

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL

DEPARTAMENTO DE CIENCIAS BÁSICAS



Consumo de concentrado iniciador: efecto en el desarrollo de becerras lecheras lactantes.

Por:

**LAURA VIVIAN VILLANUEVA FRANCO**

TESIS

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

**MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA**

Torreón, Coahuila, México

Abril 2022

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL

DEPARTAMENTO DE CIENCIAS BÁSICAS

Consumo de concentrado iniciador: efecto en el desarrollo de becerras lecheras lactantes.

Por:

**LAURA VIVIAN VILLANUEVA FRANCO**

TESIS

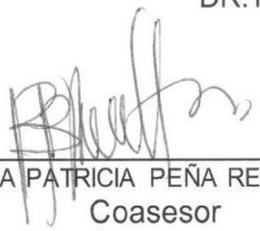
Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

**MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA**

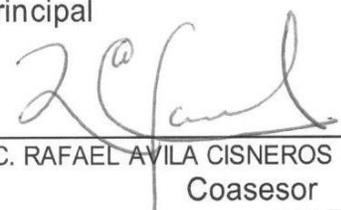
Aprobada por el Comité de Asesoría:



DR. RAMIRO GONZÁLEZ AVALOS  
Asesor Principal



MC. BLANCA PATRICIA PEÑA REVUELTA  
Coasesor



MC. RAFAEL AVILA CISNEROS  
Coasesor



MC. JOSÉ LUIS FRANCISCO SANDOVAL ELÍAS  
Coordinador de la División Regional de Ciencia Animal

Torreón, Coahuila, México

Abril 2022



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL

DEPARTAMENTO DE CIENCIAS BÁSICAS

Consumo de concentrado iniciador: efecto en el desarrollo de becerras lecheras lactantes.

Por:

**LAURA VIVIAN VILLANUEVA FRANCO**

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. OSCAR ÁNGEL GARCÍA  
Presidente

  
\_\_\_\_\_  
DR. RAMIRO GONZÁLEZ ÁVALOS  
Vocal

  
\_\_\_\_\_  
MC. BLANCA PATRICIA PEÑA REVUELTA  
Vocal

  
\_\_\_\_\_  
MC. RAFAEL AVILA CISNEROS  
Vocal Suplente

  
\_\_\_\_\_  
MC. JOSÉ LUIS FRANCISCO SANDOVAL ELÍAS  
Coordinador de la División Regional de Ciencia Animal

Torreón, Coahuila, México  
Abril 2022



## DEDICATORIAS

**A mi madre Eva Franco Victoriano** por siempre darme su apoyo y amor incondicional, por no dejarme cuando más la necesitaba por sus palabras de aliento y enseñarme a no conformarme y hacerme saber que puedo con más, gracias a eso e culminado muchos logros en el transcurso de mi vida incluyendo este, el cual le dedico a ella. Gracias mami.

**A mis hermanas Alondra Villanueva Franco y Ana Maria Villanueva Franco** por su apoyo, amor y cariño, por ser un motivo más para salir adelante.

**A mi abuelo Pablo Franco De La Rosa** por tu cariño y amor, porque cumpliste el papel de abuelo y padre a la vez y los 10 años que estuviste a mi lado me educaste con valores inigualables, porque desde pequeña creíste en mí y me inculcaste la idea de siempre esforzarme para cumplir mis metas de cualquier índole, porque a pesar de tu partida este logro también es tuyo.

## AGRADECIMIENTOS

**A mi madre Eva Franco Victoriano** gracias por apoyarme en cada paso de mi vida y aconsejarme cuando más lo necesitaba, por la educación que me inculcaste y siempre ser mi incondicional.

**A mi padre Benjamín Villanueva Galicia** por el apoyo que me brindaste.

**A mi alma mater** por cobijarme en mi formación profesional, por proporcionarme grandes catedráticos y por todo lo que encontré en ella.

**A mi asesor principal, Dr. Ramiro González Avalos** por todos los conocimientos compartidos en el transcurso de la formación académica y por ser mi guía en este proyecto de investigación.

**A la Mvz. Martha Jessica Escamilla Guerra, al Ing. Martin Leobardo Gorostiola Herrera y al profesor Víctor Javier Guerrero Navarro** por sus conocimientos compartidos en mi educación media superior, por el apoyo y consejos que me brindaron cada uno de ustedes tanto personal como académico, por ser un ejemplo a seguir, porque me dieron su cariño como hija y como estudiante.

**A mis amigos y colegas** Dibely Alejandra Ortiz Cenicerros, Elizabeth Montserrat Galván García, José Antonio Carrasco Carrada, Karen Guadalupe Ramos Gonzáles, Marisol Palomo Estrada, Valeria Michell Flores Ríos, Misael Velázquez Diosdado y Natalia Vaquera Dovaly por su amistad en el transcurso de la carrera, por cada momento compartido, por su apoyo académico y personal.

**A Alejandro Salgado Cristóbal** por apoyarme y acompañarme en semestres de mi carrera, escucharme cuando lo necesitaba y por ayudarme a seguir adelante.

## RESUMEN

Las becerras representan el futuro de los establos dedicados a la crianza de bovinos para la producción de leche. 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 evaluar el consumo de concentrado iniciador en becerras Holstein lactantes suplementadas con *Bacillus subtilis* PB6, y extracto de cítricos. 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. No se observó diferencia estadística significativa entre tratamientos respecto al consumo de concentrado iniciador.

**Palabras clave:** alimento, becerras, inmunidad pasiva, leche, salud.

## Índice general

<b>DEDICATORIAS</b> .....	i
<b>AGRADECIMIENTOS</b> .....	ii
<b>RESUMEN</b> .....	iii
<b>Índice general</b> .....	iv
<b>Índice de cuadros</b> .....	v
<b>Índice de figuras</b> .....	vi
<b>1. INTRODUCCIÓN</b> .....	1
<b>1.1 Objetivo</b> .....	2
<b>1.2 Hipótesis</b> .....	2
<b>2 REVISIÓN DE LITERATURA</b> .....	3
<b>2.1 Desarrollo de los animales</b> .....	3
<b>2.2 Alimentación de un becerro recién nacido</b> .....	5
<b>2.3 Sistemas de alimentación</b> .....	11
<b>2.4 Transición de lactante a rumiante</b> .....	19
<b>2.5 Alimentos iniciadores</b> .....	21
<b>2.6 Efectos de la leche y concentrado en la alimentación de becerras</b> ...	24
<b>2.7 Bacillus subtilis</b> .....	26
<b>2.8 Ácido cítrico</b> .....	28
<b>3 MATERIALES Y MÉTODOS</b> .....	30
<b>4 RESULTADOS Y DISCUSIÓN</b> .....	32
<b>5 CONCLUSIONES</b> .....	35
<b>6 LITERATURA CITADA</b> .....	36

## Índice de cuadros

Cuadro 1	Recomendaciones para las características de crecimiento de becerras holstein	4
Cuadro 2	Porcentaje de Igs en plasma en función del tiempo que tarda en tomar calostro por primera vez	11
Cuadro 3	Composición nutricional de la leche entera	14
Cuadro 4	Composición de sustituto de leche	18
Cuadro 5	Consumo promedio (kg) de concentrado iniciador en becerras alimentadas leche entera suplementada con <i>Bacillus subtilis</i> PB6 y extracto de cítricos.	33

## Índice de figuras

- Figura 1. Consumo promedio de concentrado iniciador de becerras 32  
lecheras alimentadas leche entera suplementada con *Bacillus subtilis* PB6 y extracto de cítricos durante su lactancia.
- Figura 2. Consumo promedio de concentrado iniciador en becerras 32  
lecheras alimentadas leche entera suplementada con *Bacillus subtilis* PB6 y extracto de cítricos los últimos 10 días de lactancia.

## 1. INTRODUCCIÓN

La crianza de becerras para reemplazos es fundamental 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. Resultados de investigaciones han mostrado que la crianza adecuada de los reemplazos 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 las enfermedades, mortalidad, resistencia de las bacterias a los antibióticos, además del uso de tecnología inadecuada en el manejo de los animales (González, 2015).

La crianza de reemplazos es un aspecto fundamental en cualquier sistema de producción lechero, ya que las terneras son las que van a sustituir a un determinado tiempo, a las vacas que poco a poco dejan la explotación (Elizondo y Sánchez, 2012); es decir, la importancia se sustenta en que las crías desarrolladas adecuadamente en el establo, cuando llegan a la clase de vaquillas, serán las que reemplacen a las vacas eliminadas del establo por problemas reproductivos y/o sanitarios o por bajo rendimiento de leche (Almeyda y Parreño, 2011).

La mucosa intestinal es un sistema complejo y dinámico que funciona como una barrera semipermeable que permite la absorción de nutrientes y macromoléculas necesarias para el crecimiento y desarrollo al tiempo que protege al torrente sanguíneo de microorganismos potencialmente invasivos (Newburg y Walker, 2007). Estas funciones básicas se llevan a cabo en un entorno habitado por miles

de millones de microbios comensales de los tres dominios de la vida, bacteria, archaea y Eukarya. Varias bacterias, tales como las especies de los géneros *Lactobacillus*, *Bifidobacterium* o *Faecalibacterium prausnitzii*, han demostrado efectos beneficiosos para la salud de los humanos y los animales y posiblemente pueden utilizarse como biomarcadores de la salud intestinal (Heinritz *et al.*, 2016).

El uso de agentes de exclusión competitiva (CE) y aditivos alimentarios probióticos en la industria ganadera está, por lo tanto, atrayendo una mayor atención como una alternativa rentable para controlar las enfermedades de los animales y mejorar el rendimiento de las aves (Reuter, 2001). Los probióticos son preparaciones seleccionadas de microbios beneficiosos, principalmente especies de lactobacilos, estreptococos y bacilos. Aun y que su forma de acción no son del todo claros, se cree que los probióticos influyen en la flora intestinal por CE y actividad antagónica a las bacterias patógenas para el huésped (Jin *et al.*, 1997).

### **1.1 Objetivo**

Evaluar el consumo del concentrado iniciador en becerras lactantes suplementadas con *Bacillus subtilis* PB6 y extracto de cítricos.

### **1.2 Hipótesis**

Al suplementar *Bacillus subtilis* PB6 y extracto de cítricos se incrementa el consumo de concentrado en becerras lecheras lactantes.

## 2 REVISIÓN DE LITERATURA

### 2.1 Desarrollo de los animales

El éxito de un programa de crianza se puede evaluar monitoreando peso y altura de las becerras y vaquillas y comparando los resultados con los promedios de cría para un grupo de edad específico. Pesar y medir a las novillas les permite ser comparadas con los estándares que pueden indicar un problema en el programa de becerras (Heinrichs y Lammers, 1998).

Las novillas de reemplazo deben tener un tamaño corporal adecuado de 22 a 24 meses de edad para garantizar un rendimiento aceptable en la primera lactación y minimizar la distocia (Hoffman y Funk, 1992).

La tabla de crecimiento nos ayuda a comparar el peso y la altura de las becerras, con respecto a una curva estándar, que nos va a determinar si la alimentación y el manejo ha sido el adecuado o se debe ajustar algún proceso de la crianza. El desarrollo se evalúa con las medidas de crecimiento esquelético como la altura a la cruz y el largo del cuerpo, pues su altura refleja el crecimiento de su cuerpo y el peso el crecimiento de los órganos, músculos y grasa (Aguilar, 2006; Sánchez, 2013).

El peso corporal a cierta edad es el criterio más utilizado para evaluar el crecimiento de las novillas, pero no puede ser el único criterio ya que este no refleja su estado nutricional (Sánchez, 2013).

Cuadro 1. Recomendaciones para las características de crecimiento de becerras holstein (tomado de Hoffman, 1997).

Edad. (meses)	Peso corporal. (kg)	Altura a la cruz. (cm)	Altura a la cadera. (cm)	Largo corporal. (cm)	Condición.
0	42	75.0	80	82	2.0
1	63	81	85	87	2.1
2	84	86	90	93	2.1
3	110	92	98	99	2.2
4	135	98	104	105	2.3
5	161	102	106	110	2.3
6	186	105	110	116	2.4
7	212	108	115	121	2.4
8	237	111	117	126	2.5
9	263	113	120	131	2.6
10	288	116	122	135	2.6
11	314	118	124	139	2.7
12	339	120	125	143	2.8
13	365	122	128	147	2.8
14	390	124	131	150	2.9
15	416	126	133	154	2.9
16	441	128	135	157	3.0
17	467	130	136	159	3.1
18	492	132	139	162	3.1
19	518	133	140	164	3.2
20	543	135	141	166	3.3
21	569	137	144	168	3.3
22	594	138	145	169	3.4
23	620	139	147	171	3.4
24	645	140	149	173	3.5

La cruz es el punto más elevado de la espalda y es localizada en la base del cuello y entre los hombros. Las mediciones se llevan a cabo en el periodo de crianza (Aguilar, 2006).

La producción de vaquillas extremadamente grandes puede no dar como resultado un aumento en los niveles de producción de leche de por vida, y es costosa desde una perspectiva de alimentación debido a los mayores requerimientos calóricos diarios de los animales más grandes. El objetivo de un programa de crianza de

becerras es lograr una tasa de crecimiento relativamente constante (Heinrichs y Lammers, 1998).

El peso al momento del destete necesita estar entre un 12- 15% del peso de una vaca madura. Para la decisión del destete la becerro debe cubrir lo siguiente: la becerro deberá estar sana, tener 8 semanas de edad, pesar aproximadamente 80 kilos, que el consumo de iniciador sea de 1- 1.5 kilogramos por día, agua limpia las 24 horas (Sánchez, 2013).

## **2.2 Alimentación de un becerro recién nacido**

La alimentación es la base para el desarrollo y crecimiento de los terneros, pero se debe tomar en cuenta que estos requerimientos nutricionales tendrán un impacto directo sobre la condición corporal en el futuro (Uitz-Huchin y Jaimes-Jaimes, 2012).

Se considera que la base para alcanzar el éxito de un hato ganadero es un adecuado suministro de calostro a las crías (Novoa, 1983). Por otro lado la respuesta que se tiene en la crianza del becerro, guarda estrecha relación con el tipo y cantidad de alimento lácteo ofrecido (Garzón, 2007).

Así se conocen resultados del uso de diferentes formas de suministro y cantidades de alimento lácteo, en dependencia de la cantidad y calidad del alimento ofrecido, tanto el lácteo, como el concentrado seco complementario (Plaza, 1986).

Los terneros nacen con un sistema inmune incapaz de protegerlos contra enfermedades durante sus primeros días de vida, por lo que dependen de la transferencia pasiva de inmunoglobulinas (Igs) presentes en el calostro materno (Vargas *et al.*, 2014).

La Igs son proteínas que normalmente se encuentran en el torrente sanguíneo y son componentes vitales del sistema inmune (Beltrán, 2011). La placenta sindesmocorial de la vaca previene al feto bovino que reciba las Igs del útero; por lo tanto, los becerros al nacimiento son esencialmente agammaglobulinémicos.

En consecuencia, el becerro nace sin gamma globulinas en la sangre lo que la hace totalmente dependiente de la absorción de Igs del calostro materno después del nacimiento (González, 2015).

En la primera secreción láctea, se encuentra un grupo de proteínas llamadas Igs que pueden ser absorbidas por el ternero durante los primeros días de lactación para la defensa contra organismos infecciosos, además de servir para la estimulación y crecimiento de tejidos; a la mezcla de la leche con este grupo de proteínas que aparece durante los primeros días de lactación se le llama calostro (Quezada *et al.*, 2013).

La transferencia de inmunidad pasiva a través del calostro materno es fundamental para la salud y supervivencia del ternero en las primeras semanas de vida (Beltrán, 2011).

El calostro es una secreción densa, cremosa y amarillenta que es colectada de la ubre después del parto (Arriaga, 2013). Es el líquido que se produce antes de la leche en las glándulas mamarias de las vacas durante las primeras 24 a 48 horas después del parto (Rodríguez, 2009). Es particularmente rica en inmunoglobulinas y péptidos antimicrobianos (lactoferrina y lactoperoxidasa) y otras moléculas bioactivas, incluyendo factores del crecimiento (Playford *et al.*, 2000). Tiene un sabor dulce salado y un olor muy característico (Aguilar, 2006).

La importancia del calostro para ayudar a la supervivencia del ternero ha sido claramente demostrada (Bradley y Niilo, 1985), ya que, aparte de nutrir, contribuye con el crecimiento y el desarrollo de los recién nacidos y con las defensas inmunológicas (Playford *et al.*, 2000; Alexieva *et al.*, 1994).

El calostro es la clave en el establecimiento de la protección inmune inicial para el ternero neonato (Cabral *et al.*, 2013). También es eficiente en la destrucción de virus y es importante en la exposición inicial a los antígenos (Mendonça, 2011), ya que contiene citoquinas, antimicrobianos, proteínas y péptidos, tales como lactoferrina, defensinas, y catelicidinas (Stelwagen *et al.*, 2008).

Las becerras que reciben una adecuada cantidad de calostro, presenta altas concentraciones de inmunoglobulinas circulantes en la sangre, éstas se asocian con un descenso en la morbilidad y mortalidad por ciertas enfermedades infecciosas tales como septicemia, enteritis, diarreas y enfermedades respiratorias (Montoya, 2016).

El calostro juega un papel importante en la defensa y la buena nutrición del becerro recién nacido (Favela *et al.*, 2006).

La composición de sólidos totales de calostro es de 21 a 27%, además el calostro contiene altos niveles de Ig, que juegan un papel importante en el establecimiento pasiva en el recién nacido, y a nivel intestinal. Las inmunoglobulinas (Ig) son las moléculas encargadas de proteger al organismo contra las infecciones y son parte importante del sistema inmune (Felix, 2011).

Existen tres tipos de inmunoglobulinas en el calostro de las vacas lecheras: IgG, IgM e IgA, que normalmente representan alrededor del 85 al 90, 5 al 7%, respectivamente del total de Ig en el calostro (Montoya, 2016).

A pesar de que las otras clases de Ig tienen importantes roles fisiológicos, la predominante cantidad de IgG total o IgG en el suero sanguíneo es un indicativo adecuado de la transferencia de inmunidad pasiva y se ha demostrado que la concentración de IgG en sangre de terneras está claramente asociada con la sobrevivencia y salud de las mismas (Elizondo-Salazar, 2007).

Además de contener Ig para la inmunidad pasiva, el calostro también contiene grandes cantidades de nutrientes y factores biológicamente activos que estimulan la maduración y función del tracto gastrointestinal neonatal (TGI) (Hammon *et al.*, 2013).

La cantidad de grasa que contiene el calostro es de 6.7% (Foley y Otterby, 1978). Ciertas vitaminas y minerales, incluyendo calcio, magnesio, zinc, vitamina A, vitamina E, complejo B, ácido fólico, selenio y colina son encontrados en grandes cantidades en el calostro (Foley y Otterby, 1978; Przbylska *et al.*, 2007). Componentes con actividad antimicrobiana como lactoferrina, lactoperoxidasa y lisozima también se encuentran presentes en el calostro (Pakkanen y Aalto, 1997; Elfstrand *et al.*, 2002).

La calidad del calostro se refiere a su concentración de inmunoglobulinas (Igs). A medida que aumenta la calidad, mejora la transferencia pasiva de la inmunidad, mediada por la concentración de Ig en el suero de la ternera (Fecteau *et al.*, 2002).

Existe evidencia de que el calostro de novillas de primer parto puede tener reducida la concentración de IgG en comparación con el calostro de las vacas más viejas (Kehoe *et al.*, 2011).

Uno de los métodos para determinar esta concentración es el calostrómetro. El calostrómetro es un instrumento de vidrio frágil, diseñado para medir la gravedad específica del calostro de la vaca de acuerdo a la densidad o gravedad específica, es un lactodensímetro que mide la correlación que existe entre la gravedad específica del calostro y el contenido total de Igs (mg/mL), la proteína total y los sólidos totales en el mismo.

A mayor densidad del calostro, mayor concentración de anticuerpos. El calostro se clasifica en tres categorías:

Superior, color verde, con gravedad específica de 1,047 a 1,075 y concentración de anticuerpos de 50 a 123 mg/mL de calostro (50-123 g/L). Este tipo de calostro constituye la mejor opción para alimentar al becerro al nacimiento.

Moderado, color amarillo con gravedad específica de 1,035 a 1,047 y con una concentración de Igs de 20 a 50 mg/mL de calostro (20 a 50 g/L). Este tipo de calostro difícilmente llenará los requerimientos mínimos de anticuerpos del neonato.

Bajo, color rojo con gravedad específica menor a 1,035 y con una concentración de Igs menor a 20 mg/mL de calostro. Este tipo de calostro deberá darse fresco a los becerros de dos a cuatro días de edad (Medina, 1994).

El uso del calostrómetro, aunque no provee una medida exacta de la cantidad de Igs presente en el calostro, permite estimar su calidad antes de ser suministrado a

las terneras y evitar así un fracaso en la transferencia de la inmunidad pasiva por el uso de un calostro de baja calidad. Un aspecto importante es que la lectura del calostrómetro depende altamente de la temperatura del calostro, por lo tanto, la lectura debe hacerse cuando éste se encuentre a temperatura ambiente (20-25°C) (Elizondo y Heinrichs, 2008).

La ingestión de un nivel adecuado de calostro Inmunoglobulinas G (IgG) es esencial para mejorar la salud y la supervivencia de terneros neonatos (Palombi y Paolucci, 2013). Las crías nacen hipoglobulinémicas o agammaglobulinémicas; por lo tanto, la absorción de cantidades adecuadas de Igs del calostro antes del cese del transporte macromolecular por el intestino es esencial para que los terneros adquieran inmunidad pasiva (Hopkins y Quigley, 1997).

Se recomienda la ingestión de 4 litros de calostro dentro de 4 a 6 h después de nacido. Una posible razón es la falla en la transferencia pasiva (FTP) por es una baja ingesta de calostro debido a la falta de voluntad de los terneros a consumir la cantidad recomendada (Vasseur *et al.*, 2009). La inmunidad se proporciona a los terneros recién nacidos por la inmunidad pasiva derivada del calostro, y esta es ingerida y absorbida durante las primeras 24 horas de vida (Elizondo y Heinrichs, 2008).

Se ha sugerido que la FTP en ganado vacuno lechero podría ser minimizada por la alimentación de terneros artificialmente en volúmenes grandes, 3 a 4 L de calostro fresco o refrigerado dentro de los primeros 24 horas de vida (Hopkins y Quigley, 1997). Las recomendaciones actuales para la alimentación de calostro a las becerras de reemplazo sugieren la utilización de un biberón o sonda esofágica

(Fecteau *et al.*, 2002). Los anticuerpos se transfieren pasivamente al becerro a través de las Igs del calostro en el primer día de vida (Oyeniya y Hunter, 1978).

El intestino delgado de la ternera recién nacida posee la capacidad de absorber Igs, solamente durante las primeras 24 horas de vida. Transcurrido este tiempo, se da lo que se conoce como el cierre intestinal (Elizondo, 2007).

Cuadro 2: Porcentaje de Igs en plasma en función del tiempo que tarda en tomar calostro por primera vez (Relling y Mattioli, 2003).

Horas de nacido	Igs en plasma (%)
6	70
12	50
24	10
36	7
48	5

Cuando las Igs no son absorbidas a tiempo puede existir una falla en la transferencia de Igs, esto refiere a una deficiencia en el paso de Igs de la madre al becerro, aumentando el riesgo de que el neonato padezca neumonías y diarreas entre otros padecimientos que pueden provocarle la muerte (Beltrán, 2011).

### **2.3 Sistemas de alimentación**

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 becerrea alcanza su edad adulta (Soberon *et al.*, 2012).

En sistemas intensivos las crías son separadas de la vaca durante los primeros minutos de vida y alimentadas con cantidades restringidas de leche hasta su destete. Un manejo común es ofrecer leche a las becerreas dos veces al día, ofreciendo aproximadamente 10% de su peso vivo (Jasper y Weary, 2002).

Conforme pasa el tiempo la frecuencia de consumo disminuye a 4 veces en el mes 1 y una vez al día a los 6 meses de edad (Das *et al.*, 2000).

La becerrea puede consumir satisfactoriamente aproximadamente 20% de peso vivo (10-12 l/d) y un mejor consumo de leche nos lleva a un aumento de la ganancia de peso, mejorando la eficacia alimenticia, reduciendo el riesgo de enfermedades (Khan *et al.*, 2011).

Las becerreas nacen con un rumen física y metabólicamente subdesarrollado e inicialmente necesitan de la leche para obtener la demanda de nutrientes que ellos necesitan para su mantenimiento y crecimiento (Khan *et al.*, 2016).

Los becerros requieren de una alimentación especial por un determinado periodo, debido a que su rumen no está desarrollado y a que además la secreción de algunas enzimas pancreáticas es limitada. Considerando la habilidad que tiene el becerro para digerir alimento y absorción de nutrientes, la leche es un alimento ideal (Medina, 1994).

Los alimentos líquidos utilizados incluyen leche entera vendible, leche no vendible (no pasteurizada o pasteurizada) y sustituto de leche. Todos pueden proporcionar

resultados excelentes y la decisión de usar uno u otro se debe en gran parte a la economía y la conveniencia (Drackley, 2008). Así mismo, se inicia la administración de alimentos sólidos para favorecer el desarrollo del rumen; por lo tanto, una correcta manipulación de las dietas líquidas y sólidas determinará la eficiencia de la alimentación, el desarrollo de un rumen funcional y la obtención de ritmos de crecimiento aceptables (Soberon *et al.*, 2012).

La dieta láctea es fundamental en la nutrición del ternero especialmente en el primer mes de vida (Cárdenas *et al.*, 2015), ya que es una compleja mezcla de distintas sustancias: agua, grasas, proteína, lactosa, vitaminas, minerales (Agudelo y Bedoya, 2005).

La leche entera produce un crecimiento rápido en las terneras y se comporta como un concentrado que produce ganancias altas y buen comportamiento (Plaza e Ibamea, 2008).

La leche es un líquido que normalmente segregan los mamíferos hembras a través de sus glándulas mamarias y que constituye el primer y único alimento de la cría recién nacida (Reyes, 2006).

La leche es un líquido de color blanco hasta ligeramente amarillento, es un poco más densa que el agua, esto se determina visualmente o con ayuda del tacto. La leche fresca acusa un ligero aroma específicamente lechoso, que resulta muy propensa a absorber diferentes olores del medio ambiente (estiércol, medicamentos, etc.). Su sabor es ligero, dulce, agradable y típico de este alimento (Garzón, 2007).

La leche es un alimento rico en nutrientes y es muy bien aprovechada por la becerras en sus primeros días de vida; por su riqueza en principios nutritivos altamente asimilables, la leche entera se considera el alimento ideal ya que contiene proteínas de elevado valor biológico, un carbohidrato perfectamente utilizable (glucosa), calcio y fósforo, generalmente bien provista de vitamina D y A, que además posee un gran valor energético debido a la grasa y a la lactosa (Garzón, 2008).

La composición lipídica y la composición de ácidos grasos en la leche presentan diferencias entre especies. La grasa láctea está presente como glóbulos microscópicos en una emulsión de lípidos y agua que en razas Holstein oscila entre los 3.5 y 4.7% (García *et al.*, 2014). La grasa láctea está compuesta aproximadamente por el 70% de ácidos grasos saturados, 26% de ácidos grasos monoinsaturados y 4% de ácidos grasos poliinsaturados (García *et al.*, 2014).

Cuadro 3. Composición nutricional de la leche entera (Hortigüela, 2017).

Componentes	Cantidad
Agua (%)	87,5
Proteínas (%)	3,22
Lactosa (%)	4.9
Grasa (%)	3,25
Minerales (%)	0,69
Energía, Kcal/100 g	60
Colesterol, mg/100 g	10
Ácidos grasos,% del total	-
Total de saturados	64,9
Total de monoinsaturados	28,3

Total poliinsaturados

6,8

---

Se prefiere sobre los sustitutos de la leche ya que es la fuente más natural y completa de nutrientes, por lo que es menos probable que ocasione diarreas administrándola adecuadamente (Gasque, 2008).

La leche de vaca es considerada como el mejor alimento para sostener la lactancia de becerros durante 30, 45 o hasta 60 días. La leche entera de vaca es el alimento natural por excelencia y que tiene el balance de nutrientes necesario y la mayor digestibilidad (90% o más), lográndose con este alimento un óptimo crecimiento de las becerras y una reducción en la incidencia de enfermedades (Davila, 1997).

Según las circunstancias se suministra 1 o 2 tomas diarias, que en conjunto debe representar el 10% del peso corporal (Renner, 1989).

La temperatura de la leche debe mantenerse constante para la alimentación de los terneros a 37°C, la cual será proporcionada dos veces al día, teniendo cuidado de mantener horarios regulares. Deberá enseñarse al ternero a consumir tan pronto como sea posible (Salazar, 2010).

Se afirma que a la becerro se le debe dar leche que posea un alto valor nutricional para permitir un crecimiento satisfactorio a menos costo (Moreno, 2012).

Muchos productores utilizan con éxito un conjunto de toda la leche no vendible (calostro, leche de transición, leche retenida después del tratamiento con medicamentos) para alimentar a las becerras. La leche no vendible o "basura" a menudo se considera como alimento gratuito, pero esto ignora los costos de oportunidad de producirlo y resalta la necesidad de un control efectivo de la mastitis

en la lechería. Son altos los riesgos de ingestión de organismos potencialmente patógenos en la leche de desecho no pasteurizada (Selim y Cullor, 1997).

El uso de leche residual no pasteurizada para becerras debe ser fuertemente desaconsejado por la industria y la comunidad veterinaria (Jamaluddin *et al.*, 1996).

La leche pasteurizada aumenta las tasas de crecimiento de las becerras a comparación con la leche no pasteurizada (Godden *et al.*, 2005).

La pasteurización adecuada es efectiva para inactivar las bacterias causantes de la enfermedad de Johne (Stabel, 2001) y la mastitis por micoplasma (Butler *et al.*, 2000).

Históricamente, los criaderos de becerros han aceptado los riesgos de infecciones asociadas con la alimentación de leche cruda no vendible o han optado evitar estos riesgos mediante la alimentación con sustituto de leche. Sin embargo, la reciente introducción de sistemas comerciales de pasteurización en finca ofrece a los productores una solución que permite la alimentación de las terneras con leche no vendible o de descarte al tiempo que reduce el riesgo de transmisión de enfermedades. La pasteurización es simplemente un proceso de calentamiento de la leche a una temperatura dada por un periodo de tiempo determinado, lo que resulta en una reducción en la concentración de bacterias viables (Montoya, 2016).

La leche pasteurizada puede ser una fuente de alta calidad de nutrientes para las becerras, y es a menudo considerada como un apoyo superior a la salud y el rendimiento de la becerro en comparación con los programas convencionales de sustitutos de leche. Esta visión es correcta cuando se considera en el contexto de

la concentración de nutrientes, la leche pasteurizada contiene a menudo mucho mayor concentraciones de proteínas y grasas y probablemente se traducirá en un mayor consumo de proteína cruda en comparación con un programa de sustituto de leche convencional (Baca, 2011).

También conocidos como lacto-reemplazadores son productos que simulan a la leche natural y puede sustituir a la leche materna con resultados satisfactorios. El valor nutricional de las diferentes marcas de sustitutos de leche, debe ser una buena alternativa para la alimentación del ternero (Ghorbani *et al.*, 2012).

Diversos estudios resaltan que las razones para su utilización son necesarias y económicas. En sistemas intensivos de producción lechera en donde la cría de terneros se realiza sin contacto con la madre, es necesario implementar un sistema artificial de alimentación, debido a razones principalmente económicas, estas impulsan a los productores a sustituir la leche de la dieta líquida por lacto reemplazantes, también denominados sustitutos lácteos (Ramos, 2018).

Además de tener menor costo, presentan algunas ventajas con respecto a la leche entera, como la facilidad de almacenaje y manipulación. Además, se pueden evitar los riesgos que conlleva la utilización de leche de descarte para alimentar a los terneros. Aunque también pueden traer aparejadas algunas desventajas como la necesidad de tener que prepararlos diariamente en igualdad de condiciones de concentración y temperatura (Juliano *et al.*, 2016).

El sustituto de leche es una mezcla de ingredientes de tipo animal, vegetal y mineral cuyo objetivo es promover un incremento de al menos 10 k en el peso corporal a las 4 semanas de edad. El sustituto de leche constituye la única fuente alimenticia para

el neonato durante el periodo comprendido entre el fin de la administración del calostro fresco y el inicio del consumo de un concentrado iniciador. Otros sustitutos de leche son las levaduras de cerveza, subproductos de destilerías, subproductos de carnes rojas, avena, harina de trigo. Un sustituto debe estar adicionado con las vitaminas liposolubles A, D y E. los minerales de mayor concentración como calcio, fósforo, magnesio, hierro, cobre y zinc (Medina, 1994).

Para que un sustituto de leche sea considerado de buena calidad debe satisfacer las necesidades nutricionales que la becerro necesita, ya sea aportando proteínas, energía, vitaminas y minerales (González *et al.*, 2017). La composición de los sustitutos de leche debe ser lo más cercano a la leche entera, por lo que deben de estar constituidos por leche en polvo, leche descremada, suero de leche y caseína (Saucedo *et al.*, 2005).

Cuadro 4. Composición de sustituto de leche (Florentino, 2015).

Elementos nutricionales	Sustituto lácteo
Proteína	Mínimo 22%
Grasa	Mínimo 20%
Fibra	Mínimo 0.15%
Humedad	Máximo 6.0%
Lactosa	Mínimo 33%
Vitamina A	Mínimo 44,000 U. l/kg
Vitamina D3	Mínimo 11,000 U. l/kg
Vitamina E	Mínimo 44,000 U. l/kg

Aguilar (2006), menciona que los sustitutos deben tener un mínimo de 20 a 24 % de proteína y un 10 % de grasa (en base seca) y se suministran mezclados con agua tibia aproximadamente a 38°C. Cuando la temperatura del sustituto de leche varia, podemos ocasionar problemas de diarrea (Cueva, 2003).

Es recomendable que los sustitutos de leche contengan oxitetraciclinas y clortetraciclinas y/o la combinación de oxitetracilcinas con neomicina; además de un coccidiostato (Sánchez, 2013).

#### **2.4 Transición de lactante a rumiante**

En la ternera, el cambio del estado prerrumiante a rumiante es uno de los más importantes en su adaptación digestiva, que incluye la transición de la alimentación líquida a sólida. En esta etapa se desarrollan los preestomagos y los cambios anatómicos, fisiológicos y metabólicos en su sistema digestivo (Plaza *et al.*, 2009).

Los terneros comienzan a rumiar a las 2 o 3 semanas de edad, pasando de lactante a rumiante de acuerdo a la influencia de estímulos que recibe de la dieta. Cuanto mayor sea el período en que el animal recibe un aporte copioso de leche menos urgencia sentirá de suplantar su dieta con otros piensos (Garzón, 2007; Pared, 2017).

Un plano más alto de la nutrición facilitara tasas de crecimiento fisiológicamente apropiadas, una mejor función inmune y una menor incidencia de enfermedad y la mortalidad (Pared, 2017).

El tracto gastrointestinal y específicamente el rumen, debe sufrir una serie de cambios anatómicos y fisiológicos que son estimulados o acelerados por el tipo de dieta (Castro-Flores y Elizondo-Salazar, 2012).

Factores tales como, calidad, cantidad y forma física de la dieta, determinan el desarrollo y la diferenciación de los compartimentos del aparato digestivo. Promover el consumo precoz de alimento sólido es prioritario para estimular al desarrollo del retículo- rumen (Pared, 2017).

El alimento seco produce un mayor estímulo, especialmente aquel con un alto potencial de fermentación que conlleva al desarrollo más rápido de los tejidos de los pre-estómagos (Elizondo, 2006). Además de inducir una mejor ingestión de alimento al momento del destete (Flores *et al.*, 2006).

La transición de lactante a rumiante implica para el becerro una serie de pasos adaptativos. Esto incluye cambios en la morfología y funcionalidad del aparato digestivo, el desarrollo de la flora microbiana normal y también cambios metabólicos (Relling y Mattioli, 2003).

Oliveira *et al.* (2007) expresan que el desarrollo óptimo de los distintos preestómagos o reservorios del ternero se cumplen en tres periodos, entre los cuales se destacan:

El periodo pré-rumiante que va del nacimiento a la 3ra semana de vida, el ternero sólo posee capacidad de digerir leche y depende de la absorción intestinal de glucosa para mantener un valor de glucemia que es semejante al de un no rumiante.

El periodo de transición que va de la 3ª a la 8ª semana de vida, en la cual el animal comienza a ingerir pequeñas cantidades de alimento sólido, por lo que estimula gradualmente el desarrollo de los divertículos estomacales.

El periodo de rumiante que es a partir de la 8ª semanas de vida, en la cual los divertículos estomacales están bien desarrollados representando el 80% del estómago lo que permite una digestión fermentativa propia del rumiante adulto.

Factores tales como calidad, cantidad y forma física de la dieta, determinan el desarrollo y diferenciación de los compartimentos del aparato digestivo. El acceso de alimento sólido desde temprana edad estimula el desarrollo retículo-rumen; además la cantidad, calidad y suministro de la dieta líquida regulan el consumo del alimento sólido y los cambios funcionales de los compartimentos del estómago, considerando que el suministro de dietas líquidas en cantidades restringidas favorecerá el temprano consumo del alimento sólido (Ghezzi *et al.*, 2000).

## **2.5 Alimentos iniciadores**

Una aspecto importante de manejo con el alimento balanceado, es que debe ofrecerse a los animales en pequeñas cantidades al inicio, para luego ir incrementando la cantidad paulatinamente (Elizondo, 2008).

El iniciador se proporciona del día 4 al 60, empezando con 150 g de concentrado que contenga 18-20% de proteína cruda (PC); si la becerro consume el total de la ración se procede a alimentar diariamente ad libitum hasta alcanzar un consumo mínimo de 1.0 kg diario hasta el destete (Ramírez y Topete, 2010).

La alimentación es especial debido a que el rumen no se encuentra desarrollado en todos sus sistemas (anatómicos, fisiológicos y metabólicos) que tienen como consecuencia la transición monogástrico a poligástrica y estos cambios son inducidos por la adición de alimentos seco, como el concentrado y este debe ser palatable y (Rodríguez, 2002).

El alimento iniciador debe ser relativamente alto en carbohidratos fácilmente fermentables para apoyar la fermentación necesaria para un adecuado tejido ruminal, los alimentos concentrados se proporcionan a los terneros para obtener el máximo consumo de materia seca, ganancia diaria de peso y producción adecuada de ácidos grasos volátiles rápidos (Weaver *et al.*, 2000).

El consumo de concentrado proporciona energía para el crecimiento y promueve el desarrollo de las papilas del rumen. El tamaño de la partícula de la ración afecta al medio ambiente del rumen, con dietas finamente molidas dando como resultado a la disminución del pH del rumen y la disminución de la digestibilidad de nutrientes (Miller *et al.*, 2013).

Los granos de cereales, tales como maíz, arroz, trigo, cebada, avena, y sorgo, son las principales fuentes de almidón en la dieta que los rumiantes usan comúnmente en todo el mundo, especialmente en alimento iniciador. Estas fuentes difieren en su contenido de almidón, con el trigo, 77% de almidón, siendo el más alto entre los granos, seguido por el maíz, el sorgo y el arroz (Pezhveh *et al.*, 2014).

Los iniciadores deben proveer una nutrición balanceada para las becerras:

1. Un 18 % de proteína cruda

2. 2.7 Mcal de Energía Neta/Kg

3. Adecuados niveles de vitaminas y minerales

4. Elevadas concentraciones de vitamina E (estimular el sistema Inmunológico)

5. Alta palatabilidad (Cueva, 2003).

Los requerimientos de proteína varían en función de la edad, peso vivo, cantidad de energía de la dieta e inclusión de heno en la dieta, entre otros factores (Brisson *et al.*, 1957).

El NRC (1988) recomienda un mínimo de 22% de proteína cruda (base MS), para terneros de razas lecheras alimentados sólo con dieta líquida, durante los 2 primeros meses de vida. Entre los 3 y 6 meses su requerimiento disminuye a 16%, hasta llegar a un 12% entre los 6 y 12 meses de edad. Algunos autores plantean que los mejores resultados se obtienen con dietas entre un 23 y 25% de proteína.

El NRC (2001) recomienda para terneros recién nacidos, alimentados sólo con dieta láctea, una concentración de 3,78 Mcal de EM/kg de MS. El requerimiento disminuye a 2,6 Mcal de EM/kg de MS en terneros de 3 a 6 meses de edad y a 2,47 Mcal de EM/kg de MS entre los 6 y 12 meses de edad. En relación a la energía, es importante agregar que la eficiencia de utilización de la energía es mayor en los terneros alimentados con leche o sustitutos que en los bovinos adultos, debido a que no se producen pérdidas de metano ni calor de fermentación y los constituyentes pueden ser metabolizados directamente (Orskov y Ryle, 1990).

Generalmente los terneros alimentados con leche entera no presentan deficiencias de vitaminas, ya que ésta posee las cantidades necesarias para suplir los

requerimientos de los animales. Si los terneros son alimentados con sustitutos lácteos que contienen materias primas distintas a la leche es necesario incorporar vitaminas. Dependiendo del tipo de materia prima utilizada, será el nivel de incorporación de vitaminas (Medel y García, 1995).

Según el NRC (2001) los minerales esenciales para terneros son calcio, fósforo, sodio, cloro, potasio, magnesio, fierro, azufre, yodo, manganeso, cobre, selenio, cobalto y zinc. Se ha observado que altos niveles de Ca, P y Fe producen un efecto estimulante del crecimiento. Por otro lado, altos niveles de Cu, Zn y Mg pueden causar efectos negativos.

## **2.6 Efectos de la leche y concentrado en la alimentación de becerras**

La leche entera combinada con un buen iniciador es una combinación excelente para becerras (Blanco, 2012). Los iniciadores de alta calidad son muy importantes, pero no todos los iniciadores son buenos (Sánchez, 2013).

Es recomendable proporcionar el concentrado después que la becerro termine ya sea la leche entera o sustituto de leche en la cantidad que la becerro consume en un día (Cueva, 2003). Las becerras al consumir menos cantidad de leche o sustituto de leche, se deberá restringir el 8% de su peso corporal por día, y así se animaran a ingerir cantidades superiores de concentrado antes de llegar al destete, de lo contrario al no consumir concentrado, su sistema digestivo no tendrá la capacidad de realizar la digestión adecuada y será necesario retrasar el destete (Cueva, 2003; Aguilar, 2006; Borderas *et al.*, 2009; Overvest *et al.*, 2016).

Esto será debido a que las becerras al nacer son consideradas no rumiantes y los preestómagos (Rumen, Retículo y Omaso) no realizan su función, al alimentar con alimento seco se realizará el desarrollo de los preestómagos y esto no sucederá si la becerro se alimenta solo con leche (Cueva,2003). Kiezebrink *et al.* (2015), mencionan que las terneras consumen mayor cantidad de concentrado iniciador al alimentarlas con 4 L de leche.

Y el consumo de alimento iniciador es mayor cuando está procesado ya sea en Peletizado o granos rolados (Cueva, 2003). Una manera fácil para saber cuánto alimento consumió la becerro es pesando el alimento que se le ofrece y después pesar el alimento que sobro (Sánchez, 2013).

El agua es el elemento esencial para el bienestar y la productividad en los animales y es el principal estimulante del consumo de alimento solido e influye en proporcionar la humedad requerida por el rumen para el establecimiento y desarrollo de la flora microbiana (Almeyda, 2013).

Las becerras que llevan un programa de reducción de leche consumen más iniciador y las ganancias de peso son mejores. El programa de reducción previene aquellos problemas del bajo consumo de iniciador asociado con programas ad libitum de leche. Además provoca una respuesta endocrina y el desarrollo intestinal (Khan *et al.*, 2007).

Cuando las becerras son destetadas de un programa de alimentación en grandes cantidades de leche, la ganancia de peso tiende a reducirse debido a una disminución en consumo iniciador. Es por ello, que se sugiere un destete gradual para que exista un progreso (Sweeney *et al.*, 2010).

Se sugiere un programa entre los 14-21 días de destete gradual en el que el animal es alimentado aproximadamente con 1 kg de leche teniendo un aumento en la ganancia de peso y ayuda también a que no exista una reducción en el consumo de alimento sólido (Hill *et al.*, 2012). El destete gradual de aproximadamente 10 días resulta en las mejores ganancias de peso (Sweeney *et al.*, 2010).

La clave para un destete exitoso es que la becerro consuma alimento sólido desde una edad temprana (Cueva, 2003).

El peso al momento del destete necesita estar entre un 12- 15% del peso de una vaca madura (Sánchez, 2013). Para la decisión del destete la becerro debe cubrir lo siguiente: la becerro deberá estar sana, tener 8 semanas de edad, pesar aproximadamente 80 kilos, que el consumo de iniciador sea de 1- 1.5 kilogramos por día, agua limpia las 24 horas (Sánchez, 2013). Las vaquillas deben recibir su primer servicio a los 14 meses, con un peso mínimo de 340 kg, una alzada de 121 centímetros, por lo que es necesario que el crecimiento sea constante desde el nacimiento hasta su inseminación (González *et al.*, 2017).

## **2.7 Bacillus subtilis.**

Dentro del género *Bacillus*, destacan *B. cereus*, *B. licheniformis*, *B. subtilis* y *B. natto* (Grethel y Bocourt, 2008).

*Bacillus subtilis* es una bacteria gram positiva perteneciente a Filo Firmicutes, Familia: Bacillaceae, capaz de producir esporas (Tarsicio *et al.*, 2017).

En 1941 los árabes usaban *B. subtilis* para controlar diarreas consumiéndolo a través del excremento fresco de los camellos. Los alemanes verificaron que la ingestión de *B. subtilis* mejora los cuadros entéricos (Guevara, 2011).

Kuipers et al. (2000), demostraron que los *b. subtilis* n causan toxicidad en los animales vertebrados, además de contar con una acción bactericida y fúngica bien estudiada al producir entre otros el antibiótico bacitracina del grupo de los polipeptídicos. Además, demostraron que el *B. subtilis* se ha encontrado en ambientes diversos como el suelo y el sistema digestivo de los rumiantes.

Durante el uso de *Bacillus subtilis* como probiótico, se ha encontrado que mejora la función inmune de los animales y mejora la resistencia a la enfermedad. El empleo de probióticos a base de *Bacillus* spp y sus endosporas, está encaminado a mejorar el balance microbiano intestinal, inhibir el crecimiento de bacterias dañinas, producir enzimas hidrolíticas (proteasas, amilasas y glicosidasas) para mejorar la utilización de los alimentos, desdoblando las moléculas más complejas y transformándolas en moléculas simples, ayudando a incrementar los contenidos de bacterias ácido lácticas en el tracto intestinal, favoreciendo así la acidez del intestino (Bautista, 2014).

*Bacillus subtilis* sintetiza una amplia gama de metabolitos entre ellas natocinasas, que son un tipo de proteasa de serina con acción fibrinolítica, aminocoumacina A; que es un antibiótico con actividad contra *Staphylococcus aureus*, *Enterococcus faecium*, *Shigella flexneri*, *Campylobacter jejuni* y *Helicobacter pylori* e isocoumarina que es una proteasa (Hong et al., 2005; Cutting, 2011).

Se ha demostrado que *Bacillus subtilis* y sus esporas pueden ser agentes competitivos excluyentes ya que son capaces de modular la microbiota intestinal y favorecer a la respuesta inmune actuando como profiláctico frente a otras bacterias patógenas produciendo un balance con la microbiota intestinal al ser suplementados en la alimentación de aves y cerdos a nivel mundial (Tarsicio *et al.*, 2017).

## **2.8 Ácido cítrico**

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). 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).

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. 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).

### 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 sobre el consumo de alimento se seleccionaron tres 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 serán: 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. En todos los grupos se les suministro la primera toma de calostro dentro de la primera hora de nacida la cría y la segunda seis horas posteriores a la primera toma.

El concentrado iniciador se administró diariamente por la mañana y de ser necesario se servirá por la tarde. La variable a evaluar fue consumo de concentrado. Para

determinar el consumo de concentrado se utilizó 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 becerras 50 días.

El análisis estadístico se realizó mediante un análisis de varianza y la comparación de medias se realizó mediante la prueba de Tukey. Se empleo 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

Respecto a los resultados obtenidos para consumo de alimento (Figuras 1y 2) no se observó diferencia estadística significativa entre tratamientos.

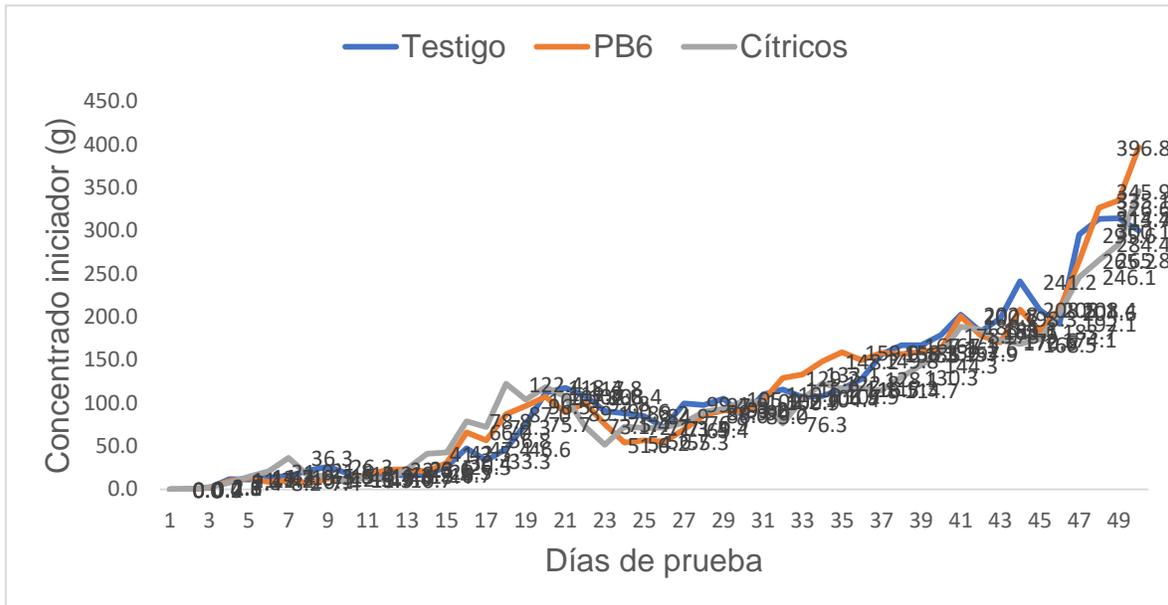


Figura 1. Consumo promedio de concentrado iniciador de becerras lecheras alimentadas leche entera suplementada con *Bacillus subtilis* PB6 y extracto de cítricos durante su lactancia.

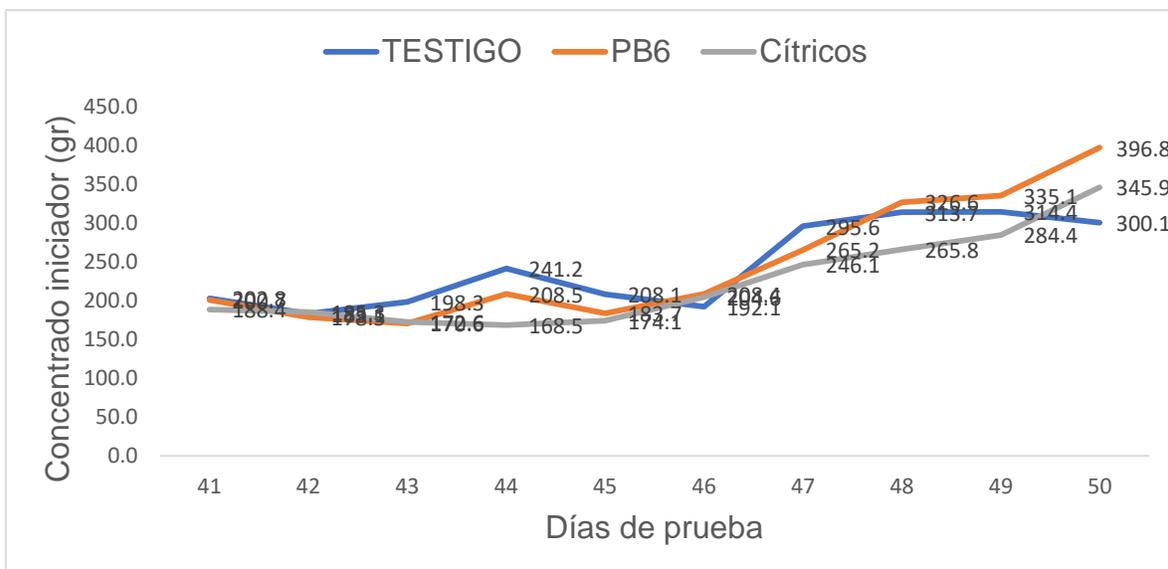


Figura 2. Consumo promedio de concentrado iniciador en becerras lecheras alimentadas leche entera suplementada con *Bacillus subtilis* PB6 y extracto de cítricos los últimos 10 días de lactancia.

Montoya (2016) reportó que al disminuir la cantidad de días en leche el consumo del concentrado iniciador se incrementó, su experimento fueron 2 tratamientos, T1 que consistió en ofrecer a 20 becerras una dieta líquida en dos tomas (3 L am y 3 L pm) hasta el día 50 de vida, donde observó 1,097 g de consumo de concentrado y el T2 con la misma cantidad de becerras y el mismo suministro de leche, pero hasta los 57 días de vida, con un consumo de 675 g. Estos consumos son superiores a los observados en el presente estudio. Resultados similares reportan González et al. (2014) en un estudio donde las becerras fueron alimentadas con 6 L de leche al día por un período de 50 días, reporta consumos de 1,200 g/d durante los tres últimos días.

En relación al consumo promedio por becerro y por lactancia (Cuadro 1) no se observó diferencia estadística significativa.

Cuadro 5 Consumo promedio (kg) de concentrado iniciador en becerras alimentadas leche entera suplementada con *Bacillus subtilis* PB6 y extracto de cítricos.

Tratamientos	Promedio de consumo total/lactancia	Promedio de consumo por becerro/lactancia
Testigo	5.278 <sup>a</sup>	0.105 <sup>a</sup>
<i>Bacillus subtilis</i> PB6	5.300 <sup>a</sup>	0.106 <sup>a</sup>
Extracto de cítricos	4.982 <sup>a</sup>	0.099 <sup>a</sup>

Favela (2015), en su estudio observó consumos promedio durante los tres últimos días de 0.691 hasta 0.958 kg en animales alimentados con sustituto de leche (SL) en un período de 45 días de lactancia, estos resultados son superiores a los

reportados en el presente estudio. De la Cruz (2015) reporta en su estudio experimental un promedio de 0.616 g, 0.497 g y 0.581 g de ganancia de peso diario en becerras destetadas a los 57 días.

Florentino (2015) reporto un mayor consumo de concentrado iniciador en becerras que consumen menos T1= 6 L, T2=5 L durante 50 días de la etapa pre-destete, consumo promedio de .458 y .695 g durante los últimos 5 días de crianza. Este escenario permite analizar que animales que consumen mayores cantidades de dieta líquida demuestran satisfecha su necesidad de alimentación, por lo que no experimentan la necesidad de consumir alimento balanceado en mayor proporción.

El implementar programas para la alimentación de becerras es una de las vías para alcanzar mayor eficiencia en la producción lechera. La alimentación en la vida temprana de la becerro puede trastornar 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).

## **5 CONCLUSIONES**

En el presente experimento y con los resultados observados permite concluir que el suministrar aditivos a la leche entera de las becerras lecheras Holstein no incrementa el consumo de concentrado iniciador. Por lo que, es importante seguir evaluando el impacto que tienen los aditivos utilizados en los animales que consumen leche respecto al desarrollo, salud, y transferencia de inmunidad.

## 6 LITERATURA CITADA

- Agudelo, G. D. A., y Bedoya, M. O. 2005. Composición nutricional de la leche de ganado vacuno. Rev. Lasallista de Investigación. 2(1):38-42.
- Aguilar, M. H. 2006. Crianza de becerros para reemplazos en ganado bovino lechero de la raza Holstein. Tesis. Universidad michoacana San Nicolás de Hidalgo.
- Alexieva, B., T. Markova, y E. Nikolova. 1994. Bovine colostrum - the promising nutraceutical. Czech Journal. Food Science. 22: 73-79. 3.
- Almeyda, M, J. 2013. Manual de manejo y alimentación de vacunos- Parte I: Recría de animales de reemplazo en sistemas intensivos. <https://www.engormix.com/ganaderia-leche/articulos/manual-manejo-alimentacion-vacunos-t29965.htm>
- Almeyda, M.J., y Parreño, R.J. 2011. Guía técnica, curso-taller Manejo Integrado de Ganado. Jornada de Capacitación. UNALM-AGORBANCO. Perú. 1-46.
- Arriaga, J. J. 2013. Crianza de becerros. Monografía licenciatura. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Torreón Coahuila, México.
- Baca, M. A. 2011. El impacto de la alimentación bajo 4 tipos de dietas sobre el crecimiento, calidad de heces, pelaje en becerros Holstein. Tesis licenciatura. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Torreón Coahuila, México.
- Bautista, B.I.C. 2014. Uso de bacillus subtilis como probiotico y de un complejo enzimático basado en amilasas, proteasas y xilanasas en pollos de engorda alimentados con dietas sorgo + soya. Tesis de maestría. México. UNAM.
- Beltrán, C. N. L. 2011. Inmunidad del becerro recién nacido. Monografía. Licenciatura. Universidad de Cuenca. Cuenca. Ecuador.
- Blanco, O, M. A. 2012. Alimentación en becerros lactantes. Departamento de medicina y zootecnia de rumiantes. Universidad Nacional Autónoma de

México. <https://www.engormix.com/ganaderia-carne/articulos/alimentacion-becerras-lactantes-t29675.ht>

- Borderas, T. F., de Passillé, A. M. B., y Rushen, J. 2009. Feeding behavior of calves fed small or large amounts of milk. *J. Dairy Sci.* 92(6):2843-2852.
- Bradley, A. J., y L. Niilo. 1985. Immunoglobulin transfer and weight gains in suckled beef calves force-fed stored colostrum. *J Can Comp Med* 49: 152- 155.
- Brisson, G. J., Cunningham, H. M. y Haskell, S. R. 1957. The protein and energy requirements of young dairy calves. *Can J. Animal Sci.* 37: 157-167.
- Butler, J. A., S. A. Sickles, C. J. Johanns R. F. Rosenbusch. 2000. Pasteurization of discard mycoplasma mastitic milk used to feed calves: thermal effects on various mycoplasma. *J Dairy Sci.* 83 (10):2285–2288.
- Cabral, G. R., E. C. Chapman, y S. P. Erickson. 2013. Colostrum supplements and replacers for dairy calves. *The Professional Animal Scientist* 29:449-456.
- Cárdenas, J. E. G., Maza, A. L., y Cardona, J. 2015. Comportamiento productivo de terneros lactantes suplementados con maíz más torta de algodón en el departamento de Córdoba, Colombia. *Revista Colombiana de Ciencia Animal.* 7(2):171-178.
- Castro-Flores. P. y Elizondo-Salazar, J. A. 2012. Crecimiento y desarrollo ruminal en terneros alimentados con iniciador sometido a diferentes procesos. *Agronomía Mesoamericana.* 23(2):343-352.
- Cueva, D. A. 2003. Manual de manejo de crianza y desarrollo de reemplazos en hatos de lechera familiar. Universidad de Guadalajara. Centro universitario de ciencias biológicas y agropecuarias. Las Agujas, Zapopan, Jalisco.
- Cutting, J. H. 2011. Bacillus probiotic. *Food Microbiology.* 28:214-220.
- Das, S.M., Redbo, I. y Wiktorsson, H. 2000. Effect of age of calf on suckling behaviour and other behavioural activities of Zebu and crossbred calves during restricted suckling periods, *Appl. Anim. Behav. Sci.* 67:47-57.

- Davila, N. C. T. 1997. Manejo alimenticio de reemplazos lecheros. Monografía. Saltillo. Coahuila. 35.
- De la Cruz, M. C. 2015. Desarrollo y supervivencia de becerras Holstein suplementada con levaduras en el periodo de lactancia. Tesis. Licenciatura. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro Unidad Laguna. Torreón Coahuila, México.
- Drackley, J. M. 2008. Calf nutrition from birth to breeding. *Vet Clin Food Anim.* 24:55-86.
- Elfstrand, L., Lindmark-Mansson, H. y Paulsson, M. 2002. Immunoglobulins, growth factors and growth hormone in bovine colostrum and the effects of processing. *Int Dairy J.* 12:897-97.
- Elizondo, S. A. J., y A. J. Heinrichs. 2008. Heat treating bovine colostrum<sup>1</sup>. *American registry of professional animal scientists Journal Animal Science* 24: 530-538.
- Elizondo, S. J. 2006. Desarrollo del rumen en terneras de leche. *Rev. ECAG.* No. 38: 29-32.
- Elizondo, S. J. A. 2007. Alimentación y manejo del calostro en el ganado de leche. *Rev. Agron. Mesoam.* 18(2):271-281.
- Elizondo, S. J. A., y Sánchez, A. 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.
- Elizondo, S.J.A. 2008. Destete temprano en terneras. Reduce los costos de alimentación y mano de obra. *Revista ECAG.* 43: 46-47.
- Elizondo-Salazar, J. 2007. Importancia del calostro en la crianza de terneras. *ECAG informa.* (39): 53-55.

- Favela, E. N. 2015. Efecto del selenio y vitamina B12 sobre el desarrollo y supervivencia de becerras lecheras Holstein Frisian. Tesis. Licenciatura. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro Unidad Laguna. Torreón Coahuila, México.
- Favela, J. E., Acosta, O., Hernández, J. R., y Jaimes, J. 2006. Evaluación de doxinald® como inductor indirecto de inmunidad en becerras Holstein frisian en la comarca lagunera. *Revista Chapingo Serie Zonas Áridas*. 5(1): 61-55.
- Fecteau, G., P. Baillargeon, R. Higgins, J. Pare, y M. Fortin. 2002. Bacterial contamination of colostrum fed to newborn calves in Quebec dairy herds. *J Can Vet* 43: 523-527.
- Felix, J. U. 2011. Efecto del tipo de calostro sobre parámetros zootécnicos y de salud de becerras Holstein en la comarca lagunera. Tesis licenciatura. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Torreón Coahuila, México.
- Florentino, B. G. 2015. Respuesta del consumo de concentrado y la ganancia de peso en becerras holstein bajo la disminución de la dieta líquida. Tesis. Licenciatura. Universidad autónoma agraria Antonio Narro Unidad Laguna. Torreón, Coahuila. México.
- Flores, B. M. J., Ruiz L. F. J., Guerrero, C. M. J., y Romano, M. J. L. 2006. Respuesta productiva de becerros Holstein alimentados con alfalfa de diferente calidad y enzimas fibrolíticas en la etapa pre y pos destete. *Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias*. 44(3): 313-328.
- Foley, J.A. y Otterby, D.E. 1978. Availability, storage, treatment, composition and feeding value of surplus colostrum: A review. *J Dairy Sci*. 63:665-71.
- García, C. A. C., Mantiel, R. C. A., y Borderas, T. F., 2014. Grasa y proteína de la leche de vaca: componentes, síntesis y modificación. Universidad metropolitana. *Arch. Zootec. Coyoacán, México, DF*. 63(0):85-105.
- Garzón, B. 2007. Sustitutos lecheros en la alimentación de terneros. *Revista Electrónica de Veterinaria*. 8(5): 1-39.

- Garzón, Q.B. 2008. Sustitutos lecheros en la alimentación de terneros. Facultad de Medicina Veterinaria de la Universidad Agraria de la Habana.
- Gasque, G.R. 2008. Enciclopedia bovina. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia-UNAM. Cría de becerras lecheras. Primera Edición. Cap. 3. Pp. 46-49.
- Ghezzi, M., Lupidio, M.C., Castro, A.N.C., Gómez, S.A., Bilbao, G.N., Landi, H.G. 2000. Desarrollo morfológico del estómago en terneros alimentados con sustitutos lácteos. *Rev. Chilena de Anatomía*. 18 (1):19-26.
- Ghorbani, A., H. Sadri, R. A. Alizadeh, y M. R. Bruckmaier. 2012. Performance and metabolic responses of holstein calves to supplemental chromium in colostrum and milk. *Journal Dairy Science*. 95: 5760-5769.
- Godden, S. M., J. P., Fetrow, J. M., Feirtag, L. R. Green y S. J. Wells. 2005. Economic analysis of feeding pasteurized nonsaleable milk versus conventional milk replacer to dairy calves. *J Am Vet Med Assoc*. 226(9):1547–1554.
- González, A, R., González, A, J. Peña, R, B. P., Moreno, R, A., y Reyes, C, J. J. 2017. Análisis del costo de alimentación y desarrollo de becerras de reemplazo lactantes. *Revista Mexicana de Agronegocios*. Journal article.40:561-570.
- González, A. R. 2015. Transferencia de inmunidad pasiva, crecimiento y supervivencia de becerras lecheras suministrando diferentes cantidades de calostro pasteurizado. Tesis. Doctorado. Universidad autónoma agraria Antonio Narro, Unidad Laguna. Torreón, Coahuila. México.
- González, A. R., Pérez, R. E., González, A. J., Ramos, A. J. F., Florentino, B. G., De la Cruz, A. F., Peña, R. B. P., Núñez, G. L. E. 2014. Consumo de concentrado iniciador en becerras lecheras sometidas a diferentes sistemas de alimentación líquida. Memoria de la XXVI Semana Internacional de Agronomía FAZ-UJED. Gómez Palacio, Durango, México.
- Grethel, M. P. M. y Bocourt, R. 2008. Empleo de probióticos basado en *Bacillus* sp y de sus endosporas en la producción avícola. *Revista Cubana de Ciencia Agrícola*. 42(2):117-122.

- Guevara, J. 2011. Probioticos en nutrición animal. Sistema de Revisiones en Investigación (SIRIVS). : 1-10.
- Hammon, H.M, Steinhoff-wagner, J. y Flor, J. 2013. Lactation biology symposium: role of calostrum components on glucosa metabolism in neonatal calves. *J Anim Sci.* 91:685-95.
- Heinrichs, J. y B. Lammers. 1998. Monitoring dairy heifer growth. Pennstate. College of Agricultural Sciences. The Pennsylvania State University.
- Heinritz, S. N., Weiss, E., Eklund, M., Aumiller, T., Louis, S., Rings, A., Messner, Sabine., Camarinha-Silva, A., Seifert, J., Bischoff, S. C y Mosenthin, R. 2016. Intestinal Microbiota and Microbial Metabolites Are Changed in a Pig Model Fed a High-Fat/Low-Fiber or a Low-Fat/High-Fiber Diet. *PLoS One.* 1-21.
- Hill, T. M., Bateman II, H.G., Aldrich, J. M., PAS y Scholotterbeck, R. L. 2012. Methods of reducing milk replacer to prepare dairy calves for weaning when large amounts of milk replacer have been fed. *The Professional Animal Scientist* 28:332-337.
- Hoffman, P. C., y D. A. Funk. 1992. Applied dynamics of dairy replacement growth and management. *J. Dairy Sci.* 75(9):2504-2516.
- Hoffman, P.C. 1997. Optimum body size of Holstein replacement heifers. *J Anim Sci* 75:836–845.
- Hong, H. A., Duc, L. H., Cutting, S. M. 2005. The use of bacterial spore formers as probiotics. *FEMS Micro. Rev.* 29:813-835.
- Hopkins, A. B., y J. D. Quigley. 1997. Effects of method of colostrum feeding and colostrum supplementation on concentrations of immunoglobulin g in the serum of neonatal calves. *Journal Dairy Science* 80: 979-983.
- Hortigüela, L. 2017. Nutrición de terneros Holstein en tambos de la Cuenca Mar y Sierras. Monografía. Licenciatura. Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires. Tandil, Buenos Aires. Argentina.

- Jamaluddin, A. A., D. W. Hird, M. C. Thurmond y T. E. Carpenter. 1996. Effect of preweaning feeding of pasteurized and nonpasteurized milk on postweaning weight gain of heifer calves on a Californian dairy. *Prev Vet Med.* 28:91–99.
- Jasper, J., y D.M. Weary. 2002. Effects of ad libitum milk intake on dairy calves. *J. Dairy Sci.* 85:3054-3058.
- Juliano, N., Danelon, J. L., Fattore, R. O., Cantet, J. M., Martinez, R., Miccoli, F., y Palladino, R. A. 2016. Crianza artificial de terneros de tambo utilizando sustitutos lácteos de distinto contenido energético. *Revista de Investigaciones Agropecuarias.* 42(1):87-92.
- Jin, L. Z.; Y. W. Ho; N, Abdullah; A. M. Alt, and S. Jalaludin. 1997. Effect of adherent *Lactobacillus* cultures on growth, weight of organs and intestinal microflora and VFAs in broilers. *Animal Feed Sci. and Technology.* 30:290-293.
- Kehoe, I. S., J. A. Heinrichs, L. M. Moody, M. C. Jones, y R. M. Long. 2011. Comparison of immunoglobulin g concentrations in primiparous and multiparous bovine colostrum<sup>1</sup>. *Journal Animal Scientists.* 27: 176-180.
- Khan, M.A., Bach, A., Weary, D.M. y von Keyserlink, M.A.G. 2016. Invited review: transitioning from milk to solid feed in dairy heifers. *J. Dairy Sci.* 99:1-18.
- Khan, M.A., H.J. Lee, W. S. Lee, H. S. Kim, S. B. Kim, K.S. Ki, J. K. Ha, H. G. Lee, y Y. J. Choi. 2007. Pre- and postweaning performance of Holstein female calves fed milk through step-down and conventional methods. *J. Dairy Sci.* 90:876-885.
- Khan, M.A., Weary, D.M. y von Keyserlink, M.A.G. 2011. Invited review: effects of milk ration on solid feed intake, and performance in dairy heifers. *J. Dairy Sci.* 94:1071-1081.
- Kiezebrink, D. J., Edwards, A. M., Wright, T.C., Cant, J. P., y Osborne, V. R. 2015. Effect of enhanced whole-milk feeding in calves on subsequent first-lactation performance. *J Dairy Sci.* 98(1):349-356.
- Kuipers, O., Konings, W., Kok, J. 2000. Lactic acid bacteria: the bug of the new millennium. *Curr Opin Microbiol;* 3: 276-282.

- Medel, M. y F. García. 1995. Análisis de factores para la elaboración de sustitutos lácteos para terneros. *Cienc. Inv. Agr.* 22: 66-85.
- Medina, C. M. 1994. Medicina productiva en la crianza de becerras lecheras. UTEHA Noriega Editores. Editorial Limusa S.A. Capítulo 5 Nutrition: 9-306.
- Mendonsa, K. M. 2011. Factors affecting passive transfer in neonatal calves. *Journal Dairy Science* : 1-32.
- Miller, C. E. K., C. Montoro, A. Bach, y T. J. DeVries. 2013. Effect of early exposure to mixed rations differing in forage particle size on feed sorting of dairy calves. *Journal Dairy Science* 96: 3257-3264.
- Montoya, S. A. 2016. Consumo de Concentrado Iniciador y crecimiento de becerras bajo diferente régimen de alimentación con leche pasteurizada. Tesis Licenciatura. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Torreón Coahuila, México.
- Moreno, D. E. 2012. Ganancia de peso y talla con sustituto de leche en la crianza de becerras Holstein. Tesis licenciatura. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Torreón Coahuila, México.
- Muños, V.A., Sáenz, G.A., López, L.L., Cantú, S.L., y Barajas, B.L. 2014. Ácido cítrico: compuesto interesante. *Revista Científica de la Universidad Autónoma de Coahuila.* 6(12):1-6.
- National Research Council (NRC). 1988. Nutrient requirements of dairy cattle. Sixth revised edition. National Academy Press. 157 p.
- National Research Council (NRC). 2001. Nutrient requirements of dairy cattle. Seventh revised edition. National Academy Press.
- Newburg, D. S. y Walker, W. A. 2007. Protection of the neonate by the innate immune system of developing gut and of human milk. *Pediatr Res.* 2007. p. 2-8.
- Novoa, B.A. 1983. Aspectos nutricionales en la producción de leche. Centro de Investigación tropical y Enseñanza, CATIE. Turrialba, Costa Rica. Vol. 1.

- Oliveira, J. S., Zanine, A. D. M., y Santos, E. M. 2007. Physiology, management and feeding of beef calves. Archivos de Ciencias Veterinarias y Zoología de UNIPAR. 10(1): 39-48.
- Orskov E. R. y Ryle, M. 1990. Energy nutrition in ruminants. Elsevier Science Publishers Ltd. London and New York. P.160.
- Overvest, M. A., Bergeron, R., Haley, D. B., y DeVries, T. J. 2016. Effect of feed type and method of presentation on feeding behavior, intake, and growth of dairy calves fed a high level of milk. J Dairy sci. 99(1):317-327.
- Oyeniya, O. O., y G. A. Hunter. 1978. Colostral constituents including immunoglobulins in the first three milkings postpartum Journal Dairy Science 61: 44-48.
- Pakkanen, R. y Aalto, J. 1997. Growth factors and antimicrobial factors of bovine colostrum. Int Dairy J. 7:285-97.
- Palombi, C., y M. Paolucci. 2013. Evaluation of remote monitoring of parturition in dairy cattle as a new tool for calving management. BMC Veterinary Research 9. 1-7
- Pared, S. I. 2017. Consumo y crecimiento de terneros criados artificialmente con dietas sólidas diferentes. Tesis. Licenciatura. Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires. Tandil, Buenos Aires. Argentina.
- Pezhveh, N., G. R. Ghorbani, P. Rezamand, y M. Khorvash. 2014. Effects of different physical forms of wheat grain in corn-based starter on performance of young holstein dairy calves. Journal Dairy Science 97: 6382-6390.
- Playford, J. R., E. C. Macdonald, y Johnson S. W. 2000. Colostrum and milk-derived peptide growth factors: the treatment of gastrointestinal disorders. Am Journal clinical Nutrition 72: 5-13.
- Plaza, J. 1986. Utilización de Yogurt y lactocrema en la alimentación de becerros. ACPA. 4-38.

- Plaza, J., Martínez, Y., y Ibalmea, R. 2009. Manejo del alimento fibroso en la alimentación de terneras de reposición. *Revista Cubana de Ciencia Agrícola*. 43(1):19-21.
- Plaza, J., y Ibalmea, R. 2008. Efecto de la leche entera y los reemplazadores lecheros en el comportamiento de terneras de reposición. *Revista Cubana de Ciencia Agrícola*. 42(4):351-354.
- Przybylska, J., Albera, E. y Kankofer, M. 2007. Antioxidants in bovine colostrum. *Reprod Domes Anim*. 42:402-9.
- Quezada, C. A., Ramos, G. J. I., Figueroa, V. C., Rivas, C. R. R., Martínez, de la R. R., y Trillo, M. V. 2013. Prevalencia de coccidia en becerras Holstein en la etapa de desarrollo. *CULCyT*. 49(10):54-60.
- Ramírez, G.M., Topete, P.P. 2010. Manual: Crianza de becerras en pastoreo. Universidad Autónoma de Chapingo. Departamento de Zootecnia. Pp. 6.
- Ramos, A. D. 2018. Evaluación del efecto de dos lactoreemplazadores sobre el desempeño de terneros lactantes. Tesis. Licenciatura. Escuela Agrícola Panamericana. Zamorano. Honduras.
- Relling, A. E., y Mattioli, G. A. 2003. Fisiología digestiva y metabólica de los rumiantes. Edit EDULP. 3-22.
- Renner, E. J. 1989. Los terneros. Editorial Hemisferio Sur. Capítulo 3 Digestión y Metabolismo en el Ternero. 25
- Reyes, J. A. 2006. Vaquillas holstein-friesian para reemplazo alimentadas con ensilado de caña de azúcar o maíz. Tesis maestría. Universidad de Colima. Clima Colima, México.
- Reuter, G. 2001. Probiotics: possibilities and limitations of their application in food, animal feed, and in pharmaceutical preparations for men and animals. *Berl. Munch. Tierarztl. Wochenschr*. 114:410-419.

- Rivada, N.F.J. 2008. Planta industrial de producción de ácido cítrico a partir de melazas de remolacha. Universidad de Cádiz. Cádiz, España.
- Rodríguez, G.N. 2002. Validación del concentrado Nutre Leche® de ALCON en terneros de 4 a 150 días de edad. Honduras. Tesis (en opción al Título de Ingeniero en Ciencia y Producción Agropecuaria en el Grado Académico de Licenciatura. Pp. 10.
- Rodríguez, H. 2009. Manejo del calostro en becerras recién nacidas. Tesis licenciatura. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Torreón Coahuila, México.
- Salazar, S. B. 2010. Efecto del suplemento de harina de maca (*Lepidium meyenii* Walp. 1843) en el peso y talla de terneros de la raza Holstein (*Bos taurus*). Tesis. Licenciatura. Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Lima. Perú.
- Sánchez, H, A. 2013. Crianza de becerras de reemplazo en ganado lechero de la raza Holstein. Monografía. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Torreón, Coahuila.
- Saquipay, B. D. M. 2011. Alimentación de terneras de reemplazo. Monografía. Licenciatura. Universidad de Cuenca. Cuenca. Ecuador.
- Saucedo, J. S., Avendaño, L., Álvarez, F.D., Rentería, T.B., Moreno, J.F., y Montaña, M.F. 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.
- Selim, S. A. y J. S. Cullor. 1997. Number of viable bacteria and presumptive antibiotic residues in milk fed to calves on commercial dairies. *J Am Vet Med Assoc*. 211(8):1029-1035.
- Soberon, F., E. Raffrenato, R. W. Everett y M. E. V. Amburgh. 2012. Prewaning milk replacer intake and effects on long-term productivity of dairy calves. *J. Dairy Sci*. 95:783-793.

- Stabel, J. A. 2001. On-farm batch pasteurization destroys *Mycobacterium paratuberculosis* in waste milk. *J Dairy Sci.* 84(2):524–527.
- Stelwagen, K., E. Carpenter, y B. Haigh. 2008. Immune components of bovine colostrum and milk. *journal animal science*: 2-9.
- Sweeney, B. C., J.P.Rushen, D.M. Weary, y A.M.B de Passille. 2010. Duration of weaning, starter intake, and weight gain of dairy calves fed large amounts of milk. *J. Dairy Sci.* 93:148-152.
- Tarsicio, M., Carlos, H., Lilia, M. S. 2017. *Bacillus subtilis* como probiotico en la avicultura: aspectos relevantes en investigaciones recientes *Bacillus subtilis* as a probiotic in poultry farming: relevant aspects in recent research Medina-Saavedra Tarsicio. 7(3):14-20.
- Uitz-Huchin, J. A., y Jaimes-Jaimes, J. 2012. Efecto de la adición de prebióticos y probióticos en el comportamiento de terneros lactantes Holstein. *Revista Chapingo Serie Zonas Áridas.* 11(1):51-56.
- Vargas, V. O. A., Elizondo, S. J. A., y Noguera, S. L. 2014. Factores relacionados con la falla en transferencia de inmunidad pasiva en terneras y terneros de lechería en la región central norte de Costa Rica. *Nutrición Animal Tropical.* 8(1):68-79.
- Vasseur, E., J. Rushen, y Passille. 2009. Does a calf's motivation to ingest colostrum depend on time since birth, calf vigor, or provision of heat. *Journal Dairy Science* 92: 3915-3921.
- Weaver, M. D., W. F. Tyler, C. D. VanMetre, E. D. Hostetler, y M. J. Barrington. 2000. Passive transfer of colostral immunoglobulins in calves. *Journal Veterinary Internal Medicine* 14: 569-577.