

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE RÍO CUARTO**  
**FACULTAD DE AGRONOMÍA Y VETERINARIA**



“Proyecto de Trabajo Final presentado para optar al Grado  
de Ingeniero Agrónomo”

**“Uso de sustitutos lácteos en la crianza artificial de  
terneros, efectos sobre crecimiento y consumo de  
alimento sólido”**

**Alumno: Cabrera, Alexis**

**DNI: 32.097.574**

**Director: Dra. Turiello, María Paula**

**Codirector: Dr. Raviolo, José**

**Río Cuarto - Córdoba - Argentina**

**Diciembre 2015**

## CERTIFICADO DE APROBACION

**Título del Trabajo Final: “Uso de sustitutos lácteos en la crianza artificial de terneros, efectos sobre crecimiento y consumo de alimento sólido”**

**Autor: Cabrera, Alexis**

**DNI: 32.097574**

**Director: Dra. Turiello, María Paula**

**Aprobado y corregido de acuerdo con las sugerencias de la comisión evaluadora:**

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

**Fecha de Presentación:** \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_

**Aprobado por Secretaría Académica:** \_\_\_\_/\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

**Secretario Académico**

## **AGRADECIMIENTOS**

## **INDICE DE TEXTOS**

<b>ABSTRACT .....</b>	<b>VI</b>
<b>2. Objetivos específicos .....</b>	<b>4</b>
<b>II. Materiales y Métodos.....</b>	<b>5</b>

<b>Sitio de estudio.....</b>	<b>5</b>
<b>Animales y manejo .....</b>	<b>6</b>
<b>Figura 2: Identificación de terneros con caravanas.....</b>	<b>6</b>
<b>Período Experimental .....</b>	<b>6</b>
<b>Alimentos .....</b>	<b>6</b>
<b>Tabla 1: Composición del sustituto lácteo (base seca) .....</b>	<b>7</b>
Tabla 2: Composición nutricional alimento sólido (base seca).....	8
<b>Diseño .....</b>	<b>8</b>
<b>Manejo .....</b>	<b>9</b>
Tabla 3: Alimento sólido ofrecido al progresar el ensayo.....	9
<b>Figura 4: Instalaciones del sistema de crianza artificial .....</b>	<b>10</b>
<b>Figura 5: Sistema de estacas.....</b>	<b>11</b>
<b>Determinaciones.....</b>	<b>12</b>
<b>Figura 6: Determinación de medidas morfométricas .....</b>	<b>12</b>
<b>Análisis estadístico .....</b>	<b>12</b>
<b>III. Resultados y Discusión .....</b>	<b>14</b>
<b>Evolución de peso .....</b>	<b>14</b>
Tabla 4. Peso vivo inicial y final según cantidad diaria de alimento líquido ofrecido.....	14
<b>Gráfico 1: Evolución del peso vivo según cantidades de sustituto.....</b>	<b>16</b>
<b>Consumo de alimento sólido.....</b>	<b>17</b>
<b>Tabla 6. Consumo diario de alimento sólido.....</b>	<b>17</b>
<b>Gráfico 2: Evolución del consumo de materia seca del alimento sólido según cantidad de sustituto ingerida .....</b>	<b>18</b>
<b>Medidas morfométricas.....</b>	<b>18</b>

<b>Grafico 3: Evolución de altura a la cruz .....</b>	<b>19</b>
<b>Grafico 4: Evolución de la altura a la grupa .....</b>	<b>20</b>
<b>Grafico 5: Evolución del perímetro torácico .....</b>	<b>20</b>
<b>IV. Conclusiones .....</b>	<b>22</b>
<b>VII. Bibliografía .....</b>	<b>23</b>

### **INDICE DE TABLAS**

<b>Tabla 1: Composición del sustituto lácteo (base seca) .....</b>	<b>8</b>
<b>Tabla 2: Composición nutricional alimento sólido (base seca.....)</b>	<b>9</b>
<b>Tabla 3: consumo de alimento sólido a lo largo del ensayo.....</b>	<b>10</b>
<b>Tabla 4: Peso vivo inicial y final según cantidad diaria de alimento líquido ofrecido.....</b>	<b>16</b>
<b>Tabla 5: Aumento diario de peso vivo(ADPV,g/d)según cantidades de alimento líquido</b>	<b>17</b>
<b>Tabla 6: Consumo diario de alimento sólido.....</b>	<b>19</b>

### **INDICE DE GRAFICOS**

<b>Gráfico 1: Evolución del peso vivo según cantidades de sustituto.....</b>	<b>19</b>
<b>Gráfico 2: Evolución del consumo de materia seca del alimento sólido según cantidad de sustituto ingerida.....</b>	<b>20</b>
<b>Gráfico 3: Evolución de altura a la cruz.....</b>	<b>22</b>
<b>Gráfico 4: Evolución de la altura a la grupa.....</b>	<b>22</b>
<b>Gráfico 5: Evolución del perímetro torácico.....</b>	<b>23</b>
<b>Gráfico 6: Evolución del largo de cuerpo.....</b>	<b>23</b>

## INDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1:</b> Imagen satelital del Establecimiento Lechero Estancia “Don Beñat”, Washington, Córdoba; extraída de Google Earth.....	<b>6</b>
<b>Figura 2:</b> Identificación de terneros con caravanas.....	<b>7</b>
<b>Figura 3:</b> Suministro del sustituto lácteo.....	<b>10</b>
<b>Figura 4:</b> Instalaciones del sistema de crianza artificial.....	<b>11</b>
<b>Figura 5:</b> sistema de estacas.....	<b>14</b>
<b>Figura 6:</b> determinación de medidas morfométricas.....	<b>15</b>

## RESUMEN

Una de las ventajas más notables en la crianza artificial de terneros es la utilización de sustitutos lácteos en la alimentación. Con el conocimiento actual es posible diseñar estrategias de manejo que permitan el empleo de estos alimentos que resultan económicos e implican menor riesgo sanitario. El objetivo de este ensayo fue evaluar el efecto del consumo de diferentes cantidades de sustitutos en terneros, sobre su performance productiva en la etapa de crianza. Para ello, se utilizaron 30 terneros Holando, de 1 a 2 días de edad, en dos tratamientos a diferentes tasas de consumo de alimento líquido (4 vs 6 litros diarios). Se les suministró alimento sólido y agua a voluntad. Se evaluaron el peso vivo y medidas morfométricas y consumo de alimento sólido. Se pudo determinar que el incremento en las cantidades de sustituto lácteo ofrecido, no provocó modificaciones en el consumo de alimento sólido ni en la evolución del peso, durante el periodo analizado. En todas las medidas efectuadas, hubo una leve tendencia en favor del grupo de terneros que consumieron 6 litros diarios de sustituto lácteo. Si bien no se encontraron diferencias al evaluar el impacto del consumo de diferentes cantidades de alimento líquido sobre el crecimiento de los terneros bajo estudio, debería realizarse una evaluación de la composición de la ganancia para determinar los efectos sobre la misma.

**Palabras clave:** crianza artificial, terneros, sustituto lácteo, alimento sólido, peso vivo, medidas morfométricas

## ABSTRACT

One of the most important advantages in the artificial rearing of calves is the use of milk replacers. With the current knowledge it is possible to design management strategies that allow the use of them as a less expensive and biosecure option. The aim of this study was to assess the effect of intake of different amounts of substitutes in calves on their productive performance in the nursery stage. For this purpose, 30 Holstein calves from 1-2 days old, were used in two treatments at different rates of liquid intake (4 vs 6 liters daily). Starter and water were supplied ad libitum. Body weight, morphometric measurements and feed intake were evaluated. No effect of rate of milk replacer intake was detected on started intake and body weight. On morphometric measurements, a slight difference was observed between treatments. Although no differences on growth were found among treatments, it would be very important to continue studying the effect of rate of liquid feed intake on body composition.

**Keywords:** artificial breeding, calves, milk replacer, solid food, body weight, morphometric measurements





# I. INTRODUCCIÓN

## **Antecedentes**

### *Crianza artificial de terneros en sistemas de producción lechera*

Una práctica común en los tambos de muchos países del mundo, en cuanto a la crianza artificial de los terneros, consiste en alimentarlos con cantidades limitadas de leche entera o sustituto lácteo, junto a un alimento iniciador (Gorka *et al.* 2011).

En el caso específico del uso de sustitutos lácteos, el USDA (Departamento de Agricultura de los Estados Unidos) recomienda, que a los terneros bajo crianza artificial convencional se les ofrezca estos lactoreemplazantes con proteínas de calidad aceptable, con una frecuencia de dos veces diarias, mediante el uso de baldes o botellas con tetinas, además del suministro de agua fresca.

La edad de inicio del consumo de sustituto, las cantidades ofrecidas, los niveles de reconstitución y la frecuencia de suministro modifican el esquema de alimentación de los terneros (Garzón Quintero *et al.*, 2008). Se debe tener en cuenta que la alimentación líquida es la única fuente de nutrientes para los terneros recién nacidos hasta que la ingesta de alimento sólido es consistente. Los terneros son sensibles a las condiciones de alimentación durante su vida temprana ya que el rumen del recién nacido es físicamente subdesarrollado y fisiológicamente no funcional (Khan *et al.* 2011). Dichos autores citan a la inoculación y al establecimiento del ecosistema microbiano anaeróbico, a la iniciación del consumo de alimentos sólidos, de los procesos de fermentación y de los mecanismos de absorción, como etapas necesarias para desencadenar el desarrollo del rumen.

Durante la última década se ha comenzado a estudiar el efecto del aumento de la oferta de alimento líquido a los terneros de tambo, citándose como principal ventaja una mayor ganancia de peso, aunque existe un atraso en el desarrollo ruminal y un menor consumo de alimento sólido (Khan *et al.* 2011). La disponibilidad e ingestión temprana de alimento sólido permite un rápido desarrollo ruminal y un desleche temprano. El concentrado es importante para el desarrollo normal de las papilas ruminales y como sustrato para la fermentación y síntesis de la micoflora y microfauna ruminal (Drackley, 2006).

Recientemente, se han evaluado los efectos del programa de alimentación durante la crianza sobre la performance de las hembras en lactancia (Heinrichs y Jones, 2011). Según Soberon *et al.* (2012) dicho desempeño se ve afectado tanto por el control de la nutrición como por el manejo general durante la etapa de crianza.

La alimentación de terneros recién nacidos con una cantidad limitada de leche o sustituto y de alimento iniciador a voluntad es una práctica común en los sistemas lecheros en muchos países (Gorka *et al.*, 2011). Tal estrategia acelera sustancialmente el desarrollo del rumen, reduce la edad de desleche y en consecuencia, disminuye significativamente los costos de la cría de los terneros (Baldwin *et al.*, 2004). De todos modos, si los terneros son deslechados precozmente (3 a 4 semanas de edad), se debe prestar especial atención a la composición y estructura del alimento sólido ofrecido, porque es el principal estimulador de desarrollo del rumen (Tamate *et al.*, 1962; Žitnan *et al.*, 1998).

Cuando el ternero comienza a comer alimento sólido, el rumen comienza a suministrar nutrientes producidos por la fermentación y la población de bacterias ruminales que se desarrollan (Heinrichs y Jones, 2003). Luego del inicio de consumo de alimento sólido por el recién nacido y el subsiguiente establecimiento de la fermentación ruminal, el rumen se desarrolla física y metabólicamente (Baldwin *et al.*, 2004).

Cuando se utilizan sustitutos lácteos en lugar de leche entera, puede retrasarse el desarrollo del intestino delgado de los terneros (Seegraber y Morrill, 1986; Blättler *et al.*, 2001), especialmente cuando esos sustitutos contienen proteínas vegetales (Drackley, 2006). El intestino delgado es el sitio principal de la digestión de la lactosa, grasa butirosa y proteínas del suero lácteo. El desarrollo del mismo afecta no solo la digestión del alimento líquido, sino la absorción de nutrientes y, en consecuencia, el crecimiento del ternero y la salud en las primeras semanas de vida (Drackley, 2006).

La crianza individual en base a la utilización de estacas es la práctica más difundida para criar terneros durante la primera etapa de vida. Es un sistema económico que permite criar terneros en forma individual, evitando la cohabitación y disminuyendo las posibilidades de contagio de enfermedades, además permite medir el consumo de alimento por ternero.

### *Sustituto lácteo*

La economía, la bioseguridad y la prevención de enfermedades son algunos de los factores que hacen a la conveniencia del uso de sustitutos lácteos. Es una estrategia que ha demostrado ser altamente eficiente en los sistemas productivos lecheros, teniendo en cuenta las características anatómicas y fisiológicas de los terneros que le confieren adaptabilidad y potencialidad en su sistema digestivo al tránsito de este alimento líquido (Heinrichs y Jones, 2003). Esta tecnología es aplicable a cualquier sistema de producción pero principalmente a sistemas intensivos de producción de leche, donde los terneros se crían de manera artificial y bajo condiciones controladas de alimentación y manejo.

La utilización de sustitutos lácteos es llevada a cabo con el propósito de utilizar un alimento más económico y a la vez de menor riesgo sanitario, a fin de limitar el consumo de leche y garantizar el aporte de nutrientes necesarios para lograr desarrollo y crecimiento de los terneros (Garzón Quintero, 2008).

Los sustitutos lácteos están compuestos por fuentes de proteína, como leche descremada en polvo, levaduras, hidrolizados proteicos de soja, de pescado, también se utiliza suero de leche concentrado, gluten de cereales, etc.; fuentes energéticas como grasa de origen animal o vegetal, suero de queso y suero parcialmente deslactosado, pequeñas proporciones de azúcares, suplemento vitamínico mineral, emulsificantes y con frecuencia enzimas (Roy, 1980). Deben ser solubles en agua, palatables, poseer una digestibilidad alrededor de un 90–95 %, un adecuado contenido de aminoácidos esenciales y no tener efectos adversos para el crecimiento y la tasa de conversión (Silva *et al.*, 1997).

Es necesario cumplir con mínimos y máximos en el perfil nutricional de los sustitutos para no exponer al ternero a una restricción alimentaria. Para ello, además de contar con una adecuada proporción de macro y microelementos, se debe ir ajustando el aporte en función a los requerimientos. Si se incluyen materias primas de buena calidad y a niveles adecuados, los sustitutos lácteos pueden responder a las necesidades de los terneros de forma óptima y mejorar su rendimiento en cuanto a crecimiento y desarrollo (Moreno, 2004).

De manera general los sustitutos lácteos utilizados en la actualidad requieren que el consumo inicial sea en la primera semana de vida, luego de consumido el calostro, siendo una condición impuesta por la fisiología del ternero, relacionada con la capacidad enzimática especializada hacia la utilización de los componentes lácteos únicamente, con escasos recursos fisiológicos para el uso de otras fuentes no lácteas hasta el mes de vida (Trocon y Toullec, citados por Ybalmea, 2004).

Como es el único alimento que consume el animal en las primeras semanas de vida, la composición debe ser lo más similar posible a la leche, entregando cantidades suficientes para lograr un buen desarrollo (Garzón Quintero, 2008).

Si bien en la última década hubo una tendencia a ofrecer más leche o sustituto durante la etapa de crianza, se observaron menores tasas de consumo de alimento sólido y pérdida de peso en el posdestete en estos sistemas, ya que se demora el consumo de dicho alimento, comprometiendo el desarrollo ruminal antes y después del desleche (Sweeney *et al.*, 2010). No obstante, algunos estudios indican que la alimentación con mayores cantidades de leche o sustituto puede ser beneficioso en el aspecto reproductivo y productivo de la vida adulta de las terneras (Shamay *et al.*, 2005).

## **Hipótesis**

El consumo de distintas cantidades de sustituto lácteo tiene efecto sobre el crecimiento de los terneros y el consumo de alimento sólido durante la etapa de crianza.

## **Objetivos**

### 1. Objetivo general

- Evaluar el efecto del consumo de diferentes cantidades de sustitutos lácteos en terneros Holstein sobre su performance productiva.

### 2. Objetivos específicos

- Evaluar la evolución del peso vivo y medidas morfométricas en terneros alimentados con distintas cantidades de alimento líquido.
- Analizar el efecto de la administración de diferentes cantidades de sustituto lácteo sobre el consumo de alimento sólido.

## II. MATERIALES Y MÉTODOS

### Sitio de estudio

El ensayo fue realizado en la estancia “Don Beñat”, ubicada sobre Ruta Nacional 7, en el km 620 de la localidad de Washington, a 40 km al oeste de Vicuña Mackenna, sudoeste de la provincia de Córdoba (figura 1). El clima de la región es templado sub-húmedo con una estación seca bien marcada en los meses de invierno. Esta región, se caracteriza por poseer un amplio rango de oscilación térmica. Esta zona llana, presenta frecuentes heladas durante la época invernal con numerosas heladas tardías. Las precipitaciones anuales alcanzan los 600 mm y se distribuyen principalmente entre los meses de octubre y marzo (Seiler *et al.*, 1995).

El establecimiento cuenta con una superficie de 5.000 Has, con un tambo que actualmente alberga 970 vacas en ordeño, cuya producción es mayor a los 760.000 litros de leche mensuales. Además cuenta con las instalaciones del sistema de crianza artificial, sitio específico donde se desarrolló el presente trabajo.



**Figura 1: Imagen satelital del Establecimiento Lechero Estancia “Don Beñat”, Washington, Córdoba; extraída de Google Earth.**

## Animales y manejo

Se utilizaron 30 terneros raza Holando, machos y hembras, que ingresaron desde el área de maternidad del tambo, hacia las instalaciones del sistema de crianza artificial en un lapso de tiempo de 1 a 2 días.



**Figura 2: Identificación de terneros con caravanas.**

Una vez en el predio, los animales fueron colocados en estacas individuales y agrupados en forma aleatoria de acuerdo a los tratamientos correspondientes, e identificados con caravanas de diferentes colores según tratamiento (figura 2).

## Período Experimental

El período experimental fue de 130 días en total, donde cada animal permaneció 60 días en el ensayo, a partir del nacimiento, con un período total de partos de 70 días.

## Alimentos

Se utilizó como alimento líquido, un sustituto lácteo comercial “Quantum Milk” elaborado por Teknal S.A. (tabla 1), con un grado de dilución de 10 %, es decir, que para la preparación se utilizó 1 kg de producto en 9 L de agua para lograr 10 L de sustituto.

Se siguieron las siguientes indicaciones de preparación (información suministrada por personal técnico de Teknal S.A.)

- Calentado a 55°C de la mitad del agua a utilizar

- Agregado de la totalidad del producto (sustituto)
- Agitado
- Agregado de agua a temperatura ambiente
- Agitado enérgico antes del suministrado

**Tabla 1: Composición del sustituto lácteo (base seca)**

Nutriente	%
Tenor mínimo de proteína bruta	21
Tenor mínimo de extracto etéreo	16
Tenor máximo de fibra cruda	0,8
Tenor máximo de minerales totales	9
Tenor máximo de humedad	10
Tenor de calcio máximo	1
Tenor de calcio mínimo	0,7
Tenor de fósforo máximo	0,8
Tenor de fósforo mínimo	0,5

El sustituto lácteo está constituido por leche en polvo, entera y descremada, suero de queso en polvo, suero reengrasado, harina de soja micronizada, fosfato monodivalente, carbonato de calcio, lisina, metionina, cloruro de calcio, iodato de calcio, sulfato manganeso, selenito de sodio, sulfato de hierro, sulfato de zinc, sulfato de cobre anhidro, carbonato de cobalto, pantotenato de calcio, vitamina B6, vitamina B12, biotina, vitamina K, vitamina C, ácido fólico, antiapelmazante, colorante, antioxidante, clortetraciclina y decoquinato.

Como alimento sólido se ofreció un balanceado de alto valor nutricional “Magna” elaborado por Alimental S.A. (tabla 2). Este es un alimento extrusado, formulado para terneros bajo sistemas de crianza artificial. Se puede utilizar como alimento inicial en planteos de



desleche anticipado en terneros de tambo, como así también en programas de destete precoz en razas de carne (información suministrada por personal técnico de la empresa).

**Tabla 2: Composición nutricional alimento sólido (base seca)**

<b>Nutriente</b>	<b>%</b>
<b>Proteína bruta (min)</b>	22
<b>Extracto etéreo (min)</b>	4,5
<b>Fibra cruda (max)</b>	5,2
<b>Minerales totales (max)</b>	7
<b>Calcio (max min)</b>	1,1 – 0,8
<b>Fósforo (max min)</b>	0,9 – 0,8
<b>Lisina (min)</b>	1
<b>T.N.D. (total de nutrientes digestibles)</b>	80
<b>Humedad (max)</b>	13

### **Diseño**

Los animales (n=30) fueron distribuidos mediante un diseño completamente aleatorizado en dos grupos según la cantidad de sustituto ofrecido (tabla 3). Los terneros que se identificaron con caravanas blancas consumieron 4 litros diarios (n=16), 2 L a la mañana y 2 L a la tarde. Los que se identificaron con caravanas amarillas consumieron 6 L por día (n=14), 3 L a la mañana y 3 L a la tarde.



**Figura 3: Suministro del sustituto lácteo**

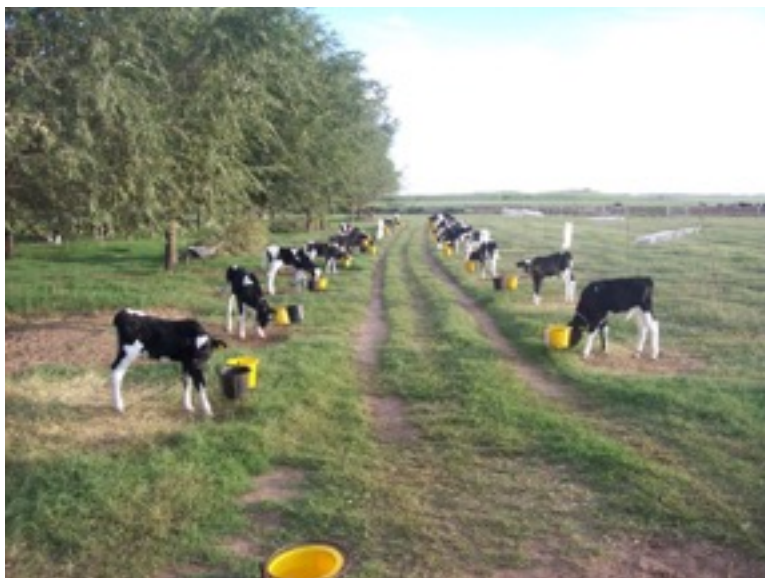
### **Manejo**

Al nacimiento, en el área de maternidad se atendió a los terneros, revisándolos y suministrándoles calostro de manera forzada a razón de 4 litros lo más temprano posible. Posteriormente, se ubicaron en el predio destinado a la crianza (figuras 3 ,4 y 5). El mismo, contaba con unidades de alojamiento individuales (estacas con cadena y collar), sobre las cuales se dispusieron los baldes para el suministro del sustituto según tratamiento, con una frecuencia de dos veces por día.

**Tabla 3: Alimento sólido ofrecido al progresar el ensayo.**

<b>Tiempo (semanas)</b>	<b>Alimento solido ofrecido (kg)</b>
<b>Semanas 1 y 2</b>	<b>0,75</b>
<b>Semanas 3 y 4</b>	<b>1</b>
<b>Semana 5</b>	<b>1,25</b>
<b>Semanas 6, 7, 8</b>	<b>1,5</b>

Se les suministró también una dieta sólida a base de iniciador, incrementándose gradualmente su oferta conforme su edad cronológica (tabla 3). Los animales fueron provistos de agua de bebida luego de transcurridas dos horas de la toma del alimento líquido.



**Figura 4: Instalaciones del sistema de crianza artificial**

Para llevar a cabo el manejo operativo del ensayo, se creó un protocolo de trabajo para el ingreso, estadía y salida de los terneros de la unidad de crianza. A continuación se detallan los pasos a seguir.

### **PARTEROS**

“El cuidado del ternero después del nacimiento es fundamental”

1. Asegurarse de que el ternero respire, sobre todo después de un parto difícil.
2. Entregar 2 litros de calostro tan pronto como sea posible durante la primera hora después del nacimiento y 2 litros dentro de las siguientes 10 horas de vida.
3. Separar el ternero de la vaca dentro de las primeras 24 horas de vida.
4. Identificar al ternero con caravanas blancas y amarillas a medida que vayan naciendo.

## CRIANZA

### Ubicación del ternero

1. A medida que ingresan al sector de crianza los terneros, se deben colocar en una fila o en otra según el tratamiento asignado

Fila 1: toman sustituto QUANTUM, 4 L, caravana blanca

Fila 2: toman sustituto QUANTUM, 6 L, caravana amarilla

### Preparación del sustituto

Para obtener 10 L de sustituto, se mezcla 1 Kg de producto con 9 L de agua.

1-El sustituto debe está bien mezclado hasta que todo el polvo este disuelto y sin grumos.

2-Entregar el producto a una temperatura de 37-38°C

Después de cada toma de sustituto deben lavarse los baldes y suministrar agua.

### Alimento sólido

Se debe recoger el alimento rechazado del día anterior, y colocar en una bolsa con la fecha y la identificación del ternero (número de caravana).



**Figura 5: Sistema de estacas**

## Determinaciones

- **Peso vivo:** al inicio del experimento y luego quincenalmente, se pesaron todos los terneros por la tarde dos horas después de la entrega de alimento líquido. Además se registró su peso al día 60 de vida.
- **Medidas morfométricas:** se determinó el perímetro torácico, largo corporal, altura a la cruz y altura a la grupa, quincenalmente. Estas medidas se determinaron mediante el uso de una cinta métrica (figura 6).
- **Consumo de materia seca del alimento sólido:** se calculó individualmente, en base seca (ms), durante todos los días del ensayo. Para ello se ofrecieron cantidades conocidas de alimento sólido, y se retiró el alimento rechazado diariamente previo a la próxima entrega para ser secado y pesado.
- **Ganancia diaria de peso:** calculado en base a los registros de peso vivo.



**Figura 6: Determinación de medidas morfométricas**

## Análisis estadístico

Para conocer el efecto del tratamiento sobre el peso, altura y perímetro finales, se analizó los datos bajo el siguiente modelo:

$$Y_{ij} = \mu + \tau_i + \varepsilon_{ij}$$

donde  $Y_{ij}$  representa la observación del tratamiento  $i$  en el ternero  $j$ ;  $\tau_i$  el efecto del tratamiento  $i$ ;  $\varepsilon_{ij}$  el error asociado a la observación  $ij$ . Para comparar las medias de los grupos se llevó a cabo la prueba estadística LSD de Fisher.

Para evaluar el efecto de los tratamientos sobre la evolución del peso, de las medidas morfométricas y del consumo de alimento sólido a lo largo del ensayo, se ajustó un modelo mixto que tiene en cuenta la correlación residual que existe entre las observaciones sobre un mismo ternero.

Para el análisis estadístico se utilizó la versión 2012 del Software InfoStat (Di Rienzo *et al.*, 2012) que permitió el ajuste de modelos mixtos.

### III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### Evolución de peso

Los terneros asignados a los diferentes tratamientos no presentaron diferencias en relación a su peso al inicio del ensayo (tabla 4). En promedio, los terneros tuvieron un peso inicial de  $41,7 \pm 5,12$  kg.

**Tabla 4. Peso vivo inicial y final según cantidad diaria de alimento líquido ofrecido**

	4 L	6 L	P-valor
Peso inicial (kg)	$40,4 \pm 5,15$	$43,2 \pm 4,84$	0,1408
Peso 60 días (kg)	$68,8 \pm 6,68$	$73,4 \pm 5,31$	0,0985

En cambio, cuando se analiza el peso a los 60 días (promedio =  $70,8 \pm 8,07$  kg), se observó que existe una tendencia a diferenciarse los grupos según cantidades de sustituto con respecto al peso final (tabla 4).

Se han citado pesos finales a los 61 días de  $66,4$  kg, en terneros consumiendo  $440$  g/d de sustituto lácteo de similar composición nutricional en cuanto a proteína bruta (20% de PB) al utilizado en este ensayo (Hill *et al.*, 2008). Los terneros del ensayo que recibieron  $400$  g/d de sustituto lograron pesos levemente superiores y esto podría deberse posiblemente a diferencias en el consumo y calidad de iniciador. Por otro lado, estos mismos autores, trabajando con sustituto lácteo con mayor concentración de proteína (26%) y a una mayor tasa de consumo (entre  $950$  y  $1430$  g/d), obtuvieron pesos mayores a los registrados en este ensayo, además de haber modificado la composición del tejido ganado.

Los terneros en los dos tratamientos tuvieron similar tasa de crecimiento a pesar de consumir diferente cantidad de energía y proteína. Esto podría atribuirse a una diferente composición de la ganancia de peso. Es decir, que aquellos alimentados con 6 litros de sustituto por día, habrían depositado mayor proporción de grasa en el tejido ganado. Al respecto, Blome *et al.* (2003) encontraron que el tejido ganado con sustitutos de mayor concentración proteica, tenía más proporción de proteína y más agua, pero esto se reflejaba también en un mayor ADPV (aumento diario de peso vivo). En este trabajo, no se modificó la proporción de proteína en el

sustituto, sino la cantidad de alimento líquido ingerido, por lo que podría hipotetizarse que los terneros alimentados con mayores cantidades de alimento líquido, tendrían más tejido graso en su conformación corporal (dado por el mayor aporte energético que se realiza) que aquellos que consumieron menos. En este caso, a pesar del mayor consumo de materia seca, el contenido de PB del sustituto habría actuado como limitante del desarrollo. En otros estudios (Blome *et al.*, 2003; Bartlett *et al.*, 2006), se ha concluido que a través del aumento en el tenor proteico, se logran mayores pesos finales.

**Tabla 5: Aumento diario de peso vivo (ADPV, g/d) según cantidades de alimento líquido**

	4 L (media ± DE)	6 L (media ± DE)
ADPV (g/d)	473 ± 122.1	503 ± 91.1

Respecto al aumento diario de peso vivo, si bien se detectaron diferencias entre los distintos consumos de sustituto lácteo en el presente ensayo, estas no son estadísticamente significativas ( $P= 0,4582$ , tabla 5). Estos valores de ganancia diaria son mayores a los obtenidos por Bartlett *et al.* (2006), quienes analizaron el rendimiento de diferentes sustitutos lácteos, respecto al crecimiento y composición corporal en terneros alimentados en base a sustitutos con menos del 22% proteína. Por otra parte, Blome *et al.* (2003) informaron ganancias diarias de 450 g/d con un sustituto lácteo de 18,5% de proteína. Estos mismos autores obtuvieron incrementos en el ADPV ante aumentos en el contenido de proteína de los sustitutos utilizados, con un consumo equivalente al 10 % del peso vivo.

Las recomendaciones de la Escuela de Agricultura del Estado de Pensilvania (Heinrichs *et al.*, 2013) señalan que, terneros Holstein de pesos normales al nacimiento (alrededor de 41 kg), bajo el sistema de crianza artificial, deben llegar a los 60 días con 73 kg de PV. Para este análisis, utilizan una hoja de cálculo, basada en el peso a la madurez de los animales y para una determinada edad se recomienda un peso corporal y ganancia diaria. Según estas recomendaciones, y para que los terneros dupliquen su peso vivo a los 80 días, hasta los 60 días de edad deberían tener una ganancia de 523 g/d. Estudios recientes (Soberon *et al.*, 2012) afirman que las ganancias diarias de peso durante la etapa de crianza afectan la producción de leche en la primera lactancia, remarcando que la nutrición líquida tiene un papel preponderante.

Teniendo en cuenta estos datos se pudo observar que los valores registrados en ambos tratamientos propuestos en el presente ensayo, comparativamente, son algo inferiores a esos

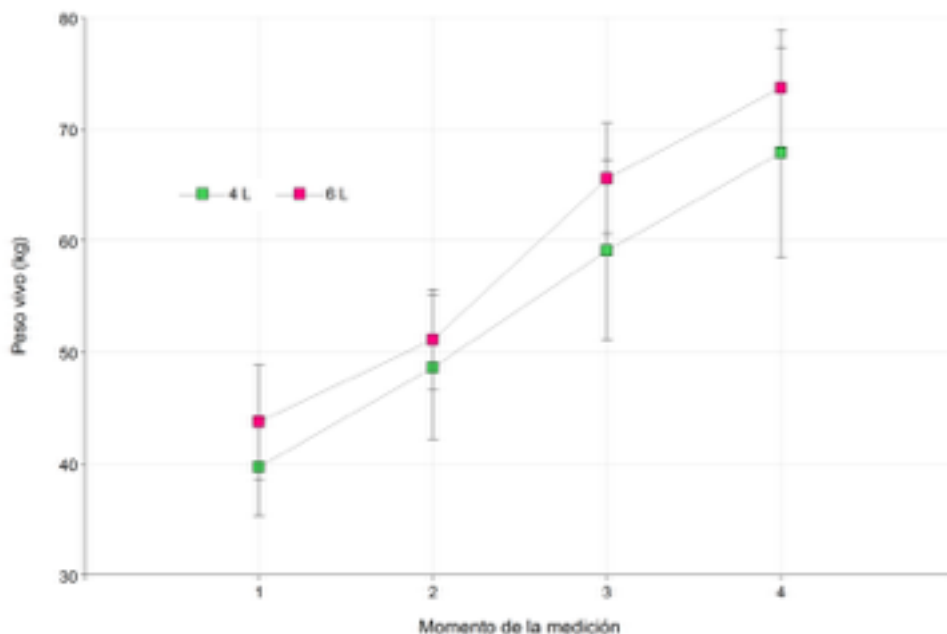


valores de referencia, no obstante se encuentran muy próximos. Esta herramienta permitió monitorear el progreso “normal” del crecimiento de los terneros bajo estudio.

Se efectuaron pesadas quincenales para observar la evolución del peso vivo, según cantidades de sustituto lácteo ofrecidas. Si bien las diferencias entre ambos grupos a lo largo del tratamiento no fueron estadísticamente significativas, se observó una leve tendencia a diferenciarse el grupo que consumió 6 litros. Esto podría ser atribuido a que los terneros de este grupo eran levemente más pesados al inicio del ensayo, con un menor consumo en relación a su peso vivo, respecto al grupo que se le ofreció 4 litros de sustituto. Por una cuestión del propio manejo del establecimiento lechero, no se pudo ajustar el consumo de sustituto en torno al peso vivo de los terneros afectados al ensayo, por lo que se trabajó con fajas etarias. Esta tendencia se acentúa al comparar los resultados obtenidos por Bartlett *et al.* (2006), quienes encontraron mayores ganancias de peso ante aumentos en la cantidad de sustituto ofrecido y aumentos en la frecuencia de entrega. Posiblemente esto podría justificarse, a través de un cambio en la composición de la ganancia, al igual que respecto al peso final de los terneros.

Se destaca en el gráfico 1, la creciente diferenciación en peso vivo entre los tratamientos a partir de los 30 días de vida de los terneros, que sería atribuida al mayor consumo de alimento sólido, específicamente debido a su gran aporte de proteína (22% PB), en relación al aporte de este nutriente en iniciadores convencionales (18% PB).

**Gráfico 1: Evolución del peso vivo según cantidades de sustituto**



### Consumo de alimento sólido

En la tabla 6 se observan los valores de consumo de materia seca del alimento sólido en los dos tratamientos. No se encontraron diferencias significativas entre los mismos.

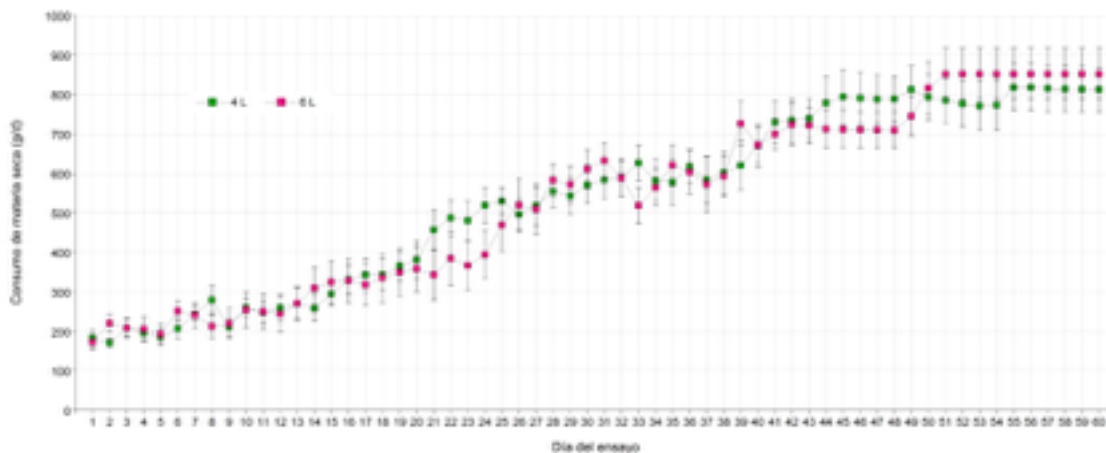
**Tabla 6. Consumo diario de alimento sólido.**

	4 L	6 L	P-valor
CMS diario (g)	537 ± 119	531 ± 95	0,8792

En varios trabajos revisados como Hill *et al.* (2008) y Blome *et al.* (2003), se determinó que el consumo de alimento sólido se ve incrementado en planteos de menores consumos de alimento líquido. De hecho, se presume que una de las desventajas de los nuevos programas de crecimiento acelerado, sería el retraso en el desarrollo ruminal debido a la disminución del consumo de iniciador. Sin embargo, los resultados obtenidos en este trabajo refutan esta idea. Es altamente probable que, para este caso, los 6 litros de sustituto ofrecidos, no representen un consumo muy elevado como para deprimir el consumo de alimento sólido y afectar el desarrollo ruminal.

Para confeccionar la gráfica 2, se utilizaron los registros del consumo de materia seca del iniciador en base a las diferentes cantidades de sustituto ofrecido. Los valores obtenidos indican que no existen diferencias estadísticamente significativas en el consumo total de sólidos según la cantidad de sustituto (P=0,2793).

**Grafico 2: Evolución del consumo de materia seca del alimento sólido según cantidad de sustituto ingerida**



Se observó que, el consumo de iniciador no disminuyó al incrementarse la cantidad de sustituto lácteo ofrecida, tal como lo señalan Hill *et al.* (2008). No obstante, los consumos no fueron tan elevados como se podría esperar previo al desleche.

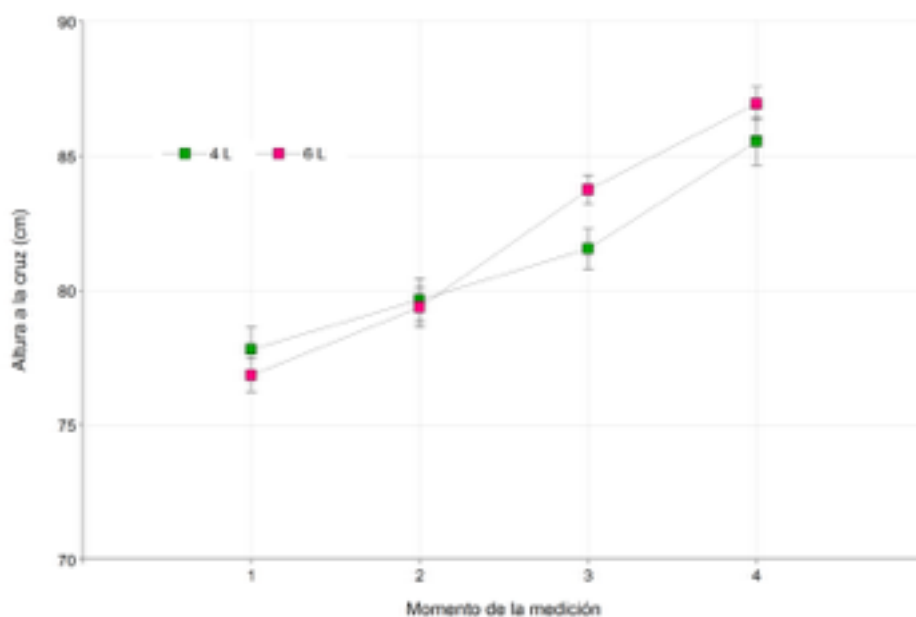
Los factores que regulan el consumo de alimento sólido en terneros no rumiantes son la edad, el tipo de alimento líquido suministrado, la ganancia diaria de peso, la formulación del iniciador, el manejo, la disponibilidad de agua, como así también la incidencia de diarreas y otras enfermedades (Quigley *et al.*, 2004). El consumo de alimento sólido se incrementa con la edad y resulta un indicador fehaciente de la evolución del animal, además es ampliamente aceptado que, a medida que se utilicen alimentos de mejor calidad en esta importante etapa, se puede anticipar la supresión del alimento líquido, siempre y cuando se encuentren consumiendo como mínimo 1 kg diario, durante 7 días.

### Medidas morfométricas

Teniendo en cuenta que la duración del ensayo fue de 60 días, se realizaron mediciones quincenales a los efectos de analizar la evolución del crecimiento de los terneros. No se detectaron diferencias para las variables altura a la cruz, altura a la grupa, largo y perímetro torácico, tanto al inicio como al final del ensayo. Tales resultados demuestran que el aumento en la cantidad de sustituto lácteo ofrecido, no reflejó diferencias significativas en cuanto al crecimiento de los terneros, inferido por medio de las medidas morfométricas registradas, ni tampoco en el aumento diario de peso. Esto puede atribuirse a que los terneros alimentados con 6 litros diarios, tuvieron diferente composición de la ganancia, es decir mayor proporción de grasa de depósito, tal como se desarrolló anteriormente con respecto al análisis de la evolución del peso.

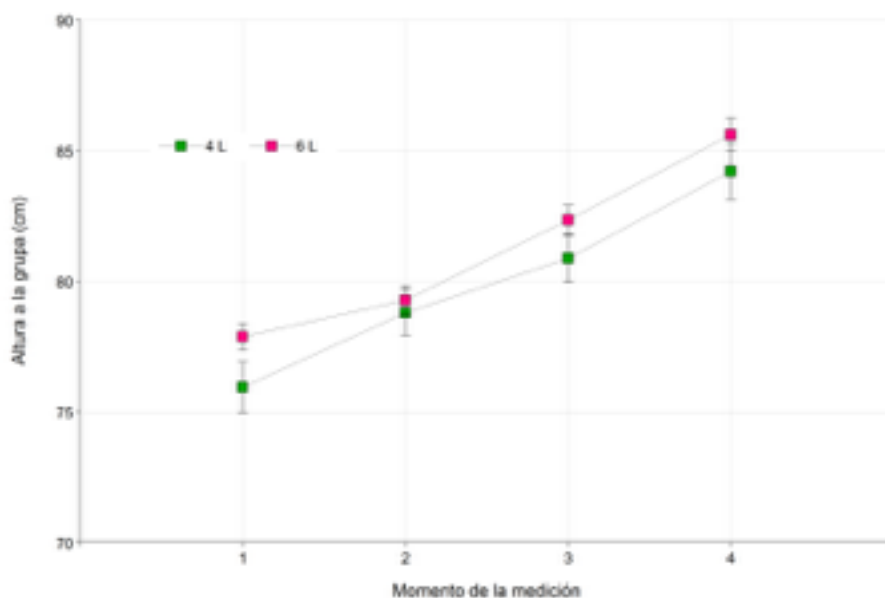
Comparativamente a lo obtenido por Bartlett *et al.* (2006) en terneros alimentados con sustitutos lácteos que contienen 14 o 18 % de proteína, estas diferencias en la composición de la ganancia se debieron, probablemente a la acumulación de un mayor porcentaje de tejido graso en todo el cuerpo por exceso de consumo energético, a raíz de que la ingesta de proteínas es menor que la requerida para la deposición de tejido magro.

**Gráfico 3: Evolución de altura a la cruz**

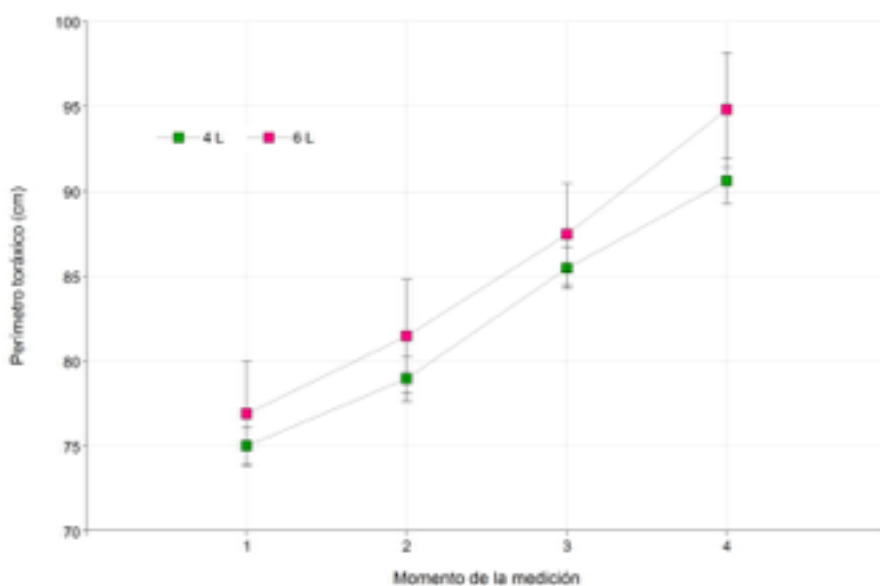


El crecimiento observado a través de la altura a la cruz (gráfico 3), en periodos quincenales, mostró que, a partir de los 30 días de transcurrido el ensayo, hubo una leve tendencia a diferenciarse los que consumieron 6 litros, aunque tal diferencia no fue estadísticamente significativa. Idéntica situación se encontró para el parámetro altura a la grupa (figura 4).

**Grafico 4: Evolución de la altura a la grupa**

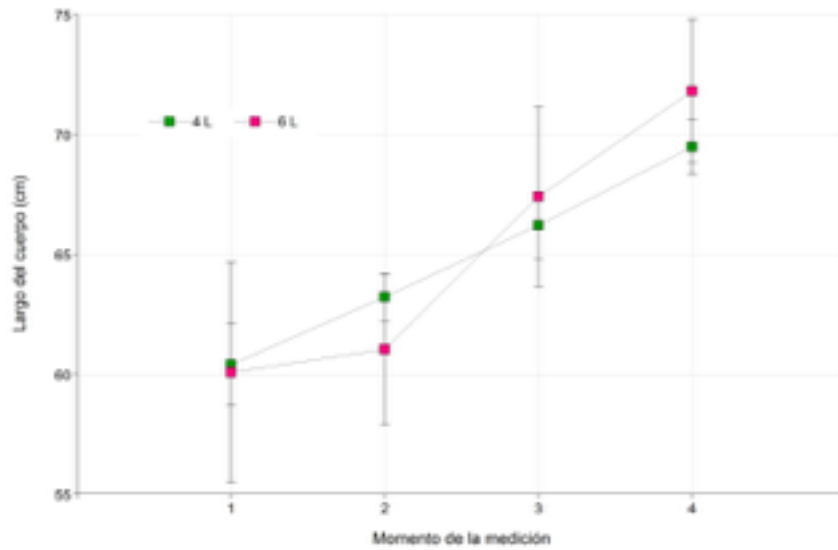


**Grafico 5: Evolución del perímetro torácico**



El crecimiento observado a través del perímetro torácico, según cantidades de sustituto ofrecidas, no mostró diferencias significativas a lo largo de las mediciones efectuadas. No obstante, se observa una tendencia a mayor perímetro torácico a lo largo de todo el ensayo en el grupo que consumió 6 litros de sustituto.

**Gráfico 6: Evolución del largo de cuerpo**



Por último, el crecimiento observado en el periodo experimental, desde el punto de vista de la evolución del largo del cuerpo, no reflejó diferencias significativas al comparar ambos tratamientos. Al momento de la primera medición, ambos grupos presentaron similar largo de cuerpo, con una leve diferencia a favor del grupo de 4 L, que se mantuvo hasta la segunda medición. A partir de aquí, esta condición se revirtió, alcanzando un mayor largo a los 60 días de ensayo, los animales del grupo que consumieron 6 litros diarios.

#### **IV. CONCLUSIONES**

Si bien no se encontraron diferencias al evaluar el impacto del consumo de diferentes cantidades de alimento líquido sobre el crecimiento de los terneros bajo estudio, debería realizarse una evaluación de la composición de la ganancia para determinar los efectos sobre la misma.

El incremento en las cantidades del sustituto lácteo ofrecido, no provocó modificaciones en el consumo de alimento sólido, en ambos grupos, durante el período analizado, lo que sustenta esta estrategia de manejo como propuesta para los sistemas de crianza artificial de terneros.

Sería oportuno evaluar los efectos conjuntos de una mayor concentración de proteína en el alimento líquido ofrecido a diferentes tasas sobre el crecimiento y la composición corporal bajo la suposición de que los terneros engordan en vez de crecer con más susituto.

## VII. BIBLIOGRAFÍA

- BALDWIN, R.L., K. R. MCLEOD, J. L. KLOTZ, AND R. N. HEITMANN. 2004. Rumen Development, Intestinal Growth and Hepatic Metabolism in the Pre- and Postweaning Ruminant. *J. Dairy Sci.* 87: (E. Suppl.):E55–E65. American Dairy Science Association.
- BARTLETT, K.S., F. K. MCKEITH, M. J. VANDEHAAR, G. E. DAHL AND J. K. DRACKLEY. 2006. Growth and body composition of dairy calves fed milk replacers containing different amounts of protein at two feeding rates. *J ANIM SCI* 2006, 84:1454-1467.
- BLÄTTLER, T., H. M. HAMMON , C. MOREL, C PHILIPONA C, A. RAUPRICH , V. ROMÉ , I. LE HUËROU-LURON , P. GUILLOTEAU ,J. W. BLUM . 2001. Feeding colostrum, its composition and feeding duration variably modify proliferation and morphology of the intestine and digestive enzyme activities of neonatal calves. Division of Nutritional Pathology, Faculty of Veterinary Medicine, CH-3012 Berne, Switzerland.
- BLOME, R.M., J. K. DRACKLEY, F. K. MCKEITH, M. F. HUTJENS, AND G. C. MCCOY. 2003. Growth, nutrient utilization, and body composition of dairy calves fed milk replacers containing different amounts of protein. Department of Animal Sciences, University of Illinois.
- DI RIENZO, J.A., F. CASANOVES, M.G. BALZARINI, L. GONZÁLEZ, M.TABLADA, C.W. ROBLEDO. InfoStat versión 2012. Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina. URL <http://www.infostat.com.ar>.
- DRACKLEY, J.K., 2006. Preparing growing heifers and dry cows for lactation. Animal sciences University of Illinois at urban- Champaign USA.
- GARZÓN QUINTERO, B. 2008. Sustitutos lecheros en la alimentación de terneros. *Revista Red Vet*: Vol. VIII N° 5.
- HEINRICH, A.J. y C. M. JONES.2011. Research in dairy and animal science. Feeding the Newborn Dairy Calf. The Pennsylvania State University. <http://www.cas.psu.edu>.
- HILL, S.R., K. F. KNOWLTON, K. M. DANIELS, R. E. JAMES, R. E. PEARSON, A. V. CAPUCO, AND R. M. AKERS. 2008. Effects of Milk Replacer Composition on Growth, Body Composition, and Nutrient Excretion in Preweaned Holstein Heifers. *J. Dairy Sci.* 91:3145–3155 doi:10.3168/jds.2007-0860.
- KHAN, M.A., D.M. WEARY, Y M.A.G VON KEYSELINGK. 2011. Effects of milk ration on solid feed intake, weaning, and performance in dairy heifers. *J. Dairy Sci.* 94: 1071-1081.



- MORENO, J.J., 2004. Bases Fisiológicas y Nutricionales que apoyan las formulaciones actuales de sustitutos lácteos.
- QUIGLEY, J., 2004. Calf Note # 61. Efecto del Consumo de Nutrientes sobre el Crecimiento de los Becerros Productores de Leche. Disponible en: [www.calfnotes.com/CNliquido.htm](http://www.calfnotes.com/CNliquido.htm)
- ROY, J.H.B. 1980. The calf studies in the agricultural and food sciences. Butterwerths. London. England. I Nutrición. 201 p.
- SEEGRABER, F.J. AND J. L. MORRILL. 1986. Effect of protein source in calf milk replacers on morphology and absorptive ability of small intestine. *J. Dairy Sci.* 69:460–49.
- SEILER, R.A., R.A. FABRICIUS, V.H. ROTONDO, Y M.G. VINOCUR. 1995. Agrometeorología de Río Cuarto 1974/1993. Volumen I. FAV-UNRC. pp. 68.
- SHAMAY, A., R. HOMANS, Y. FUERMAN, I. LEVIN, H. BARASH, N. SILANIKOVE, AND S. J. MABJEESH. 2005. Expression of albumin in nonhepatic tissues and its synthesis by the bovine mammary gland. *J. Dairy Sci.* 88:569–576.
- SILVA, P., 1997. Factores fisiológicos y nutricionales que influyen en la utilización de sustitutos lácteos en terneros prerrumiantes. Tesis (en opción al título de Ingeniero Agrónomo). Universidad Católica de Chile. Facultad de Agronomía. 135 p.
- SOBERON, F.; RAFFRENATO, E.; EVERETT, R.W. Y VAN AMBURGH, M.E. 2012. Prewaning milk replacer intake and effects on long-term productivity of dairy calves. *J. Dairy Sci.* 95:783-793.
- SWEENEY, B.C., J. RUSHEN, D. M. WEARY, AND A. M. DE PASSILLÉ. 2010. Duration of weaning, starter intake, and weight gain of dairy calves fed large amounts of milk. *J. Dairy Sci.* 93:148–152 doi: 10.3168/jds.2009-2427 American Dairy Science Association.
- TAMATE, H., A. D. MCGILLIARD, N. L. JACOBSON, AND R. GETTY. 1962. Effect of various dietaries on the anatomical development of the stomach in the calf. *J. Dairy Sci.* 45:408–420.
- YBALMEA, R. 2004. Efecto del nivel de fibra de las dietas integrales en el crecimiento, Desarrollo morfofisiológico del rumen y la conducta de terneros mestizos Holstein en sistemas de crianza artificial. La Habana. 75 h. Tesis (en opción al título de Master en Ciencias de la “Producción con Rumiantes”). Universidad Agraria de La Habana, Cuba.
- ŽITNAN, R., J. VOIGT, U. SCHÖNHUSEN, J. WEGNER, M. KOKARDOVÁ, H. HAGEMEISTER, M. LEVKUT, S. KUHLA, AND A. SOMMER. 1998. Influence of

dietary concentrate to forage ratio on the development of rumen mucosa in calves. Arch. Anim. Nutr. 51:279–291.