y extracto de cítricos en becerras Holstein lactantes es más económico que no suplementar.

2. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. Fundamentos anatómicos y fisiológicos del aparato digestivo del ternero

Al nacimiento el estómago anterior es casi igual al tamaño del abomaso en las terneras. El agrandamiento del estómago anterior ocurre con rapidez luego del nacimiento, pero la tasa del crecimiento depende del tipo de dieta (Cunningham, 1999). Durante los primeros meses de vida se comporta como un animal monogástrico, debido a que el compartimento retículo-rumen no es funcional y la dieta láctea pasa directamente al abomaso. De manera general el desarrollo del estómago de los terneros que ingieren alimentos líquidos y sólidos, sean concentrados o forrajes o con dietas integrales, transita por diferentes fases o etapas. Así, se puede identificar una fase pre-rumiante, una fase de transición y una final de rumiante como a continuación se describe (Fournier, 1998).

- Fase de pre-rumiante: El abomaso constituye el principal órgano del estómago relacionado con el proceso digestivo, pues en esta fase la alimentación es en base al uso de alimentos lácteos o sustitutos líquidos, básicamente, dependiendo casi exclusivamente de esta dieta para el aporte de nutrientes para el mantenimiento y el crecimiento. Esta fase se extiende desde el nacimiento hasta las 2 ó 3 semanas de vida, cuando el ternero inicia el consumo de alimentos sólidos, por tanto, esta fase será tan extensa, como extenso sea el período en que no se ofrezcan alimentos sólidos.

- Fase de transición: Una vez que el ternero inicia el consumo de concentrados, dependiendo de algunos factores como el estado de salud, las tasas de ganancias,

disponibilidad de agua y el programa de alimentación láctea empleada, da paso al inicio de la fermentación ruminal. La producción de AGV (Ácidos Grasos Volátiles), junto al efecto físico de la dieta, son los responsables del desarrollo del rumen, que junto al abomaso constituyen los órganos implicados en la digestión, pues aún en esta fase se continúa ofreciendo alimentos líquidos, que junto a los alimentos concentrados constituyen los principales alimentos de esta etapa. Esta fase continuará hasta tanto sean ofrecidos alimentos lácteos al ternero.

- Fase de rumiante: Esta fase se inicia con el destete de los animales y dura hasta el final de su vida. Por tanto, los productos secos son la única fuente de alimentos, junto al agua que constituye un elemento imprescindible para que el proceso digestivo ruminal se lleve a cabo. En esta fase el rumen pasa a ser el principal órgano del tracto digestivo, produciendo elevadas cantidades de AGV y proteína microbiana por medio de la degradación de los alimentos ofrecidos, dependiendo de este proceso la producción de la mayor cantidad de energía y proteína que requiere el ternero, ya que algunos nutrientes no son degradados en el rumen y pasan a las partes bajas del intestino, donde se degradan por las enzimas digestivas que allí se vierten.

2.2. Alimentación del nacimiento al destete

El período más crítico en la crianza de becerras lecheras es el primer mes de vida, debido al alto riesgo de aparición de enfermedades y mortalidad (Svensson et al., 2006). El sistema inmune de todas las especies de mamíferos comienza su desarrollo tempranamente durante la gestación. En los bovinos recién nacidos su sistema inmune es inmaduro e incapaz de producir suficientes inmunoglobulinas

(Ig) para combatir infecciones (Elizondo-Salazar, 2007). Elizondo-Salazar y Heinrichs (2008), mencionan que la alimentación con calostro es un paso crítico para elevar la salud de las becerras como resultado de la fisiología y metabolismo de la especie bovina. Para lograr el éxito de la transferencia pasiva de Ig, la cría debe consumir una concentración suficiente del calostro de calidad y realizarse una absorción exitosa en cantidad suficiente de Ig dentro de la circulación (Godden, 2008). Es reconocida la asociación de la morbilidad y mortalidad por los bajos niveles de transferencia de Ig en neonatos (Trotz-Williams *et al.*, 2008).

Por otro lado, aunque los beneficios en la salud de la transferencia de inmunidad son claras, la realidad en el proceso de la crianza de las becerras es que en las unidades de producción bovina una proporción alta de éstas se ven privadas de una adecuada transferencia de Ig que llevan al fracaso la transferencia pasiva (Lorenz *et al.*, 2011). De hecho, las becerras que presentan una adecuada transferencia de inmunidad tienen menor morbilidad, menor mortalidad y menor número de tratamientos con antibióticos comparados con las que registran fallas en la transferencia de inmunidad (Uetake, 2013). El manejo de vaquillas en establos lecheros no es la parte más crítica de las actividades del día a día, sin embargo, crías enfermas, manejos nutricionales y sanitarios negligentes pueden resultar en desarrollos sub-óptimos de las vaquillas. Esto puede traer como consecuencia que las vaquillas lleguen al parto después de los 24 meses de edad y/o produzcan considerablemente menos leche comparado con aquellas que fueron criadas adecuadamente (Belloso, 2005).

Las prácticas para alimentar a becerras jóvenes han cambiado significativamente en los últimos años por razones económicas y ambientales. La crianza intensiva o crecimiento acelerado surge como una propuesta, que toma como base el comportamiento natural, aplicando los principios del bienestar animal, suministrar leche sin restricciones, en cantidades semejantes a lo que toma la becerro al pie de la madre, equivalente a 2 o 3 veces más de leche que la crianza convencional (Drackley, 2008). El sistema convencional consiste en suministrar una cantidad constante de leche con restricciones equivalentes del 8 a 10% de peso vivo (PV), con becerras de 40 kg PV corresponde a 4 litros, que se proporcionan en dos tomas. A esta dieta líquida se le agrega un concentrado iniciador, desde los primeros días (Anderson *et al.*, 1987).

Cuando la becerro consume alrededor de 1 kilo, durante 3 días seguidos, se realiza el destete (Lagger, 2010). Con este sistema las ganancias diarias en la raza Holstein son de 450 g diarios promedio. Los métodos convencionales de alimentación con leche o sustituto de leche dan por resultado que más del 60% de las becerras sean destetadas a más de ocho semanas de edad (USDA, 2002).

Datos de la Universidad de Cornell y la Universidad de Illinois en los Estados Unidos de Norteamérica, indican que el promedio de ganancias diarias de 900 a 1,000 g/d se pueden lograr desde su nacimiento hasta el destete a las 8 semanas de edad, siempre que el sustituto lácteo haya sido formulado para satisfacer las necesidades de aminoácidos para que las becerras obtengan tales tasas de ganancia (Van Amburgh y Drackley, 2005). Por lo que el sustituto de leche requiere tener de 26 a 30% de proteína cruda para apoyar estas tasas altas de ganancia de peso y

además, la dieta alta en proteínas da lugar a un mayor crecimiento de tejido magro y a una menor deposición de grasa (Drackley *et al.*, 2008).

La crianza de reemplazos presenta numerosos retos que pudieran impactar negativamente su desempeño si no, se manejan adecuadamente; sin embargo, también se presentan oportunidades para mejorar el desempeño del animal y disminuir los costos de recría si se saben aprovechar (Belloso, 2005). La implementación de programas para la alimentación de becerras es una de las vías para lograr mayor eficiencia en la producción lechera, ya que en la etapa pre-destete se utilizan cantidades reducidas de leche o sustitutos de leche durante un corto período de tiempo. Desde la primera semana de vida, es necesario el consumo de concentrado iniciador para que se obtenga el desarrollo adecuado del rumen y por consiguiente, un mejor comportamiento durante el crecimiento (Saucedo *et al.*, 2005).

Enfermedades más comunes en becerras de 0-60 días

Tasas altas de morbilidad y mortalidad en becerras recién nacidas son atribuidas a enfermedades infecciosas; las dos más frecuentes que afectan a las becerras son la diarrea y las enfermedades respiratorias. La tasa de mortalidad en becerras antes del destete es de 7.8%. La diarrea y otros problemas digestivos contribuyen al 56.5% de las muertes; las enfermedades respiratorias es la segunda causa de mortalidad con 22.5% (USDA, 2010). Los trastornos digestivos en las becerras son enfermedades frecuentes que se manifiestan con diarreas caracterizadas por heces líquidas y profusas, deshidratación, emaciación, postración y muerte (Delgado, 2000). Las enfermedades entéricas son comunes y le representa enormes pérdidas

económicas a la industria de la ganadería, de la carne y leche, como resultado de la mortalidad de recién nacidos y costos de tratamiento. Es común que la diarrea neonatal sea más el resultado de una infección combinada de diferentes enteropatógenos (bacterias, virus, protozoarios), que la infección con un solo agente; siendo importante la *Escherichia coli*, Salmonella, Rotavirus, Clostridium, Giardia y Coronavirus. Cabe mencionar que mayores pérdidas ocurren cuando las becerras son mantenidas en confinamiento, donde la oportunidad de transmisión de los agentes causales de la diarrea se ve realizada por su acumulación en el medio ambiente (Baquero-Parrado, 2008). Estos agentes afectan a bovinos de todas las edades, siendo las becerras recién nacidas y menores de 60 días las que presentan la enfermedad entérica en forma más manifiesta. Es importante resaltar que, aunque todos estos agentes patógenos pueden ser primarios, estudios epidemiológicos y de laboratorio han demostrado que las infecciones mixtas son más comunes que las infecciones simples, en su asociación con la presentación clínica de la enfermedad. Es por ello que en la actualidad se describe a este cuadro clínico como Complejo Diarreico Bovino (CDB), y cuando afecta a la recién nacida recibe el nombre de diarrea indiferenciada de la becerro. Aunque no existen estadísticas de estos trastornos en México, los patógenos gastroentéricos están asociados hasta en un 25% con las muertes en becerras (Delgado, 2009). Las condiciones actuales están obligando al productor a ser más eficiente en la cría y desarrollo de vaquillas. Esta es un área de suma importancia, ya que lo que se haga hoy se reflejará en el futuro; el productor debe criar las vaquillas de la manera más eficiente para reducir los gastos, pero sin llegar a afectar negativamente su salud y futura productividad (Belloso, 2005; González *et al.*, 2017)

2.3. Probióticos

El ganado proporciona leche y carne para satisfacer las crecientes demandas de proteínas animales a medida que aumenta la población humana. Pueden convertir sustratos dietéticos de baja calidad que no son aptos para el consumo humano en proteínas animales de alta calidad a través de la agricultura sustentable (Eisler *et al.*, 2014). Sin embargo, la industria ganadera se enfrenta a grandes desafíos, uno de ellos son las tasas de mortalidad de becerros antes del destete (USDA, 2010), que afectan el desarrollo de reemplazos en unidades de producción de bovinos. Establecer y satisfacer los requerimientos de los animales de la mejor forma posible, repercutirá significativamente sobre el bienestar y productividad de los mismos. La implementación de programas para la alimentación de becerras es una de las vías para lograr mayor eficiencia en la producción lechera. La alimentación en la vida temprana de la becerro, puede afectar no solamente el desempeño y supervivencia durante el tiempo de la alimentación líquida, sino también la producción futura de leche una vez que la becerro alcanza su edad adulta (Soberon *et al.*, 2012).

La morbilidad y mortalidad en becerras recién nacidas son atribuidas a enfermedades infecciosas. Al respecto, las dos enfermedades más frecuentes son: diarreas y respiratorias; por lo que se ha estimado que, la tasa de mortalidad antes del destete es de 7,8 %; la diarrea y otros problemas digestivos contribuyen al 50 % de las muertes; las enfermedades respiratorias, es la segunda causa de mortalidad con 15 % (Azizzadeh *et al.*, 2012).

La utilización de probióticos se ha dirigido a dos áreas principalmente: la salud y alimentación humana, y producción animal. En esta última, la importancia de los probióticos en cuanto a su uso en la alimentación de los animales de granja, se basa en las propiedades que se les atribuyen para mejorar la eficiencia de conversión alimenticia y como promotores de crecimiento (Rosminini *et al*, 2004).

2.4. Extracto de cítricos

En otras industrias del sector alimenticio se usa, tanto el ácido cítrico como sus sales, como saborizante y conservante. En el sector farmacéutico el ácido cítrico y sus sales se usan para la fabricación de pastillas o polvos efervescentes, también se aprovecha su efecto antioxidante, antimicrobiano y anticoagulante (Kapoor *et al.*, 1982). Otros sectores que usan ácido cítrico son: industria cosmética, industria textil, industria agrícola e industria de detergentes; principalmente para la elaboración de detergentes biodegradables (Rivada, 2008). Los ácidos carboxílicos son los ácidos orgánicos, se encuentran ampliamente distribuidos en la naturaleza, ya sea en su forma original o en la de alguno de sus derivados ésteres, amidas y anhídridos (Soccol *et al.*, 2019).

El ácido cítrico (ácido 2-hidroxi-1, 2, 3- propanotricarboxílico), es un ácido orgánico que puede ser considerado natural, sin embargo, también puede ser sintetizado vía laboratorio, es un ácido orgánico que se encuentra en casi todos los tejidos animales y vegetales, se presenta en forma de ácido de frutas en el limón, mandarina, lima, toronja, naranja, piña, ciruela, guisantes, melocotón, así como en los huesos, músculos y sangre de animales; es considerado un ácido carboxílico versátil y

ampliamente utilizado en el campo de la alimentación, de los productos farmacéuticos y cosméticos, entre otros (Muños *et al.*, 2014).

Los Ácidos Orgánicos en la Industria de Alimentos La incorporación de ácidos en alimentos cumple diversas funciones dependiendo de la aplicación particular. Tales aplicaciones se inscriben en la explotación de una o varias de las siguientes propiedades de los ácidos orgánicos, o sus sales:

- Poder acidulante
- Capacidad amortiguadora o reguladora del pH
- Agente quelante de iones metálicos
- Emulsificante
- Efectos organolépticos.

Entre otras el principal uso es la acidificación y control del pH en el producto final. Un pH bajo, retarda el crecimiento de microorganismos indeseables (principalmente bacterias) y aumenta la efectividad de conservadores como benzoatos y sorbatos. Asimismo, reduce la necesidad de tratamientos térmicos drásticos durante la esterilización de frutas y verduras enlatadas, o promueve la inactivación de enzimas indeseables como polifenoloxidasas. Los ácidos tienen propiedades quelantes de iones metálicos. Estos iones son catalizadores de reacciones indeseables en alimentos como decoloración, rancidez, pérdida de nutrientes. Consecuentemente los ácidos orgánicos mejoran la protección producida por antioxidantes comunes como BHT (Butilhidroxitolueno), ascorbatos; ejemplo, mezclas de ácido cítrico con antioxidantes son agregadas comercialmente a aceites, salchichas y carnes secas para prevenir rancidez. La selección de un ácido

en una aplicación particular depende en gran medida de su solubilidad en agua. El ácido cítrico es, por excelencia, el de mayor uso en alimentos (Muños *et al.*, 2014).

2.5. Costos

El entendimiento de los costos involucrados en la cría de reemplazos debe ser una cuestión importante para los productores en la industria lechera. Los animales de reemplazo se estiman dentro del 15-20 por ciento del total de los costos de producción de leche. El reemplazo de vaquillas se califica como el segundo o tercer componente más grande en costos de producción después de la alimentación y la mano de obra, en la mayoría de los establos lecheros. El costo económico hasta los 24 meses varía entre distintas explotaciones y pueden tener diferencias extremas debido a los variables niveles de manejo. Si las vaquillas paren posterior de esa edad, las pérdidas económicas son importantes durante la vida útil de la vaca. Por este motivo, la reducción de la edad del parto de estos animales puede tener un impacto positivo sobre la rentabilidad. Sin embargo, los reemplazos deben crecer a un ritmo óptimo para impedir problemas al parto y asegurar que la primera lactancia sea óptima (Heinrichs, 2001; Schingoethe y García, 2004). Frecuentemente, hay un enfoque indebido en reducir los costos de alimentación en la crianza de becerras. Si se escoge un sustituto de leche de menor calidad, alimentar a un nivel nutrimental más bajo o disminuir sus costos de alimento iniciador, podría ahorrarse un 15% máximo, del costo diario de crianza de becerras en lactancia y sólo 2 a 3% de los costos totales de criar a un reemplazo. La nutrición más pobre sería dada entonces al grupo vulnerable de animales y que es también el que tiene mayor capacidad de respuesta en su operación lechera, siendo también el grupo en donde la eficiencia

y oportunidad de retorno de la inversión son mayores. El mejor enfoque para reducir los costos de crianza de becerras durante la lactancia sería reducir la edad del destete de un promedio de ocho a seis semanas. Esto reduciría tanto los costos de mano de obra como de la fase líquida de alimentación, siendo ambos los costos de crianza de becerras durante la lactancia, pero sin reducir el desarrollo de las mismas (Kertz *et al.*, 1998).

2.6. Probióticos y prebióticos

La actual situación mundial de la ganadería obliga a buscar alternativas de manejo que sean sostenibles y que permitan hacer un uso eficiente de los recursos disponibles, con el fin de cubrir las necesidades alimenticias de la masa bovina (Sánchez *et al.*, 2015). Los procesos biotecnológicos que implican el uso de probióticos favorecen la productividad, incrementan la salud animal, y favorecen la disminución en la emisión de gases con efecto invernadero (Lara y Cardona, 2013). Es por eso que el empleo de probióticos en las dietas, capaces de mejorar la capacidad y calidad digestiva de los alimentos en los terneros, puede constituir una acción de vital importancia para su futuro desarrollo y, lo que es más importante aún, lograr un estado inmunológico superior, que permita suprimir el uso de medicamentos en esta etapa de la vida (Soca *et al.*, 2011).

El efecto de los probióticos puede ser potenciado mediante la inclusión adicional de ingredientes no digeribles de los alimentos, denominados prebióticos (Castro y Rodríguez, 2005). Los prebióticos son substratos que de manera selectiva es utilizado por microorganismos proveyendo un beneficiando la salud del hospedero, estimulan selectivamente el crecimiento o la actividad de un número limitado de

bacterias autóctonas, modificando el balance de la microbiota intestinal y estimulando el crecimiento y/o la actividad de organismos beneficiosos y así como suprimiendo bacterias potencialmente nocivas (Solórzano, 2018). Los prebióticos más utilizados son los fructooligosacáridos, debido a que previenen la adhesión de enterobacterias patógenas en el epitelio intestinal y minimizan los desórdenes intestinales causadas por dichas bacterias (García, 2017). Como una alternativa para la sustitución de los antibióticos como aditivos en la dieta de los animales, se ha propuesto el uso de los prebióticos y probióticos. Los cuales pueden beneficiar la salud en los animales y mejorar el rendimiento productivo de los animales (García, 2017).

Comúnmente se supone que los probióticos influyen en el sistema inmune, presumiblemente por interacción con células inmunorreguladoras que están presentes en la lámina propia del intestino, la capa epitelial de la mucosa y en el tejido linfoide asociado al intestino (Jones, 2017). Mas sin embargo los efectos inmunes de los probióticos no se limitan a solamente al intestino (Harbige *et al.*, 2016). Desde hace varios años se ha realizado investigación de la actividad probiótica a nivel celular, y el impacto de esta en el sistema inmunológico. Actualmente, se incluyen en el tratamiento y prevención de muchos tipos de diarrea, incluyendo postantibiótica y la diarrea infecciosa, síndrome del intestino irritable, tratamiento de intolerancia a la lactosa, la prevención y el tratamiento de alergias e incluso la prevención del cáncer (Zukiewicz-Sobczak *et al.*, 2014). De ahí la importancia de conocer el efecto de la administración oral de estos organismos en el sistema inmune (Perdigón y De Macías, 1986). La microflora bacteriana puede

tener efectos tanto favorables como desfavorables sobre la salud intestinal del huésped y su susceptibilidad a la enfermedad, bacterias benéficas, como las especies de *Lactobacillus* y *Bifidobacterium*, en el intestino han sido reconocidas por su capacidad para mejorar la salud de los animales huéspedes, Se han logrado avances sustanciales en el desarrollo de probióticos, prebióticos y simbióticos, que son efectivos para aumentar y mantener la población de bacterias del ácido láctico en el intestino (Tan, 2007). El género *Lactobacillus* forma parte del grupo de las bacterias ácido lácticas (Jones, 2017). Estos *Lactobacillus* son un grupo de bacilos Gram-positivos anaerobios o microaeróbicos que no producen esporas, las bacterias de este género forman parte de la flora normal de la cavidad oral humana y el tracto intestinal. Este género incluye 44 especies según el manual de Bergey de Bacteriología Sistemática y también contiene siete subespecies. Las formas y tamaños de las células bacterianas pueden variar. Estas pueden ser virmos, apagados, doblados, bacilliformes, claviforme, en forma de club. Sin embargo, la mayoría de los *Lactobacillus* son células bastante regulares sin ramificación (Zhou y Li, 2015).

3. MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se desarrolló del 01 de septiembre al 15 de diciembre de 2020, en un establo del municipio de Matamoros en el Estado de Coahuila; éste se localiza a una altura de 1100 msnm. Entre los paralelos 26° 17' y 26° 38' de latitud norte y los meridianos 103° 18' 103° 10' de longitud oeste (INEGI, 2009).

Se utilizó el calostro de primer ordeño de vacas primíparas y multíparas de la raza Holstein Friesian dentro de las primeras 24 h después del parto. Inmediatamente después de la colecta, se determinó la densidad de este producto, utilizando un calostrómetro (Biogenics Inc., Mapleton, Or., USA ®), a una temperatura de 22°C al momento de la medición. El calostro se colocó en bolsas de plástico Ziploc ® de 26,8 x 27,3 cm (dos L por bolsa) y se congeló a -20°C hasta el suministro a las becerras.

Para observar el efecto del *Bacillus subtilis* PB6 y extracto de cítricos sobre el desarrollo, salud, transferencia de inmunidad y consumo de alimento se seleccionaron dos grupos de manera aleatoria cada uno con 30 becerras, se separaron de la madre al nacimiento y alojadas individualmente en jaulas de madera previamente lavadas y desinfectadas. Los tratamientos fueron: T1=testigo, T2=10 g de *Bacillus subtilis* PB6 y T3=10 ml de extracto de cítricos respectivamente. La suplementación de los productos se realizó en la alimentación de los animales (dentro de la tina de la leche) durante los primeros 60 días de vida de las crías. En todos los grupos se les suministró la primera toma de calostro dentro de la primera hora de nacida la cría y la segunda seis horas posteriores a la primera toma.

Las variables que se consideraran para evaluar el desarrollo serán; peso, altura a la cruz, ganancia diaria y ganancia de peso total, las cuales se registraran al

nacimiento y al destete. La ganancia diaria de peso se calculará mediante la división de la ganancia de peso total entre el número de días en lactancia (60). Para la medición del peso se utilizará una báscula de recibo (EQM 200/400, Torrey ®).

Entre las 24 y 48 horas y entre 96 y 120 h de vida después del nacimiento se obtuvo muestras de sangre de la vena yugular de cada becerro en tubos Vacutainer ® la cual se dejó coagular a temperatura ambiente hasta la separación del suero. La lectura del suero se realizó en un refractómetro (Vet 360, Reichert Inc. ®) se utilizó como variable la proteína sérica para medir la transferencia de inmunidad pasiva hacia las becerros.

El concentrado iniciador se administró diariamente por la mañana y de ser necesario por la tarde. La variable evaluada fue consumo de concentrado. Para determinar el consumo de concentrado se utilizará una báscula electrónica digital (EQM 200/400, Torrey ®), el consumo del alimento se midió a partir del día dos de vida hasta el destete de las becerros 50 días.

El análisis estadístico se realizó mediante un análisis de varianza y la comparación de medias mediante la prueba de Tukey. Se empleó el valor de $P < 0.05$ para considerar diferencia estadística. Los análisis se ejecutaron utilizando el paquete estadístico de Olivares-Sáenz (2012).

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En los resultados obtenidos en el presente estudio en relación al consumo del alimento iniciador (Cuadro 1) no existió diferencia estadística significativa entre los grupos evaluados.

Cuadro 1. Promedio de consumo (g) de alimento iniciador por tratamiento cada 10 días.

Tratamientos	Días de prueba				
	10	20	30	40	50
Testigo	12	40	95	136	244
Bacillus subtilis PB6	7	52	77	146	247
Extracto de cítricos	12	62	81	118	223

En un estudio donde a un grupo de becerras (8 becerras y 2 becerros de raza Holstein) se les suministró una dieta líquida en forma restringida con 2 tomas diarias (2 L am y 2 L pm) en el caso de T1 y en el T2 se les suministró a los animales una dieta líquida de 8 L (4 L am y 4 L pm), en dicho estudio las becerras tuvieron un consumo semanal de 837 g y 517 g respectivamente (Elizondo-Salazar y Sánchez-Alvares, 2012). Los resultados anteriores son superiores a los observados en el presente experimento; esta situación permite analizar que animales que consumen mayores cantidades de leche demuestran satisfecha su necesidad de alimentación, por lo que no experimentan la necesidad de consumir alimento iniciador en mayor cantidad.

Respecto a los resultados observados (Cuadro 2) en relación al costo de suplementar con *bacillus* y extracto de cítricos a la leche entera de las becerras

lactantes, el grupo testigo fue el más económico 1.29 y 5.23% respectivamente respecto a los tratamientos suplementados; estos costos pueden variar dependiendo los días en lactancia y la cantidad de leche que suministre a los animales. En relación a la ganancia de peso no existió diferencia estadística significativa 28.7 kg para el grupo de cítricos, 29.8 kg para *Bacillus* y 29.9 kg para el grupo testigo.

Cuadro 2. Costo integrado en becerras Holstein alimentadas con leche entera adicionada con *Bacillus subtilis* PB6 y extracto de cítricos.

Variable	Tratamientos		
	Cítricos	<i>Bacillus subtilis</i> PB6	Testigo
Consumo de leche becerro/lactancia (L)	432	432	432
Costo leche/becerra/lactancia \$	2,592.0	2,592.0	2,592.0
Promedio de consumo del concentrado iniciador/becerra/lactancia (kg)	4.98	5.30	5.27
Costo de concentrado iniciador \$ (kg)	7.10	7.10	7.10
Costo concentrado/becerra/lactancia \$	35.35	37.63	37.41
Costo de aditivo/lactancia \$	27.5	30	0.0
Costo alimentación leche/concentrado/aditivo/becerra/lactancia \$	2,654.85	2,659.63	2,629.41
Costo integrado por kg ganado \$	92.5	89.08	87.94

En un estudio donde se estimó el costo de alimentación Peña et al. (2020), reportan costos que oscilan entre 2,686 hasta 2,696; en becerras alimentadas con 432 L de leche durante su lactancia (60 días de vida). En otra investigación González et al. (2017), reportan costos de alimentación que oscilan de 1,180 hasta 1,924 pesos por

becerra durante su lactancia, que fueron alimentadas con diferentes cantidades y sustitutos de leche; estos costos se encuentran por debajo de los observados en el presente estudio, cabe hacer mención que las ganancias de peso son superiores a las observadas en el estudio anterior.

5. CONCLUSIONES

Los resultados del presente estudio permiten concluir que el suministrar aditivos a la leche entera de las becerras puede generar incrementos en el costo de la alimentación de las mismas, el tratamiento más económico fue el grupo testigo. Por lo que, es importante seguir evaluando el impacto que tienen los aditivos utilizados en los animales que consumen leche respecto al desarrollo, salud, consumo de concentrado iniciador, transferencia de inmunidad. Los productores en el sistema de producción de leche deben orientar sus fuerzas en la búsqueda de mejores alternativas para la alimentación de las becerras lactantes, tanto económicas como nutrimentales; pero sin sacrificar el desarrollo de los reemplazos.

6. LITERATURA CITADA

- A Trotz-Williams, L. A., E. Leslie K. and S. Peregrine A. 2008. Passive immunity in ontario dairy calves and investigation of its association with calf management practices. *Journal of Dairy Science* 91(10):3840-3849.
- Aguilar, V. A., Luevano, G.A., y Rodríguez, B.J.J. 2002. Diagnóstico situacional estratégico en empresas lecheras de la comarca lagunera en el norte - centro de México. *Revista Mexicana de Agronegocios*. 6 (11):495-507.
- Almeyda, M. J. y R. J. Parreño. 2011. Guía técnica, Curso-Taller. Manejo integrado de ganado. Majes, Caylloma, Arequipa Perú. pp 1-46.
- Anderson, K. L., G. Nagaraja T. y L. Morrill, J. 1987. Rumen metabolic development in calves weaned conventionally or early. *Journal of Dairy Science* 70:1000-1005.
- Belloso, V. T. I. 2005. Cría y desarrollo de vaquillas lecheras. DIGAL. Día Internacional del Ganadero Lechero. Delicias, Chihuahua, México.
- Blanco, O. M. A. 2007. Alimentación de becerras para lactancia. Memorias del Curso. Producción de becerras y vaquillas lecheras. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. UNAM.
- Castro, M., y Rodríguez, F. 2005. Levaduras: probióticos y prebióticos que mejoran la producción animal. *Revista Corpoica: Ciencia y Tecnología Agropecuaria*. 6(1):26-38.
- Drackley, J. K. 2008. Calf Nutrition from Birth to Breeding. *Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice*. 24(1):55- 86
- Elizondo-Salazar, J. y Sánchez-Álvarez, M. 2012. Efecto del consumo de dieta líquida y alimento balanceado sobre el crecimiento y desarrollo ruminal en terneras de lechería. *Agronomía Costarricense*. 36(2):81-90.
- Eisler, M. C., M. R. Lee, J. F. Tarlton, G. B. Martin, J. Beddington, J. A. Dungait, H. Greathead, J. Liu, S. Mathew, H. Miller, T. Misselbrook, P. Murray, V. K.

- Vinod, R. Van Saun, and M. Winter. 2014. Agriculture: Steps to sustainable livestock. *Nature* 507:32-34.
- Elizondo-Salazar, J. A. 2007. Alimentación y manejo del calostro en el Ganado de leche. *Agronomía Mesoamericana* 18(2):271-281.
- Elizondo-Salazar, J. A. and J. Heinrichs, A. 2008. Review: Heat treating bovine colostrum. *The Professional Animal Scientist* 24(6): 530-538.
- Godden, S. 2008. Colostrum management for dairy calves. *Veterinary Clinics of North América: Food*
- González, A. R., González, A. J., Peña, R. B. P., Moreno, R. A., y Reyes, C. J. L. 2017. Análisis del costo de alimentación y desarrollo de becerros de reemplazo lactantes. *Revista Mexicana de Agronegocios*. 40:561-569.
- González, A. R., Peña, R. B. P., Rodríguez, D. N., Ávila, C. R., y González, A. J. 2019. Costos de alimentación en becerros Holstein suministrando leche entera adicionada con extracto de plantas medicinales. *Revista Mexicana de Agronegocios*. 45:339-354.
- Harbige, L. S., Pinto E., Allgrove J., and Thomas, L.V. 2016. Immune response of healthy adults to the ingested probiotic *Lactobacillus casei* Shirota. *Scandinavian Journal of Immunology* 84(6):353-364.
- Jones, R. 2017. Use of *Lactobacillus casei* and *Lactobacillus paracasei* in Clinical Trials for the Improvement of Human Health. In: *e Microbiota in Gastrointestinal Pathophysiology*. Chapter 9. Floch M. H., Y. Reingel and W. Allan W. (Eds.) pp. 99-108.
- Lagger, J. 2010. Crecimiento intensivo de cría y recría de vaquillonas, aplicando los principios de bienestar. *Revista Veterinaria Argentina* 27(265):1-28.
- Lara, M. C., y Cardona, D. J. 2013. Impacto de un biopreparado con características probióticas sobre la producción de leche bovina en Córdoba Colombia. *Biotecnología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial*. 11(1):75-80.

- Lorenz, I., F. Mee J., B. Earley y J. More S. 2011. Calf health from birth to weaning. I. General aspects of disease prevention. *Irish Veterinary Journal* 64(1):10.
- Peña, R. B. P., González, A. R., Rocha, V. J. L., González, A. J. y Macías, O. E. J. 2020. Costos de alimentación en becerras Holstein suplementadas con *Bacillus subtilis* PB6 en leche entera. *Revista Mexicana de Agronegocios*. 46:486-496.
- Perdigón, G., De Macias M. E., Álvarez S., Oliver, G. y De Ruiz H. A. A. 1986. Effect of perorally administered lactobacilli on macrophage activation in mice. *Infection and Immunity* 53(2):404-410.
- Quintero, G. B. 2007. Sustitutos lecheros en la alimentación de terneros. *Revista Electrónica de veterinaria*. 8 (5): 1-39.
- Rocha, V. J., González, A. R., Ávila, C. R., Peña, R. B., y Reyes, R. A. 2019. Impacto económico de la mortalidad y morbilidad por enfermedades en becerras lecheras. *Revista Abanico Veterinario*. 9: 1-7.
- Rosmini, M., Sequeira, G., Guerrero, I., Martí, L., Dalla, R., Frizzo, L. y Bonazza, J. 2004. Producción de probióticos para animales de abasto: importancia del uso de la microbiota intestinal indígena. *Revista Mexicana de Ingeniería Química*, 3:181-191.
- Salazar, A. J., Garcia, T. G., y Morales. T. G. 2005. Manejo de bovinos productores de leche. *Colegio de postgraduados*. 1: 53.
- Sánchez, L., Omura, M., Lucas, A., Pérez, T., Llanes, M., y Ferreira, C. de L., 2015. Cepas de *Lactobacillus* spp. Con capacidades probióticas aisladas del tracto intestinal de terneros neonatos. *Revista de Salud Animal*. 37(2):94-104.
- Saucedo, J. S., L. Avendaño, D. Álvarez F., B. Rentería T., F. Moreno J. y F. Montaña M. 2005. Comparación de dos sustitutos de leche en la crianza de becerras Holstein en el valle de Mexicali, B. C. *Revista Cubana de Ciencia Agrícola* 39(2):147-152.
- SIAP-SAGARPA-Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera - Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. 2016. Producción agropecuaria y pesquera. Anuario Estadístico de la Producción

Agropecuaria en la Región Lagunera. Coahuila y Durango. <http://www.siap.gob.mx/cierre-de-la-produccion-agricola-por-cultivo>. Consultado el 13 de enero de 2019.

Soca, M., Ojeda, F., Canchila, E. R., y Soca, M. 2011. Efecto del probiótico Sorbial® en el comportamiento productivo y la salud animal de terneros en pastoreo. *Pastos y Forrajes*. 34(4):463-472.

Solórzano, L. C. 2018. El uso de simbióticos en ganado lechero. *Laguna Lechera*. 44(7):46-48.

Svensson, C., A. Linder and O. Olsson S. 2006. Mortality in Swedish dairy calves and replacement heifers. *Journal of Dairy Science* 89:4769-4777.

Tan, A. Y. 2007. Evaluation of the Performance and Intestinal Gut Microflora of Broilers Fed on Corn-Soy Diets Supplemented With *Bacillus subtilis* PB6 (CloSTAT)1. Singapore. DF-1.

Uetake, K. 2013. Newborn calf welfare: A review focusing on mortality rates. *Animal Science Journal* 84(2):101 -105.

USDA. 2010. Dairy 2007: Heifer Calf Health and Management Practices on US Dairy Operations, 2007. USDA, Animal and Plant Health Inspection Service, Veterinary Services, Center for Epidemiology and Animal Health, Fort Collins, CO.

Van Amburgh, M. E. and K. Drackley J. 2005. Current perspectives on the energy and protein requirements of the pre-weaned calf. Chap. 5 in *Calf and heifer rearing: Principles of rearing the modern dairy heifer from calf to calving*. Nottingham Univ. Press. P.C. Garnsworthy, Ed. Pp.67-82.

Zhou, X. and Li Y. 2015. *Atlas of Oral Microbiology: From Health Microflora to Disease*: Academic Press.

Zukiewicz-Sobczak, W., Wroblewski P., Adamczuk P. and Silny W. 2014. Probiotic lactic acid bacteria and their potential in the prevention and treatment of allergic diseases. *Central European Journal Immunology* 39(1):104-108.