

**UNIVERSIDAD DE LA REPÚBLICA**

**FACULTAD DE VETERINARIA**

**EFFECTOS DE DOS PLANOS DE ALIMENTACIÓN DURANTE LA ETAPA  
LACTANTE DE TERNERAS HOLSTEIN SOBRE EL CONSUMO DE  
NUTRIENTES Y SU DESARROLLO CORPORAL**

**por**

**Agustín MARTÍNEZ REY  
Joaquín PEREIRA GADOLA  
Luis PRIORE CASTAÑOLA**

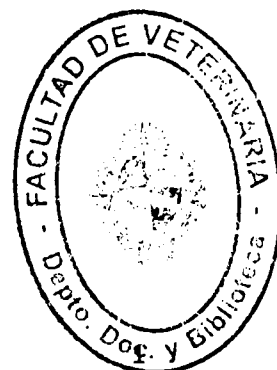
**TESIS DE GRADO**  
presentada como uno de los  
requisitos para obtener el título de  
Doctor en Ciencias Veterinarias  
(Orientación Producción Animal,  
Bloque Rumiantes)

**MODALIDAD Ensayo Experimental**



**FV-33918**

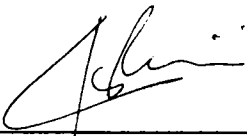
**MONTEVIDEO  
URUGUAY  
2019**



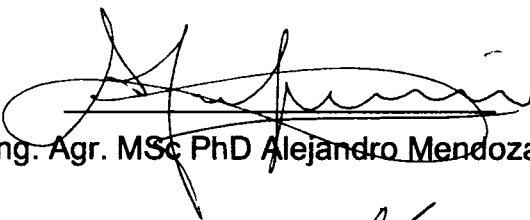
## PAGINA DE APROBACION

Tesis de grado aprobada por:

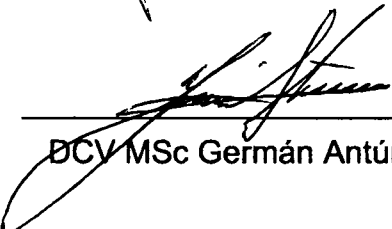
Presidente de mesa:

  
DMTV MSc Maximiliano Pastorini

Segundo miembro (Tutor):

  
Ing. Agr. MSc PhD Alejandro Mendoza

Tercer miembro:

  
DCV MSc Germán Antúnez

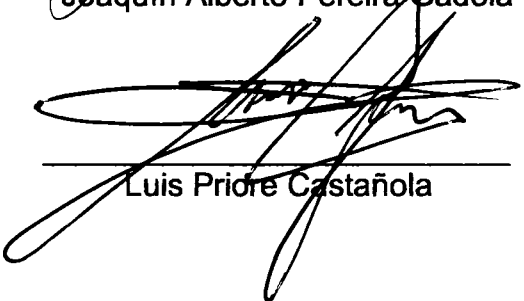
Fecha:

17 de Octubre de 2019

Autores:

  
Cesar Agustín Martínez Rey

  
Joaquín Alberto Pereira Gadola

  
Luis Priore Castañola

## **AGRADECIMIENTOS**

Queremos agradecer a nuestras familias, amigos y compañeros por el apoyo durante toda la carrera.

A Juan Dayuto, Gonzalo Pérez, Sebastián de Trinidad, Sebastián Basantes, Mariángela Rodríguez, Valentina Machado, Claudia Álvarez y Cintia Noble por su amistad y colaboración durante el ensayo.

Al Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria (INIA, "La Estanzuela").

Al Ing. Agr. Alejandro Mendoza por darnos la oportunidad de realizar este trabajo y guiarnos durante el mismo.

A Marcelo Pla, Tatiana Morales, Robert Wijma, "Lobo" López, Tomas López, Raquel y a todo el personal de la unidad de lechería de INIA "La Estanzuela".

Al personal de la biblioteca de Facultad de Veterinaria por su ayuda en la búsqueda de material bibliográfico.

# TABLA DE CONTENIDO

	Página
Página de aprobación.....	2
Agradecimientos .....	3
Lista de tablas y figuras .....	5
1 - Resumen .....	6
2 - Summary .....	7
3 - Introducción .....	8
4 - Revisión bibliográfica.....	9
4.1 - La lechería en Uruguay .....	9
4.2 - La cría de terneros en Uruguay.....	9
4.3 - Crecimiento y desarrollo de terneras.....	11
4.4 - Sistemas de alimentación en la crianza de terneros .....	14
4.5 - Efecto del plano de alimentación durante la crianza sobre el desempeño de terneras: Resumen de antecedentes.....	17
5 - Hipótesis.....	20
6 - Objetivos.....	21
6.1 - Objetivo general.....	21
6.2 - Objetivos Específicos.....	21
7 - Materiales y métodos.....	22
7.1 - Diseño experimental .....	22
7.2 - Mediciones.....	23
7.3 - Análisis estadístico .....	24
8 - Resultados.....	25
8.1 - Consumo de leche y concentrado .....	25
8.2 - Peso vivo .....	27
8.3 - Medidas corporales.....	28
8.4 - Eficiencia de conversión .....	28
9 - Discusión .....	29
10 - Conclusión.....	31
11 - Bibliografía.....	32

## LISTA DE TABLAS Y FIGURAS

Página

Tabla 1- Composición de las muestras de leche usada en los tratamientos según el mes que se obtuvieron.....	22
Tabla 2- Composición química de los alimentos sólidos usados durante el periodo experimental.....	23
Tabla 3- Consumo de leche, concentrado y EM según tratamientos entre la semana 2 y 8 del experimento.....	25
Tabla 4- Resultados de peso y medidas corporales según tratamiento.....	28
Figura 1- Evolución del consumo de energía metabolizable proveniente de leche (panel superior), concentrado (panel central) y total (panel inferior) según tratamiento (los asteriscos en una determinada fecha indican diferencias entre tratamientos ( $P < 0,05$ ).....	26
Figura 2- Evolución del peso vivo (panel superior) y altura a la cruz (panel inferior) según tratamiento (los asteriscos en una determinada fecha indican diferencias entre tratamientos ( $P < 0,05$ ).....	27

## RESUMEN

El experimento consistió en evaluar los efectos a corto plazo del aumento de la oferta de leche en el período lactante (nacimiento hasta desleche) de terneras Holstein sobre el consumo de nutrientes y su desarrollo corporal. El ensayo se realizó en la Unidad de Lechería del Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria (INIA) "La Estanzuela" ubicado en el departamento de Colonia, Uruguay. Para esto, se utilizaron 34 terneras Holstein provenientes de madres multíparas, que al segundo día de vida los animales fueron asignados al azar a 2 tratamientos alimenticios: Tratamiento 4 (T4), que consistió en una oferta diaria de 4 litros de leche y Tratamiento 8 (T8), que consistió en una oferta diaria de 8 litros de leche, que fueron ofrecidos en dos tomas. Durante todo el estudio (56 días) se realizaron mediciones semanales de consumo en dos días consecutivos, tanto de leche como de concentrado iniciador. Para analizar el desarrollo corporal de los animales se realizaron mediciones corporales de forma quincenal: peso vivo, altura a la cruz, altura a la cadera, circunferencia torácica y ancho de caderas. Las terneras T8 tuvieron una mayor ingesta diaria de energía metabolizable, lograron un mayor peso vivo, altura de la cruz, perímetro torácico y altura de caderas al final del estudio, y tuvieron una mayor eficiencia de conversión del alimento.

## **SUMMARY**

The experiment consisted of evaluating the short term effects of the increase in the supply of milk in the lactating period (birth to weeding) of Holstein calves on nutrient consumption and body development. The trial was conducted in the Dairy Unit of the National Institute of Agricultural Research (INIA) "La Estanzuela" located in the department of Colonia, Uruguay. For this, 34 Holstein calves from multiparous mothers were used, blocked by date of birth. On the second day of life the animals were randomly assigned to 2 food treatments: Treatment 4 (T4), which consisted of a daily supply of 4 liters of milk and Treatment 8 (T8), which consisted of a daily supply of 8 liters of milk, which were offered in two doses. During the duration of the trial (56 days) weekly measurements of consumption were made on two consecutive days, both milk and starter concentrate. Similarly, to analyze the body development of the animals, bodily measurements were made biweekly: live weight, height at the withers, height at the hip, thoracic circumference and width of the hips. As results we obtained that, the T8 calves consumed on average more milk, therefore had a higher intake of EM / day also achieved a higher live weight and in terms of body measurements obtained higher values for height of the cross, thoracic perimeter and height of hips not so for width of hips than calves of T4.

## INTRODUCCIÓN

La cría de terneros en los sistemas de producción lechera se puede definir como el período comprendido entre el nacimiento y el momento del desleche. El objetivo de esta etapa es lograr el desleche de los terneros entre los 45 y 60 días de vida, acelerando el paso de lactante a rumiante (Berra, 2005). La eficiencia en la crianza de terneras saludables es esencial para aumentar o mantener el rodeo lechero y, por ende, la productividad global del predio (Gulliksen et al., 2009).

Las estrategias tradicionales de oferta de alimento líquido a terneros plantean suministrar 4 L de leche o sustituto lácteo por día, con el fin de estimular un pronto consumo de concentrados y forrajes, que son alimentos más baratos. Sin embargo, este manejo está asociado con sensación de hambre (Viera et al., 2008), bajo crecimiento y pobre salud en los terneros (Khan et al., 2011). Actualmente, la tendencia es suministrar 6 a 8 L/día, ya que se observaron mayores tasas de crecimiento y condición corporal, adelanto de la pubertad y mayor producción de leche durante la primera lactación (Soberon & Van Amburgh 2013). Estas nuevas estrategias de alimentación de las terneras están de acuerdo con el interés en programar el primer servicio a edades tempranas (15 meses o menos), y por lo tanto primer parto entre 23 y 25 meses de edad, que también tendría beneficios sobre la longevidad del ganado lechero y la productividad futura (Bach, 2012).

Datos generados en Uruguay muestran que, en promedio, se administran 4,5 L de leche o sustituto diario por ternero durante el período de crianza, repartidos en 2 tomas (Schild, 2017). Estas cifras son similares o algo inferiores a las reportadas en otros países; por ejemplo, en Canadá, Brasil y República Checa, este valor alcanza los 4, 4-5, y 6 L/día, respectivamente (Vasseur et al., 2010; Hötzel et al., 2014; Staněk et al., 2014). Esto puede tener repercusiones negativas en el desarrollo de los animales, en especial en las primeras semanas de vida.

Según Schild (2017) el 0,9% de los tambos encuestados ofrecía una toma diaria de leche/sustituto lácteo, el 94,2% ofrecía 2 tomas diarias, y el 0,45% ofrecía 3 tomas diarias. El 3,1% de los tambos poseían amamantadoras automáticas, y el 1,3% usaba vacas amas o nodrizas para alimentar a los terneros. La edad promedio al desleche fue de 73 días, con un mínimo de 30 y un máximo de 120. En cuanto al método usado, el 74,2% de los establecimientos realizaba un desleche gradual durante varios días, mientras que el 25,8% realizaba un destete abrupto (de un día para el otro).

Por lo anterior, surge que hay una oportunidad de mejora del desempeño a corto y eventualmente a largo plazo de mejorar la alimentación de las terneras durante la crianza. En este trabajo se estudiará la respuesta a la mejora en el plano de alimentación sobre el crecimiento y desarrollo de las terneras en la etapa de cría.



## **REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA**

### **La lechería en Uruguay**

La producción lechera en Uruguay tiene importancia sociocultural y económica. La actividad genera una gran cantidad de puestos de trabajo y de productos lácteos, que representan una importante fuente de alimentos para la población nacional, siendo Uruguay uno de los mayores productores y consumidores per cápita de productos lácteos de América Latina (FAO, 2011).

El año 2017 culminó con un incremento de la producción lechera nacional respecto del año anterior, aumentando de 1.816 a 2.049 millones de litros de leche, que significó un incremento acumulado de cerca del 30% desde el 2009. Sin embargo, el área total destinada a la lechería bajó levemente, de 857.000 ha en 2009, a 827 mil ha en 2017, lo que representó una reducción del 3,6%. Esto indica que hubo un proceso de intensificación productiva, con aumento de la productividad de leche/hectárea, que es resultado de una mayor producción/vaca y un aumento del número de vacas en ordeño por unidad de superficie (DIEA, 2018).

Con respecto a la ubicación geográfica la producción de leche en el país sigue manteniendo una amplia dispersión territorial, pero con una marcada concentración en las zonas de Florida, San José y Colonia (DIEA, 2018).

### **La cría de terneros en Uruguay**

La cría de terneros se define como un conjunto de pautas de manejo, que tienen como objetivo el desleche de los terneros entre los 45 y 60 días de vida, acelerando el paso de lactante a rumiante, en un sistema económicamente rentable (Berra, 2005).

Una buena crianza debe garantizar, en los sistemas de alojamiento al aire libre, que los terneros tengan reparo y camas de paja para protegerlos, suficiente espacio para realizar rotación luego de lluvias, así como también adecuada sombra y agua fresca en días calurosos. Mientras que en los sistemas bajo techo, es esencial la ventilación e higiene, como así también contar con espacio extra que sirva de vacío sanitario (Schild, 2017).

Según Schild (2017), la crianza de terneros y el manejo de los prepartos son eslabones débiles en la cadena de la producción lechera; sin embargo, ambos son de los más importantes, pues en ellos se encuentra la futura reposición y por ende sustentabilidad del tambo. A nivel nacional y predial muchas de prácticas de manejo, así como las tasas de mortalidad, podrían ser mejoradas.

La cría de terneros de tambo es una etapa de vital importancia en cualquier sistema de producción de leche. La misma generalmente se realiza de modo artificial, con empleo de leche o sustituto lácteo y concentrado, lo que implica importantes costos para el productor (Quiroz y Ruiz, 2012). Por lo tanto, la

eficiencia en la crianza de terneras saludables es esencial para aumentar o mantener el stock ganadero (reposición) y, por ende, la productividad (Gulliksen y col., 2009). La supervivencia de las terneras depende de una combinación compleja de factores de manejo, ambientales, nutricionales, inmunológicos y sanitarios (McGuirk, 2008; Mee, 2008).

La cría es fundamental para el sector lechero, ya que todos los años se descartan animales adultos que están produciendo por varios motivos, y que es necesario reponerlos. Esto puede lograrse comprando hembras, o incorporando hembras que hayan sido criadas y recriadas por el productor; en general, en Uruguay la gran mayoría de los productores retiene las terneras hembras nacidas en su totalidad (95% de las explotaciones), situación que aumenta con la escala de los tambos, donde lógicamente hay menos restricciones de superficie (DIEA 2009).

La cría tiene una influencia muy importante en el futuro reproductivo y en la longevidad del ganado lechero. Para lograr la mayor producción de leche y rentabilidad económica en toda la vida del animal, el primer parto debe ocurrir entre los 23 a 25 meses, esto requiere el primer servicio antes de los 15 meses. La pubertad debe ocurrir al menos 6 semanas antes del primer servicio, para que se desarrolle una serie de ciclos estrales y así aumentar la fertilidad (Wathes y col., 2014).

A pesar de lo anterior, a nivel nacional existe poca información sobre el proceso de cría y recria de hembras lecheras de reemplazo. Sin embargo, según los datos del Instituto para el Mejoramiento y Control Lechero Uruguayo, que, indica que la edad promedio al primer parto es de 30,4 meses (MU, 2019). Esta edad al primer parto se encuentra muy por encima de los valores óptimos reportados en la bibliografía (Heinrichs, 1993; Hoffman y Funk, 1992; Le Cozler y col., 2008).

Según Schild (2017), el 98,9% de los establecimientos no mezclaba terneras de distintas procedencias u origen, es decir que las terneras nacían y eran criadas en el mismo tambo, mientras que en el 3,1% restante las terneras que eran criadas en dicho tambo, pero habían nacido en otro establecimiento. De 225 predios encuestados, el 56% criaba sólo a las terneras hembras. Respecto a la cantidad máxima de terneros que se podrían criar los establecimientos encuestados, el promedio de capacidad fue de 101 terneros, con un mínimo de 9 y un máximo de 1300 terneros. En cuanto a la superficie utilizada para la crianza, de 225 establecimientos, el promedio fue de 10.240 m<sup>2</sup>, con un mínimo de 100 m<sup>2</sup> y un máximo de 70.000 m<sup>2</sup>.

En cuanto al calostrado artificial, sólo el 9% de los establecimientos realizaba esta práctica de forma rutinaria y de ellos, y sólo el 10% administraba una cantidad (volumen) de calostro adecuado; en promedio, se ofrecían 2,5 L totales, con un mínimo de 1 L y un máximo de 6 L. El 69,4% de los establecimientos que calostraban artificialmente lo hacían antes de las 12 h. Además, el 24,7% evaluaba correctamente la calidad de calostro, el 69,4% calostraba antes de las 12 h, siendo este un tiempo adecuado, pero en el límite, para la absorción intestinal de las inmunoglobulinas calostrales (Davis y Drackley, 2002). Sin embargo, si se consideran los establecimientos que incluyen la ejecución de

todas estas prácticas, consideradas como buenas en un programa de calostrado, solamente muy pocos establecimientos las realizaban (Schild, 2017).

## **Crecimiento y desarrollo de terneras**

Al momento del nacimiento, el ternero tiene baja inmunidad o "defensas" para enfrentar los microorganismos del medio ambiente. El calostro producido por su madre contiene estas defensas, las inmunoglobulinas, y en la medida que lo ingiera dentro del primer día de vida podrá absorberlas (inmunidad pasiva). Del segundo día en adelante, no existe la posibilidad que estas inmunoglobulinas traspasen la pared intestinal. El desarrollo de sus propias defensas (inmunidad activa), se realiza en los primeros 2 a 3 meses de vida. Además de las inmunoglobulinas, el calostro tiene un relevante rol nutricional, ya que contiene una elevada cantidad de nutrientes, como energía, proteínas, vitaminas y minerales (Bermeo, 2011).

Terneros que no reciben una adecuada inmunidad calostrada (conocida como transferencia de inmunidad pasiva o TIP) son susceptibles a desarrollar enfermedades entéricas (Blom, 1982; McGuirk, 2008), respiratorias (Blom, 1982; Virtala y col., 1999) y/o septicemias bacterianas (Fecteau y col., 2009). En este caso, se considera que hubo una falla en la transferencia de inmunidad pasiva (Godden, 2008).

Una adecuada TIP resulta de la absorción intestinal de un mínimo de 100 g de IgG (Weaver y col., 2000). Sin embargo, la eficiencia de absorción aparente de IgG a nivel de intestino delgado es menor al 30% y por lo tanto se estima que es necesaria una ingesta de 3 o 4 L de calostro de buena calidad (>50 g/L de IgG) tan pronto como sea posible luego del nacimiento (McGuirk y Collins 2004; Lorenz y col., 2011).

El sistema digestivo del ternero comienza su desarrollo tempranamente en la etapa embrionaria. Los compartimientos que componen los pre-estómagos (rumen, retículo, omaso, abomaso), que son la característica definitiva de los rumiantes, son claramente visibles a los 56 días después de la concepción. Al nacimiento, el abomaso es el compartimiento predominante, y constituye el estómago verdadero debido a su capacidad de realizar la digestión gástrica de las proteínas al igual que ocurre en los no rumiantes (Davis y Drackley, 2002).

El comienzo del desarrollo de los pre-estómagos depende principalmente de que el ternero tenga acceso a heno, concentrado y agua a partir de la segunda semana de vida. Incluso ya se observan movimientos ruminales en la primera y segunda semana de vida y también breves fases de rumia, pero las contracciones retículo-ruminales cíclicas recién comienzan paulatinamente en el curso de las primeras 6-8 semanas de vida. La colonización bacteriana se inicia durante el parto o inmediatamente después y al principio por bacterias aerobias o aerobias facultativas como *Escherichia coli*, gérmenes coliformes y cocos; poco después aparecen lactobacilos y con el creciente consumo de alimento sólido se establecen la flora y fauna pre-estomacal típica (Dirksen y col., 2005).

El desarrollo de los pre-estómagos suele dividirse en tres períodos. En el primer período, entre el nacimiento y las tres semanas de vida, el animal es "lactante", posee sólo 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 (alrededor de 1 g/L). En un segundo período comprendido entre las tres y las ocho semanas de vida, que se considera "de transición", el animal comienza a ingerir pequeñas cantidades de alimento sólido y se van desarrollando gradualmente los pre-estómagos. Los valores de glucemia comienzan a disminuir mientras aumenta la concentración plasmática de ácidos grasos volátiles (AGV), especialmente acetato, propionato y butirato. A partir de las ocho semanas de vida se considera que los pre-estómagos están bien desarrollados y permiten una digestión fermentativa propia del "rumiante adulto" (Relling y Mattioli, 2003).

El ternero es un monogástrico obligado en la primera etapa de su vida, siendo el abomaso el único estómago funcional. Como resultado de esto, solo el alimento líquido puede ser utilizado efectivamente durante las primeras semanas de vida. Cuando la leche ingresa al abomaso se forma el cuajo, debido a la coagulación de la caseína por la acción de enzimas, renina y pepsina además del ácido clorhídrico. La grasa de la leche y algo de agua además de minerales también quedan atrapados en el cuajo que es retenido en el abomaso para ser digerido. Las proteínas del suero, lactosa y minerales se separan rápidamente del cuajo pasando al intestino delgado, en donde la lactosa es digerida; además, la caseína y la grasa le proveen energía al ternero (Wattiaux, 1994).

Los factores específicos que actúan en el desarrollo de los pre-estómagos son los AGV, que son el resultado de la fermentación microbiana de los hidratos de carbono y de las proteínas de las dietas. Con posterioridad, se demostró que la adicción de soluciones débiles de estos ácidos al retículo-rumen de terneros alimentados con leche (que no recibieron alimento seco) produjo cambios importantes en la tasa de crecimiento de los tejidos papilares de estos compartimentos y en el desarrollo de la capacidad absorptiva. El ácido butírico y propiónico son los principales estimulantes del crecimiento tisular, en parte debido a que se metabolizan en gran medida por los tejidos del rumen durante la absorción. Su metabolismo aporta la energía para el crecimiento de tejido epitelial y para las contracciones musculares del rumen. Además, el butirato y el propionato tienen efectos directos en la proliferación y diferenciación de las células epiteliales gastrointestinales (Davis y Drackley, 2002). Por consiguiente, para asegurar el crecimiento normal de los tejidos de los pre-estómagos, se debe estimular al ternero para que consuma alimento seco a una edad temprana, y particularmente concentrados, que son los alimentos que favorecen una mayor producción de ácido butírico y propiónico (Davis y Drackley, 2002).

Casi a las 12-16 semanas de edad, los compartimentos segmentados del estómago del ternero alcanzan proporciones similares a las del animal adulto. Estas proporciones, basadas en el peso de los tejidos, son aproximadamente 67%, 18% y 15% para el retículo-rumen, omaso y abomaso, respectivamente. Al nacimiento, las proporciones son de alrededor del 38%, 13% y 49%. En contraste con los pre-estómagos, el abomaso no se ve afectado en gran medida por la

dieta y su crecimiento es más o menos proporcional al del cuerpo mismo (Davis y Drackley, 2002).

Otra característica distintiva del sistema digestivo pre-ruminal es la presencia de un pliegue de tejido que va de la base del esófago (cardias) al orificio retículo-omasal (Ørskov y col., 1970; Ørskov, 1972). La contracción de los músculos de este pliegue forma un tubo, conocido como gotera esofágica, a través del cual la leche y otros líquidos pasan en forma directa al abomaso sin que prácticamente pase líquido al retículo-rumen. Ørskov (1972) demostró de manera concluyente que el cierre del surco es un reflejo condicionado. Su cierre no depende de la composición del líquido ingerido o de la manera en que el líquido es administrado. Los estímulos visuales y de otro tipo que el animal asocia con la administración del alimento provocan el cierre del surco. Si no se permite el consumo libre de agua, el líquido del alimento va a satisfacer la sed del animal, y como consecuencia la leche o el sustituto lácteo pasarán a los pre-estómagos en lugar de pasar al abomaso.

Para que haya un completo pasaje de lactante a rumiante es entonces indispensable que el animal comience a ingerir de forma temprana el concentrado, para que adquiera la microbiota anaerobia correspondiente, desarrolle de forma completa los mecanismos de absorción y metabolismo de nutrientes, y haya una correcta maduración del sistema salival (Khan et al., 2016). El consumo de concentrado en la etapa de cría entonces tiene múltiples objetivos: cumplir con los requerimientos nutricionales de los terneros, que solo con la ingesta de leche no se cubrirían (Davis y Drackley, 2002); fomentar el pasaje de lactante a rumiante, promoviendo el desarrollo de las papilas ruminales y el establecimiento de la flora ruminal (Khan et al., 2016; Lagger, 2010); y evitar la disminución de la tasa de crecimiento durante la etapa de transición (Terré y Bach, 2013).

Si bien durante la fase de transición el ternero deberá cubrir sus requerimientos tanto con la leche o sustituto lácteo y la ración iniciadora, en los primeros 14 días de vida estos se cubrirán únicamente con el consumo de leche. Esto se debe a que durante los primeros días la ingesta de concentrado es mínima; recién cuando el consumo sea superior a 450 g se podrá tomar en cuenta como parte de la dieta del animal (Davis y Drackley, 2002).

En la fase de transición el agua ocupa un lugar importante, dado que estimula el consumo de alimentos sólidos (Elizondo-Salazar, 2013) y brinda humedad al rumen, lo que contribuye al desarrollo de la flora microbiana (Almeyda, 2013). Esta es esencial para el crecimiento óptimo, dado que actúa como solvente de nutrientes, termorregulador y osmorregulador (NRC, 2001).

La energía ingerida es utilizada por el animal para múltiples funciones: la primera es para el metabolismo basal, siguiendo por la termogénesis, el sistema inmune y como última prioridad el crecimiento (Joshi et al., 2014). Según el NRC (2001), los requerimientos diarios de energía metabolizable (EM) para mantenimiento son  $0,100 \text{ Mcal/kg}^{0,75}$ ; este valor aumenta con la edad y las ganancias diarias (Joshi et al., 2014) y varía según la producción de calor por parte del animal (Davis y Drackley, 2002). La cantidad de energía requerida por el ternero para

mantenimiento depende entonces de múltiples factores, siendo la variación de la temperatura ambiente uno de los de mayor importancia, dado que los terneros que se encuentran fuera de su temperatura de confort (7 a 25°C) requieren de mayor gasto energético para mantenimiento (NRC, 2001). También varían con la presencia de factores estresantes, como lo son por ejemplo la ingesta de agua fría, la cual lleva a que los requerimientos aumenten (Joshi et al., 2014).

Por lo tanto, a nivel energético, las exigencias de la ternera se dividen en las necesidades para mantenimiento y crecimiento (Ford y Park, 2001; Lohakare y col., 2012; Perry, 2012). Los procesos de fermentación que se desencadenan en el rumen de la ternera deslechada y la oxidación que se da en los tejidos forman parte del metabolismo basal del animal al igual que el alimentarse, beber, caminar y demás actividades físicas propias del comportamiento de la ternera (Lalman et al., 1993; James, 2011). Se deben tomar en cuenta otros factores de gran importancia en el desempeño nutricional, como la calidad de la proteína y su contenido de aminoácidos, especialmente lisina y metionina (James, 2011). En este sentido, el uso de leche en lugar de sustituto lácteo, proveería a la ternera de una dieta de mayor calidad y más segura (Baró y col., 2001).

### **Sistemas de alimentación en la crianza de terneros**

Existen varias opciones de crianza del ternero que van desde la crianza natural con el ternero al pie de la vaca, hasta la crianza artificial en donde el ternero se separa inmediatamente de su madre. De este modo, la alimentación del ternero va a depender del sistema de crianza que se utilice.

En el sistema artificial, el ternero se separa de la vaca e ingresa a un régimen de alimentación y manejo que le provee todo lo necesario para su crecimiento y desarrollo. Debería estar protegido de la lluvia y el viento, pero al mismo tiempo considerar una buena ventilación con aire fresco, evitando las corrientes directas. Según los recursos disponibles, se pueden manejar los terneros individualmente o en grupos de similar edad y/o peso. El manejo individual permite una observación del animal para su manejo alimenticio y sanitario (Lanuza, 2006).

#### *Dieta líquida*

La leche entera por lo general fomenta el mejor crecimiento del ternero ya que contiene altos niveles de proteína y de grasa para mantener a la ternera en crecimiento (James, 2011). La leche tiene, en promedio, 12,7 % de sólidos totales, 4,85 Mcal de energía metabolizable (EM)/kg, y 26,5 % de proteína cruda (PC) en base seca. Las proteínas de este alimento son la lactoglobulina, la lactoalbúmina y las caseínas, siendo estas últimas las de mayor valor nutricional porque contienen todos los aminoácidos esenciales para el animal (Baró y col., 2001). Las terneras requieren nutrientes altamente digestibles en la dieta líquida debido al limitado desarrollo de enzimas que digieren la proteína y la energía de origen vegetal (Van Soest, 1994).

Según James (2011), se encuentran diferentes alternativas para la dieta de los terneros; dentro de estas podemos utilizar leche entera (vendible), leche de descarte o sustitutos de leche. La selección de cada alternativa dependerá de los beneficios y riesgos de cada programa de alimentación. La leche entera favorece el crecimiento de las terneras, debido a sus altos niveles de proteína y la alta digestibilidad de los nutrientes, pero, por otra parte, es más cara y puede correr el riesgo de transmisión de enfermedades.

La leche de descarte proveniente de vacas paridas en los últimos tres días, o de vacas tratadas con antibióticos, contiene niveles similares de proteína, grasa y lactosa de la leche entera; sin embargo, el suministro de este tipo de leche proveniente de vacas tratadas con antibióticos, puede ser perjudicial para la salud de las terneras. El avance de la tecnología ha permitido diseñar sistemas de pasteurización, con lo cual se lograron disminuir hasta un 98% los microorganismos presentes (James, 2011).

Los sustitutos de leche han permitido a los productores comercializar la leche entera "vendible" proporcionando nutrientes a los terneros, obteniendo casi el mismo crecimiento y rendimiento que se obtiene con la leche entera, a menor costo y mayor bioseguridad. Básicamente, los sustitutos de leche se basan en el uso de proteínas de suero de leche, proteínas vegetales (menor al 50 % para evitar alteraciones en el intestino) y lactosa como principal carbohidrato, que se utiliza debido a su alta digestibilidad (James, 2011).

Según un informe estadístico realizado en el año 2007, el 96% de los productores de leche utilizan leche entera como componente líquido de la dieta, y solo el 10% de ellos utilizan sustituto lácteo (DIEA, 2007). En cuanto a la leche de descarte, según Schild (2017), el 67 % de los establecimientos de nuestro país la utilizan en la alimentación de sus terneros.

Con respecto a la disponibilidad de agua, los terneros deben tener acceso a agua limpia y fresca todo el día. Para su administración se recomienda no usar el mismo balde de la leche (en caso de la estaca). Es conveniente esperar por lo menos una hora después de la toma de leche, para administrar el agua. Si el ternero no dispone de agua y se queda con sed, deprime o baja el consumo de alimento balanceado, logrando menores ganancias de peso (Berra, 2005).

### *Dieta sólida*

En adición a la oferta líquida, generalmente se suministra un concentrado iniciador como suplemento (NRC, 2001). Este debe tener un porcentaje de proteína del 18 al 20 % y poseer además una buena concentración energética y fibra de alta digestibilidad (Svensson y Hultgren, 2008). La fermentación de los concentrados generará AGV, que son necesario para un adecuado desarrollo de la mucosa ruminal. Adicionalmente, el ácido propiónico, vía sanguínea, se dirige al hígado, donde es convertido en glucosa vía gluconeogénesis; por otra parte, los ácidos acético y butírico se convierten en lípidos (Van Soest, 1994).

Para cubrir los requerimientos de la ternera lactante se han determinado principalmente dos sistemas de manejo. Los sistemas convencionales o tradicionales de alimentación en la etapa lactante de terneras, que consisten en el suministro constante de leche con cantidades equivalentes al 10 % del peso vivo al nacer en dos tomas diarias, y, por otra parte, los sistemas de cría intensiva o crecimiento acelerado, que suponen el suministro de cantidades de sólidos lácteos similares a las que el ternero consumiría si fuera amamantado por su madre (James, 2011).

Los programas de alimentación líquida tradicionalmente se basan en tratar de minimizar los costos de crianza y fomentar el desarrollo temprano del rumen (James, 2011). Este autor denomina programas “tradicionales” a aquellos que se basan en el aporte de 454 g de sólidos de leche, equivalentes a 4 litros de leche entera con un contenido de un 20% de proteína y entre un 10 – 20 % de grasa. A esta dieta se le agrega un concentrado iniciador desde los primeros días (NRC, 2001). Cuando la ternera consume alrededor de 1 kg de concentrado durante 3 días seguidos, se realiza el desleche, que es a las 7 u 8 semanas de vida (James, 2011). Este tipo de manejo facilita las labores cotidianas del productor y además reduce el costo directo debido a la cantidad que es ofrecida (aproximadamente 4 L/d) (Raeth-Knight y col., 2009). A pesar del costo bajo por día en sistemas de alimentación tradicional, esta práctica ignora la influencia del tamaño corporal, el medio ambiente e ingredientes utilizados en la dieta sobre el crecimiento, el desarrollo y la salud de la ternera previo al desleche (James, 2011).

Por otra parte, la crianza intensiva o crecimiento acelerado surge como una nueva propuesta, que toma como base el comportamiento natural, aplicando los principios del bienestar animal, y que supone suministrar cantidades semejantes a lo que tomaría la ternera al pie de la madre, que en general equivalen a 2 o 3 veces más leche que la usada en la crianza convencional (Raeth-Knight y col., 2009). El manejo del concentrado sería similar al del sistema tradicional. Sin embargo, se ha observado que la ingesta de concentrado iniciador se ve retrasada en las primeras semanas de vida; por ejemplo, Morrison y col. (2012) determinaron que por cada 100 g extra de leche que la ternera consume, la ingesta de concentrado se vería reducida en 39 g por día, lo que podría tener un impacto sobre la adaptación del animal a la alimentación pos desleche en pasturas, a través de un disminuido desarrollo ruminal (Bach, 2012). Sin embargo, este menor consumo de concentrado luego se compensa debido al mayor tamaño que generalmente posee la ternera (James, 2011). Las ventajas de este sistema se verían reflejadas en animales con mayores ganancias de peso y más pesados al desleche (James, 2011), según se presentará más adelante.

Cuando se permite mamar libremente a las terneras, estas consumen entre 16 a 24 % de su peso vivo, en 6 a 10 mamadas diarias. Por lo tanto, una ternera de 40 kg consume entre 6,4 a 9,6 kg de leche, lo cual equivale a 0,8 a 1,2 kg de materia seca de leche por día; esto es más del doble de lo que se recomienda dar en los sistemas “tradicionales” (Lagger, 2010). De hecho, existen trabajos en



diversas especies animales que demuestran que los nutrientes en la vida temprana tienen efectos sobre el desarrollo del animal a largo plazo (Van Amburgh, 2014). Para lograr beneficios productivos a largo plazo, las terneras deberían duplicar su peso al nacer en el momento del destete (56 días) (Van Amburgh, 2014). Esto implica intensificar la tasa de alimentación de sustituto lácteo (o leche) a los terneros lactantes, a prácticamente el doble de las recomendaciones convencionales. El objetivo de estos programas es potenciar el rápido crecimiento de los tejidos magros sin acumular grasa en las terneras (Drackley, 2004).

### **Efecto del plano de alimentación durante la crianza sobre el desempeño de terneras: Resumen de antecedentes**

Diversos trabajos han encontrado que un aumento en la ingesta de nutrientes en la crianza (primeros 2 meses de vida) a partir de leche o sustituto lácteo, resultó en aumentos en la producción de leche en la primer lactancia de entre 450 y 1300 kg de leche, en comparación con la producción de terneras alimentadas durante el mismo período en forma restringida (Shamay y col., 2005; Terré y col., 2009; Soberon y col., 2012; citados por Van Amburgh, 2014).

Los programas de alimentación que apuntan a un mayor crecimiento temprano de las terneras suponen una serie de ventajas y desventajas. Dentro de las ventajas, se mejoraría la salud, por un mayor desarrollo del sistema inmunológico, se reducirían las muertes por una pobre nutrición, habría una disminución de la edad al primer parto, asociado a una entrada en la etapa reproductiva más temprana, un aumento de la eficiencia en la conversión, y finalmente una mayor producción de leche, lo que permitiría la recuperación de la inversión inicial Drackley (2004). Como desventajas, habría un aumento de costos, ya que se requiere mayor cantidad de sustituto lácteo o leche, podría haber un retraso en el desarrollo del rumen, ya que el aumento de consumo de líquidos enlentece el consumo de concentrado iniciador y por ende el rápido desarrollo del rumen, y además, estos sistemas podrían demandar mayor cantidad de mano de obra Drackley (2004).

En un estudio donde se compararon 4 tipos de dietas diferentes en el período lactante: 5 y 10 litros de sustituto lácteo con 21% de proteína (base seca) o 5 y 10 litros de sustituto lácteo con 27% de proteína (base seca), Morrison y col. (2009) determinaron que las diferencias de peso vivo y tamaño corporal al destete a favor de las terneras que consumieron 10 litros de sustituto (independiente del nivel de proteína) desaparecieron a los 90 días de vida. No se encontraron diferencias en cuanto a mediciones corporales entre los tratamientos de 10 litros de sustituto lácteo con diferentes porcentajes de proteína.

En un experimento en donde suministraron 4 u 8 litros de leche entera a terneras durante la crianza. Los autores llegaron a la conclusión de que suministrar una mayor cantidad de leche entera en el período lactante dio como resultado un mayor peso, mayor ganancia diaria y mayor altura a la cruz; no tiene efectos

significativos en la edad al primer parto y la producción de leche en la primera lactancia (Kiezebrink y col.,2015).

En otro estudio, intensificar la alimentación durante el período lactante no aumentó la producción de leche en la primera lactancia, en comparación con una dieta convencional, aunque los animales que recibieron la dieta intensiva llegaron al primer parto 27,5 días antes a los que reciben un tratamiento tradicional (Raeth-Knight y col., 2009).

Shamay y col. (2005) realizaron un trabajo donde a un grupo de terneras se les ofreció 0,450 Kg de MS/día de sustituto lácteo, y a otro grupo se le permitió libre acceso a la leche por 30 minutos dos veces al día, hasta el día 50 de vida; luego los 2 grupos fueron criados en las mismas condiciones. Los autores observaron que los terneros del segundo grupo tuvieron mayor eficiencia de conversión, alcanzaron la pubertad 23 días antes que los alimentados con 0,450 kg de MS/día. Según los autores, la libre alimentación en ese período podría crear cambios a largo plazo en la programación del desarrollo de distintos órganos, que tendría efectos permanentes y que se podrían traducir, por ejemplo, en cambios en la edad con la cual llegan las vaquillonas a la pubertad.

En otro estudio, Davis-Rincker y col. (2011) suministraron un sustituto lácteo rico en proteínas y grasa (30,6% proteína y 16,1% de grasa) al 2,1 % de peso vivo en base seca (dieta intensiva), o una dieta convencional (21,5% proteína y 21,5% de grasa) al 1,2% de peso vivo en base seca, a terneras entre el día 2 de vida y el desleche a los 42 días. Estos autores reportaron que las terneras que recibieron la dieta intensiva llegaron a la pubertad con 20 kg menos y 31 días antes que las terneras alimentadas con la dieta convencional, tuvieron menor altura a la cruz y menor ancho entre caderas que las terneras manejadas con un mayor plano de alimentación. Asimismo, reportan que, pese a que los costos de la cría intensificada fueron mayores respecto a la tradicional, la disminución del tiempo no productivo y una tendencia a producir más leche llevarían a que esta inversión sea rentable para el productor lechero.

Según Raeth-Knight y col. (2009), alimento a los terneros de manera intensiva, con 0,680 kg de materia seca de sustituto lácteo (28% de proteína cruda y 18% de grasa) en la etapa predestete, con esta tasa de alimentación resultó en un aumento del peso corporal y altura de cadera durante el predestete y el período post-destete, que se mantuvo durante un período posterior al destete de 112 días en comparación con alimentación convencional la cual fue de 0,570 kg de materia seca de sustituto lácteo (20% de proteína cruda y 20% de grasa). Los terneros que recibieron la dieta intensiva tuvieron un mayor peso vivo el día 56 del período predestete y el período postdestete temprano en comparación con los tratamientos convencionales; sin embargo, esta ventaja de crecimiento no se mantuvo en el período de crecimiento de terneras postdestete. Las terneras que recibieron predestete el sustituto lácteo de manera intensiva tuvieron un parto 27,5 días antes que aquellas alimentadas con un sustituto lácteo convencional, pero no hubo diferencia en el rendimiento de la primera lactancia entre los tratamientos.

De los estudios revisados se desprende que la mayoría se realizaron usando sustituto lácteo, y en condiciones ambientales más controladas (a galpón) respecto a las usadas en Uruguay. Los resultados de un relevamiento realizado en Uruguay (Schild, 2017) muestran que la estrategia de alimentación de terneras más frecuente se asemeja al manejo convencional, con lo cual se podría estar perdiendo la oportunidad de aprovechar las posibles ventajas de las estrategias intensivas de alimentación de terneros. Por ese motivo, este trabajo se propondrá investigar los efectos de aumentar la oferta de leche sobre el crecimiento y desarrollo de terneros durante la etapa lactante.

## **HIPÓTESIS**

Terneras Holstein manejadas con una oferta diaria de leche de 8 litros tendrán un mayor peso vivo y desarrollo corporal durante la etapa lactante respecto a terneras con una oferta de 4 litros.

# **OBJETIVOS**

## **Objetivo general**

Estudiar el efecto del aumento en el nivel de oferta de leche sobre el crecimiento y el desarrollo corporal de terneras Holstein durante la etapa lactante.

## **Objetivos Específicos**

En terneras Holstein, determinar el efecto del nivel de oferta de leche durante la etapa lactante sobre:

- El consumo de nutrientes.
- La eficiencia de uso del alimento.
- La evolución de peso vivo, altura a la cruz, circunferencia torácica, altura y ancho de cadera hasta el desleche.
- La ganancia diaria de peso hasta el desleche.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Este estudio forma parte de un proyecto de largo plazo donde se busca evaluar el efecto del plano de alimentación durante la etapa de crianza de terneras sobre la producción de leche en la primera lactancia. Este estudio se focalizará en los efectos a corto plazo que tienen los dos niveles de oferta de leche sobre el consumo de alimentos, el crecimiento y desarrollo de los animales hasta el desleche. Todos los protocolos experimentales se realizaron de acuerdo con las normas de la Comisión de Ética en el Uso de Animales de INIA.

El trabajo experimental se desarrolló en la Unidad de Lechería de INIA "La Estanzuela" departamento de Colonia, Uruguay (34° 20' S., Longitud: 57° 41' W.) entre los meses de Marzo y Junio del 2013.

### Diseño experimental

Se utilizaron 34 terneras Holstein nacidas por parto normal, todas provenientes de madres multíparas. Mediante uso de sonda esofágica se realizó el calostro (2 L de calostro de alta calidad en las primeras 6 horas de vida y 2 L más 12 horas después). Sólo se usaron terneras con una lectura de al menos 5,2 g/dl de proteína sérica en suero (Calloway y col., 2002), medición que se realizó mediante el uso de refractómetro óptico de mano a las 24 horas de nacidas. Al segundo día de vida fueron trasladadas a estacas individuales y asignadas al azar a uno de dos tratamientos, donde permanecieron hasta el día 56 de vida. Los tratamientos consistieron en dos niveles de alimentación: (T4): oferta diaria de 4 L y (T8): 8 L de leche, ofrecidos en 2 tomas diarias siendo para T4 de 2 L en cada toma y para T8 4 L.

**Tabla 1.** Composición de la leche usada en la alimentación de las terneras asignadas a ambos tratamientos según el mes que se obtuvieron.

	Grasa (%)	Proteína (%)	Lactosa (%)	Energía metabolizable (Mcal/kg MS de sólidos lácteos)
Marzo* y Abril	4,06	3,39	4,87	5,43
Mayo	3,65	3,27	4,98	5,31
Junio	3,88	3,44	4,75	5,40

\*En Marzo se tomó una sola muestra y por eso se presenta junto a las tomadas en Abril.

Durante la primera semana de vida, a todas las terneras se les ofreció 4 L/d de leche. Entre el día 8 y 49, a las terneras T4 se les dio 4 L/d, y entre el día 50 y 56, 2 L/d, en una sola toma. En T8 entre el día 8 y 14 se ofreció 6 L/d, entre el día 15 y 41 se dio 8 L/d, entre el día 42 y 49, 6 L/d, y entre el día 50 y 56, 3 L/d en una sola toma. A partir del 4º día de vida se les ofreció concentrado comercial y agua a voluntad. Todos los alimentos fueron ofrecidos en baldes específicos para cada tipo de alimento que fueron adaptados a las estacas.

**Tabla 2.** Composición química del alimento sólido utilizado durante el período experimental.

	%MS	%Cenizas	%PC	%FDN	%FDA	%EE	Mcal EM/Kg MS
Concentrado	89,1	7,1	20,5	16,2	6,6	4,0	3,19

MS, materia seca; PC, proteína cruda; FDN, fibra neutro detergente; FDA, fibra ácido detergente; EE, estrato etéreo.

## Mediciones

### Consumo

Durante el experimento se realizaron mediciones individuales de consumo de leche y concentrado iniciador, dos veces a la semana en días consecutivos, por diferencia entre la cantidad ofrecida y rechazada. Las cantidades ofrecidas y rechazadas de cada alimento eran pesadas usando una balanza digital. Se tomaron muestras de leche dos veces a la semana con el objetivo de determinar contenido de grasa, proteína y lactosa por métodos de infra-rojo medio en el Laboratorio de Calidad de Leche de INIA, usando las técnicas propuestas por la IDF (2000). Las muestras obtenidas de concentrado fueron analizadas en el Laboratorio de Nutrición Animal de INIA La Estanzuela para determinar los contenidos de: materia seca, cenizas, proteína cruda (AOAC, 1990), fibra detergente neutro, fibra detergente ácido y extracto al éter (Van Soest y col., 1991). Para calcular la concentración de energía metabolizable de la leche se usó la siguiente ecuación del NRC (2001):

$$\text{EM (Mcal/kg MS de leche)} = ((0,057 \times \% \text{ proteína} + 0,092 \times \% \text{ grasa} + 0,0395 \times \% \text{ lactosa}) \times 0,97) \times 0,96$$

Donde los porcentajes de proteína, grasa y lactosa en leche se expresan en base seca.

Para calcular la concentración de EM del concentrado iniciador se usaron las ecuaciones propuestas por el NRC (2001). Cuando se precisó precisara usar una variable de composición química no medida se usaron los valores correspondientes de la biblioteca de alimentos del NRC (2001).

Con esta información se determinó el consumo total de energía metabolizable y la proporción de la energía consumida que proviene de la leche.

### Mediciones corporales

Durante todo el estudio se realizaron mediciones quincenales de altura a la cruz, altura a la grupa, ancho de caderas, circunferencia torácica y peso vivo. Las mediciones se llevaron a cabo usando una regla de mediciones corporales para altura a la cruz, altura a la cadera y ancho de cadera, la medición de

circunferencia torácica se realizó con cinta bovinométrica y las mediciones de peso vivo se realizaron utilizando una balanza digital.

### *Eficiencia de conversión*

La eficiencia de conversión se determinó como: (peso vivo al desleche – peso vivo en la semana 1) / consumo total de MS proveniente de la leche y del concentrado entre la semana 1 y el desleche.

### **Análisis estadístico**

Para el análisis de los resultados se consideraron los resultados obtenidos a partir del día 7 de vida en adelante, ya que hasta ese momento los tratamientos ofrecían la misma cantidad de leche, y fue recién a partir de ese momento en que la estrategia de oferta de alimento fue diferente.

Los resultados se analizaron según un diseño de medidas repetidas en el tiempo, usando el siguiente modelo lineal mixto con el procedimiento PROC MIXED del paquete estadístico SAS®, versión 9.4, usando una estructura de covarianza de tipo AR(1):

$$Y_{ij} = \mu + T_i + D_j + T_i \times D_j + e_{ij}$$

Donde:

$\mu$  = media general

$T_i$  = efecto fijo del tratamiento

$S_j$  = efecto fijo del día de medición

$T_i \times S_j$  = efecto fijo de la interacción entre el tratamiento y el día de medición

La ganancia de peso fue determinada con el mismo modelo anterior, solo que el día de medición fue definido como una variable independiente continua, para obtener el correspondiente coeficiente de regresión. Para el caso de peso vivo y dimensiones corporales registrados durante la crianza, los valores obtenidos al nacimiento fueron usados como covariable en el modelo correspondiente a cada variable.

Todos los resultados se presentan como medias de cuadrados mínimos  $\pm$  error estándar de la media (EEM) a menos que se especifique, y fueron comparadas usando el Test de Tukey. Se aceptaron como diferencias significativas valores de  $P \leq 0,05$  y como tendencia valores de  $0,05 < P \leq 0,10$ .



## RESULTADOS

### Consumo de leche y concentrado

Como resultado de los tratamientos aplicados, las terneras T8 consumieron en promedio más leche y tuvieron una mayor ingesta de EM/día proveniente de la leche que las terneras T4 durante el período experimental (Tabla 3). Estas diferencias se observaron desde el día 14 hasta el día 56 (Figura 1).

Mientras que el consumo de leche en el tratamiento T4 se mantuvo como estaba previsto hasta el día 49 para luego disminuir a 2 L, en el caso del tratamiento T8 se pudo lograr la meta de un consumo de 8 L desde el día 14 que se mantuvo hasta el día 42, para luego empezar a disminuir como estaba previsto.

**Tabla 3.** Consumo de leche, concentrado y EM según tratamiento entre la semana 2 y 8 del experimento.

	Tratamiento		EEM <sup>3</sup>	valor-P <sup>4</sup>		
	T4 <sup>1</sup>	T8 <sup>2</sup>		trat	día	trat x día
<b>Leche, (L/d)</b>	3,67	6,72	0,043	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001
<b>Leche, (kg MS/d)</b>	0,46	0,84	0,022	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001
<b>Concentrado, (kg MS/d)</b>	0,35	0,20	0,016	< 0,0001	< 0,0001	0,0203
<b>Total, (kg MS/d)</b>	0,81	1,04	0,017	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001
<b>Leche, (Mcal EM/d)</b>	2,46	4,49	0,037	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001
<b>Concentrado, (Mcal EM/d)</b>	1,10	0,65	0,051	< 0,0001	< 0,0001	0,0202
<b>Total, (Mcal EM/d)</b>	3,56	5,12	0,061	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001
<b>EM leche/EM total</b>	0,73	0,86	0,009	<0,0001	<0,0001	0,0002

<sup>1</sup>Oferta diaria de 4 L/ternera

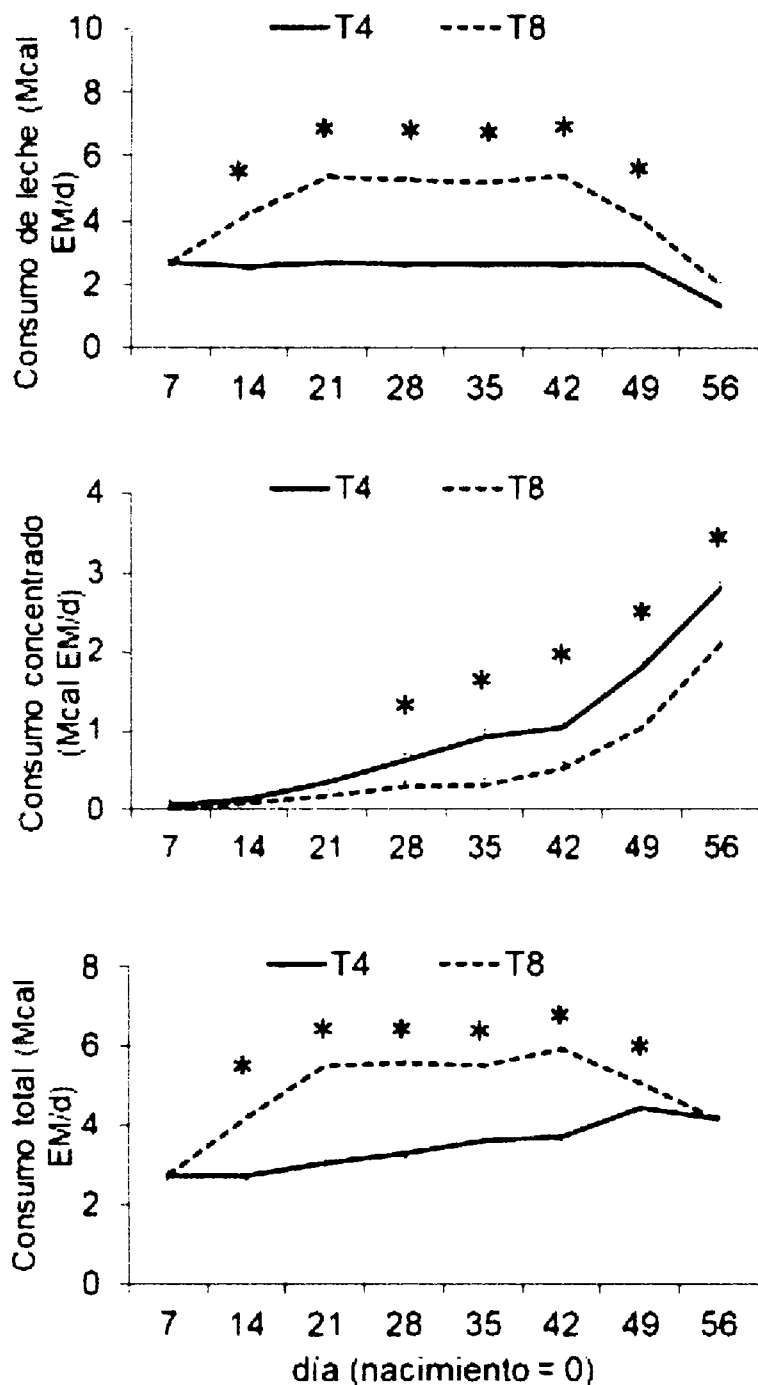
<sup>2</sup>Oferta diaria de 8 L/ternera

<sup>3</sup>Error estándar de la media

<sup>4</sup>Efecto del tratamiento (trat), día de medición, e interacción tratamiento x día de medición (trat x día)

En el consumo de concentrado, tanto MS como EM, se detectó una interacción tratamiento por día (Tabla 3; Figura 1). Si bien hasta el día 21 de vida no hubo diferencias en el consumo de concentrado entre las terneras asignadas a T8 y las terneras en T4, a partir del día 28 hasta el desleche, sí se detectan diferencias significativas entre tratamientos, siendo mayor el consumo de concentrado para las terneras en T4 respecto a las terneras en T8.

Para consumo total de MS y EM también se detectó una diferencia significativa para la interacción tratamiento por día: a partir del día 14 del experimento hasta el día 49 el consumo fue mayor en T8 que T4, pero no hubo diferencias en la última medición (Tabla 3; Figura 1).

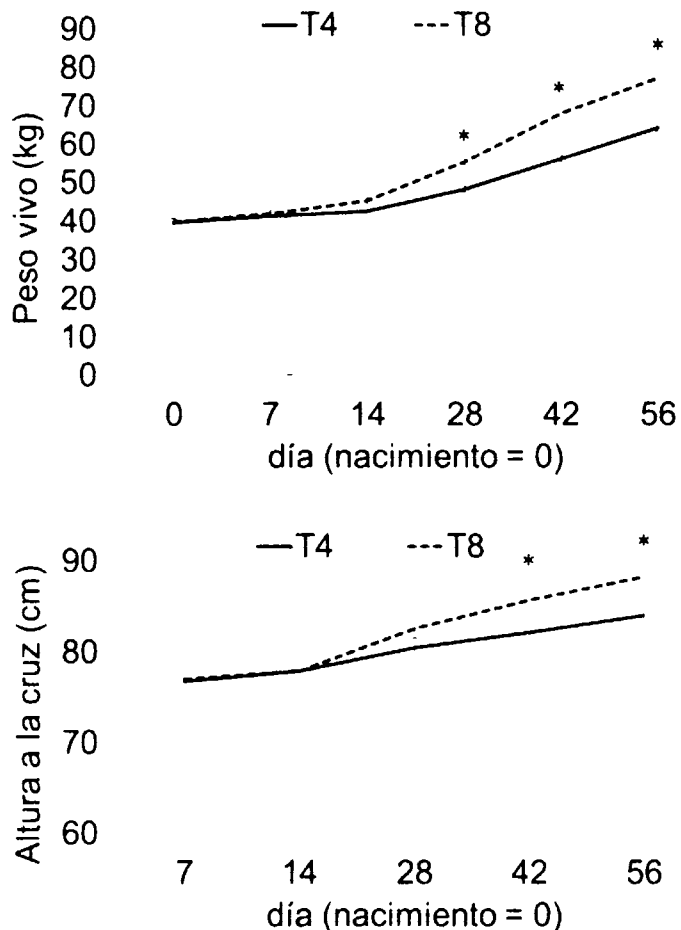


**Figura 1.** Evolución del consumo de energía metabolizable (EM) proveniente de leche, concentrado y total según tratamiento (los asteriscos en una determinada fecha indican diferencias entre tratamientos ( $P < 0,05$ )).

## Peso vivo

El peso vivo de las terneras utilizadas en el ensayo al nacer fue de 40 kg ( $\pm 1,24$ ). Las terneras en T8 presentaron un mayor peso vivo promedio que las terneras en T4 (Tabla 4); que comenzó a apreciarse luego del día 14 de vida (Figura 2). Al finalizar la aplicación de los tratamientos a los 56 días de vida, las terneras en T8 fueron 12,9 kg más pesadas que en T4 (77,2 vs 64,2 kg).

La ganancia diaria de peso entre la semana 1 hasta el desleche fue mayor para T8 respecto a T4 (0,672 kg/d vs. 0,445 kg/d, respectivamente; EEM = 0,023;  $P < 0,001$ ).



**Figura 2.** Evolución del peso vivo (panel superior) y altura a la cruz (panel inferior) según tratamiento (los asteriscos en una determinada edad indican diferencias entre tratamientos ( $P < 0,05$ )).

## Medidas corporales

Las terneras T8 tuvieron un mayor perímetro torácico, mayor altura a la cruz y a las caderas, respecto a las terneras T4, pero no hubo diferencias entre tratamientos respecto al ancho entre caderas (Tabla 4). En el caso particular de la altura a la cruz, estas diferencias se comenzaron a observar a partir del día 42 de vida. Al finalizar los tratamientos las terneras en T8 tuvieron 4,2 cm más de altura de cruz, 3,4 cm más de altura de caderas, y 7,7 cm más de perímetro torácico respecto a las terneras en T4, siendo todas estas diferencias significativas.

**Tabla 4.** Resultados de peso y medidas corporales según tratamiento.

	T4 <sup>1</sup>	T8 <sup>2</sup>	EEM <sup>3</sup>	P > F <sup>4</sup>		
				trat	sem	trat x sem
<b>Peso, kg</b>	52,8	61,4	0,9	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001
<b>Perímetro torácico, cm</b>	86,6	90,7	0,8	0,0019	< 0,0001	0,2139
<b>Altura a cruz, cm</b>	81,1	83,6	0,5	0,0015	< 0,0001	0,0250
<b>Altura cadera, cm</b>	84,2	87,0	0,6	0,0029	< 0,0001	0,1090
<b>Ancho cadera, cm</b>	19,5	20,3	1,3	NS	< 0,0001	0,3812

<sup>1</sup> Tratamiento 4 (T4) alimentadas con 4 litros

<sup>2</sup> Tratamiento 8 (T8) alimentadas con 8 litros

<sup>3</sup> Error estándar de la media

<sup>4</sup> Efecto del tratamiento (trat), semana (sem), e interacción tratamiento x semana (trat x sem). Se consideraron diferencias significativas con  $P \leq 0,05$ .

## Eficiencia de conversión

Para las terneras de T8 la eficiencia de conversión fue de 1,54 kg MS de alimento / kg peso ganado, mientras que para las terneras de T4 fue de 1,82 kg MS de alimento /kg peso ganado (EEM = 0,101;  $P < 0,05$ ).

## DISCUSIÓN

Las terneras T8, a las cuales se les ofreció mayor cantidad de leche, lograron mayor ganancias diarias y peso vivo al desleche, en comparación con las terneras T4, así como también un mayor desarrollo corporal, determinado por mediciones realizadas de perímetro torácico, altura de cruz y altura de cadera. Estos resultados son consistentes con lo reportado por Davis Rincker y col. (2011), quienes obtuvieron resultados similares utilizando sustituto lácteo con diferentes niveles de energía y proteína durante el período lactante. En los resultados de mediciones corporales nuestro experimento coincide en varios puntos con el trabajo de Shamay y col. (2005), ya que estos autores observaron una mayor altura de cadera, altura de cruz y perímetro torácico en terneras alimentadas con una mayor cantidad de leche. También nuestros resultados se apoyan en los obtenidos por Morrison y col. (2009), quienes reportaron mayores altura y perímetro torácico, y mayor peso vivo al desleche, en terneros a los que se les proporcionó el doble de sustituto de leche desde el día 5 hasta el 56 de vida.

Durante el período que aplicamos los tratamientos pudimos comprobar que las terneras T8 tuvieron un mayor crecimiento y desarrollo corporal que las terneras T4. Esto se puede haber dado porque que las terneras de T8 tuvieron un mayor consumo de nutrientes y energía metabolizable. Hay que señalar que las terneras T8 consumieron, en promedio, 43% menos concentrado que las terneras T4. Esto ya ha sido reportado por autores como Khan y col. (2011), quienes indican que terneras con una mayor oferta de alimento líquido usualmente presentan mayores niveles de saciedad y menos estímulo para consumir alimento sólido; en sentido contrario, las terneras con menor oferta de alimento líquido tienen mayores niveles de hambre y buscan compensar esta situación a través de un mayor consumo de concentrado. A pesar de esto, en nuestro estudio se observó que el consumo de concentrado fue similar entre tratamientos hasta la 3ª semana de vida, y que el mayor consumo de concentrado de las terneras T4 no pudo compensar la menor oferta de leche durante el estudio.

El mayor consumo de nutrientes (energía y proteína) determinaría un mayor crecimiento de los tejidos muscular, óseo y adiposo, mediado por la acción de señales somatotrópicas (Owens y col., 1993). Más específicamente, el consumo de mayores cantidades de energía y proteína estimula de forma directa al eje somatotrópico, generando mayores concentraciones plasmáticas de IGF-1 (Yelich et al., 1995; Lenz et al 2007; Cooke et al., 2008). La síntesis hepática de IGF-1 (mediador principal de los efectos de la hormona del crecimiento (GH)) está altamente correlacionada con el nivel de mRNA hepático que codifica para GHR-1A, receptor de somatotropina. Parece ser que una mejor alimentación en terneras jóvenes promovería una mayor expresión de mRNA de los receptores de GH (GHR-1), mejorando la capacidad de unión de la somatotropina, y por lo tanto la síntesis hepática de IGF-1 (Moriel et al., 2014). De hecho, en este estudio se observó que las terneras T8 tuvieron mayores concentraciones sanguíneas de IGF-1 respecto a las T4 (datos sin publicar).

En este experimento se observó que las terneras de T8 pudieron consumir el total de leche ofrecido, equivalente al 20% de su peso al nacimiento, y el doble de lo tradicionalmente recomendado; esto se podría explicar porque el ternero nace con su aparato digestivo adaptado a una dieta láctea, y por lo tanto, propia de un no-rumiante. Aunque el desarrollo del aparato digestivo es variable y depende del tipo de dieta, con una dieta líquida el abomaso puede llegar a representar el 30% de la capacidad gástrica total (Relling y Mattioli, 2003), permitiéndole de esta manera consumir lo ofrecido en leche, y por lo tanto absorber mayor cantidad de nutrientes y de esta forma tener un desarrollo corporal mayor a las terneras de T4.

En general, las eficiencias de conversión fueron altas respecto a las reportadas para rumiantes, siendo más similares a los valores típicos encontrados en animales monogástricos (NRC, 2001). Las terneras T8 precisaron 15,4% menos kg MS de alimento para ganar 1 kg de peso vivo en comparación con las terneras T4. Esta mayor eficiencia de conversión de las terneras T8 respecto a T4 se debería a la mayor ingesta promedio de leche en el primer grupo, ya que la leche como alimento presenta un valor nutritivo superior al de otros alimentos líquidos, así como cuando se compara con concentrados o forrajes. No se puede descartar un efecto específico del mayor consumo de leche sobre la capacidad de digestión y absorción de nutrientes, que también podría explicar en parte los resultados observados en eficiencia de conversión de nutrientes.

## **CONCLUSIÓN**

Para las condiciones en que se realizó este experimento, con terneras Holstein alojadas a la intemperie, se concluye ofrecer 8 litros de leche respecto a 4 litros de leche durante la crianza, si bien redujo el consumo de concentrado, resultó en un mayor consumo total de energía metabolizable, lo que determinó una mayor ganancia de peso vivo, un mayor desarrollo corporal, y una mayor eficiencia de conversión del alimento ingerido.

## BIBLIOGRAFÍA

1. Almeyda J. (2013) Manejo y alimentación de animales de reemplazo en la crianza de vacunos para producción de leche. Disponible en: <https://www.engormix.com/MAGanaderia-leche/nutricion/articulos/manual-manejo-alimentacion-vacunos-t4664/141p0.hRM>. Fecha de consulta: 08/03/19.
2. AOAC. 1990. Official Methods of Analysis. 15th ed. AOAC, Arlington, VA.
3. Bach A (2012). Nourishing and managing the dam and postnatal calf for optimal lactation, reproduction, and immunity. *Journal of Animal Science*; 90:1835-1845.
4. Baró L, Jimenez J, Martínez-Feréz A, Bouza J (2001). Péptidos y proteínas de la leche con propiedades funcionales Bioactive milk peptids and proteins. *Ars Pharmaceutica*; 1: 3–4. 11.
5. Bermeo, D. (2011). Alimentación de terneras de reemplazo. Monografía previa a la obtención del título de médico veterinario zootecnista. Cuenca. 67 p.
6. Berra G. (2005). Buenas prácticas en la crianza y recría de vaquillonas en el tambo. XXXIII Jornadas Uruguayas de Buiatría. Paysandú, Uruguay, 87p.
7. Blom JY. (1982). The relationship between serum immunoglobulin values and incidence of respiratory disease and enteritis in calves. *Nordisk Veterinaer Medicin*; 34:276-281.
8. Calloway CD, Tyler JW, Tessman RK, Hostetler D, Holle J. (2002). Comparison of refractometers and test endpoints in the measurement of serum protein concentration to assess passive transfer status in calves. *J Am Vet Med Assoc*; 221:1605-1608.
9. Cooke R, Arthington J, Araujo D, Lamb G, Ealy D (2008). Effects of supplementation frequency on performance, reproductive, and metabolic responses of Brahman-crossbred females. *Journal of Animal Science*; 86: 2296–2309.
10. Davis CL, Drackley JK. (2002) Desarrollo, nutrición y manejo del ternero joven. Buenos Aires, Inter-Médica, 314 p.
11. Davis Rincker L, Vandehaar M, Wolf C, Liesman J, Chapin L, Weber Nielsen M (2011). Effect of intensified feeding of heifer calves on growth, pubertal age, calving age, milk yield, and economics. *Journal of Dairy Science*; 94: 3554–3567.
12. Dirksen G, Grunder H, Stober M (2005). Medicina interna y cirugía del bovino. Buenos Aires, Inter-Médica, V.1.



13. Drackley, J.K. (2004). Feeding for accelerated growth in dairy calves. Proceedings of Minnesota Dairy Health Conference, USA, p: 59-73.
14. Elizondo-Salazar JA. (2013) Requerimientos de energía para terneras de lechería. *Agronomía Mesoamericana*; 24: 209 – 214.
15. FAO (Food and Agriculture Organization). Situación de la lechería en América Latina y el Caribe. Federación Panamericana de Lechería (FEPALE), (2001). Disponible en: [http://www.fao.org/fileadmin/templates/est/COMM\\_MARKETS\\_MONITORING/Dairy/Documents/Paper\\_Lecher%C3%ADa\\_AmLatina\\_2011.pdf](http://www.fao.org/fileadmin/templates/est/COMM_MARKETS_MONITORING/Dairy/Documents/Paper_Lecher%C3%ADa_AmLatina_2011.pdf). Fecha de consulta 26/06/2019.
16. Fecteau G, Smith BP, George LW. (2009) Septicemia and meningitis in the newborn calf. *Veterinary Clinics of North America Food Animal Practice*; 25: 195-208.
17. Ford J, Park C (2001). Nutritionally directed compensatory growth enhances heifer development and lactation potential. *Journal of Dairy Science*; 84: 1669–1678.
18. Godden S. (2008). Colostrum management for dairy calves. *Veterinary Clinics of North America Food Animal Practice*; 24:19-39.
19. Gulliksen SM, Lie KI, Østerås O. (2009). Calf health monitoring in Norwegian dairy herds. *Journal of Dairy Science*; 92:1660-1969.
20. Heinrichs AJ. (1993) Raising dairy replacements to meet the needs of the 21st century. *Journal of Dairy Science*; 76: 3179 – 3187.
21. Hoffman PC, Funk DA. (1992) Applied dynamics of dairy replacement growth and management. *Journal of Dairy Science*; 75: 2504-2516.
22. Hötzel MJ, Longo C, Balcão LF, Cardoso CS, Costa JHC. (2014). A survey of management practices that influence performance and welfare of dairy calves reared in Southern Brazil. *PLoS One*; 9:e114995.
23. Informe técnico de primavera (2019). Mejoramiento y control lechero Uruguayo. Disponible en: <http://www.mu.org.uy/institucional/>. Fecha de consulta: 21/10/2019.
24. IDF. International Dairy Federation. 2000. Whole milk - Determination of milkfat, protein and lactose content - Guidance for the operation of mid-infrared instruments. IDF Standard No 141C. Brussels, Belgium. 12 p.
25. James RE (2011). Replacement Management in Cattle: Pre-Ruminant Diets and Weaning Practices. En: Fuquay. JW. *Encyclopedia of Dairy Science*. Segunda edición. Misisipi, Elsevier pp. 396–402.

26. Joshi SK, Sathapathy S, Singh MK, Mrigesh M. (2014) Nutrient requirements of calves. *The North-East Veterinarian*; 14: 22 – 24.
27. Khan MA, Bach A, Weary DM, von Keyserlingk MAG. (2016) Invited review: Transitioning from milk to solid feed in dairy heifers. *Journal of Dairy Science*; 99: 885 – 902.
28. Khan MA, Weary DM, Von Keyserlingk MAG. (2011). Invited review: Effects of milk ration on solid feed intake, weaning, and performance in dairy heifers. *Journal of Dairy Science*; 94:1071-1081.
29. Kiezebrink D.J, Edwards A.M, Wright T.C, Cant J.P, Osborne V.R. (2015). Effect of enhanced whole-milk feeding in calves on subsequent first-lactation performance. *Journal of Dairy Science*; 98: 349-356.
30. Lager J. (2010). Crecimiento intensivo de cría y recría de vaquillonas, aplicando los principios de bienestar. Buenos Aires. Ed. Veterinaria Argentina. 128 p.
31. Lalman D, Petersen M, Ansotegui R, Tess M, Clark C, Wiley J (1993). The effects of ruminally undegradable protein, propionic acid, and monensin on puberty and pregnancy in beef heifers. *Journal of Animal Science*; 71: 2843–52.
32. Lanuza F. (2006). Crianza de terneros y reemplazos de lechería. Boletín N°148. Instituto de Investigaciones Agropecuarias. Chile. Disponible en: <http://biblioteca.inia.cl/medios/biblioteca/boletines/NR33844.pdf>. Fecha de consulta: 27/6/2019.
33. Le Cozler Y, Lollivier V, Lacasse P, Disenhaus C. (2008). Rearing strategy and optimizing first-calving targets in dairy heifers: a review. *Animal*; 2: 1393 – 1404.
34. Lenz M, Ramírez G, Uribe L (2007). Papel del factor de crecimiento semejante a la Insulina (IGF-1) en la regulación de la función ovárica. *Biosalud* 6:149-159.
35. Lohakare J, Südekum K, Pattanaik A (2012). Nutrition-induced changes of growth from birth to first calving and its impact on mammary development and first-lactation milk yield in dairy heifers? A review. *Asian-Australasian Journal of Animal Science*; 25:1338-1350.
36. Lorenz I, Mee JF, Earley B, More SJ. (2011). Calf health from birth to weaning. I. General aspects of disease prevention. *Irish Veterinary Journal*; 64:10.
37. McGuirk SM, Collins M. (2004). Managing the production, storage and delivery of colostrum. *Veterinary Clinics of North America Food Animal Practice*; 20:593-603.

38. McGuirk SM. (2008). Disease management of dairy calves and heifers. *Veterinary Clinics of North America Food Animal Practice*; 24(1):139-153.
39. MGAP. DIEA (2007). Estadísticas agropecuarias 2007, La producción lechera en el Uruguay, Serie encuesta n° 278, 79p.
40. MGAP. DIEA (2009). Estadísticas del sector lácteo 2009. Serie trabajos especiales n° 295. Disponible en: [http://www.mgap.gub.uy/sites/default/files/estadisticas del sector lacteo - ano 2009 - septiembre 2010 - no 295.pdf](http://www.mgap.gub.uy/sites/default/files/estadisticas_del_sector_lacteo_-_ano_2009_-_septiembre_2010_-_no_295.pdf). Fecha de consulta: 24/03/2019.
41. MGAP. DIEA (2018). Anuario estadístico agropecuario 2018. Disponible en: [https://descargas.mgap.gub.uy/DIEA/Anuarios/Anuario2018/Anuario\\_2018.pdf](https://descargas.mgap.gub.uy/DIEA/Anuarios/Anuario2018/Anuario_2018.pdf). Fecha de consulta: 23/03/2019.
42. Mee JF. (2008). Newborn dairy calf management. *Veterinary Clinics of North America Food Animal Practice*; 24:1-17.
43. Moriel, P.; Johnson, S. E.; Vendramini, J. M. B.; Mercadante, V. R. G.; Hersom, M. J.; Arthington, J. D. (2014). Effects of calf weaning age and subsequent management system on growth and reproductive performance of beef heifers. *Journal of Animal Science*; 92: 3096-3107.
44. Morrison S, Wicks H, Carson F, Fallon R, Twigge J, Kilpatrick D, Watson S (2012). The effect of calf nutrition on the performance of dairy herd replacements. *Animal*; 6: 909–919.
45. Morrison S, Wicks H, Fallon R, Twigge J, Dawson L, Wylie R, Carson F (2009). Effects of feeding level and protein content of milk replacer on the performance of dairy herd replacements. *Animal*; 3: 1570–1579.
46. NRC (2001). Nutrient requirements of dairy cattle. 7a. ed. Washington, National Academy Press, 381p.
47. Ørskov E.R (1972). Reflex closure of the oesophageal groove and its potential applications in ruminant nutrition. *South African Journal of Animal Science*; 2:169-176.
48. Ørskov E.R, Benzie D, Kay R.N. (1970). The effects of feeding procedure on closure the aesophageal groove in young sheep. *British Journal of Nutrition*; 28: 225-232.
49. Owens F, Dubeski P, Hanson C (1993). Factors that alter the growth and development of ruminants. *Journal of Animal Science*; 71: 3138–3150.
50. Perry G (2012). Physiology and endocrinology symposium: Harnessing basic knowledge of factors controlling puberty to improve synchronization of estrus and fertility in heifers. *Journal of Animal Science*; 90: 1172–1182.

51. Quiroz JL, Ruiz G, (2012) Seguimiento en crianza artificial de terneros. Disponible en <http://inta.gob.ar/documentos/seguimiento-en-crianza-artificial-de-terneros>. Fecha Consulta: 03/03/2019.
52. Raeth-Knight M, Chester-Jones H, Hayes S, Linn J, Larson R, Ziegler D, Broadwater N (2009). Impact of conventional or intensive milk replacer programs on Holstein heifer performance through six months of age and during first lactation. *Journal of Dairy Science*; 92: 799–809.
53. Relling A, Mattioli GA. 2003. Fisiología digestiva y metabólica de los rumiantes, Cátedra de Fisiología – Facultad de ciencias veterinarias. 72 p.
54. Roy J (1972). The calf. Nutrition and health. London, Acribia, V2, pp: 15-87.
55. Schild C (2017). Caracterización de los sistemas de crianza y parto y estimación de las tasas de mortalidad de terneros y abortos vistos en establecimientos lecheros del Uruguay. Tesis de maestría en salud animal. Universidad de la Republica. Uruguay. 76p.
56. Shamay A, Werner D, Moallem U, Barash H, Bruckental I (2005). Effect of nursing management and skeletal size at weaning on puberty, skeletal growth rate, and milk production during first lactation of dairy heifers. *Journal of Dairy Science*; 88:1460–1469.
57. Soberon F, Raffrenato E, Everett R.W, Van Amburgh M.E. (2012). Prewaning milk replacer intake and effects on long-term productivity of dairy calves. *Journal of Dairy Science*; 95: 783-793.
58. Soberon F, Van Amburgh M. (2013). The effect of nutrient intake from milk or milk replacer of preweaned dairy calves on lactation milk yield as adults: A meta-analysis of current data. *Journal of Animal Science*; 91: 706–712.
59. Staněk S, Zink V, Doležal O, Štolc L. (2014). Survey of preweaning dairy calf rearing practices in Czech dairy herds. *Journal of Dairy Science*; 97: 397-3981.
60. Svensson C, Hultgren J (2008). Associations between housing, management, and morbidity during rearing and subsequent first-lactation milk production of dairy cows in southwest Sweden. *Journal of Dairy Science*; 91: 1510–1518.
61. Terré M, Bach A. (2013) La transición de las terneras jóvenes. Disponible en: <http://www.produccion-animal.com.ar>. Fecha de consulta: 08/03/19.
62. Terré M, Tejero C, Bach A (2009). Long-term effects on heifer performance of an enhanced-growth feeding program applied during the preweaning period. *Journal of Dairy Research*; 76: 331–9.
63. Van Amburgh M.E, Soberon F, Lopez D.J, Karszes J, Everett R.W. (2014). Early life nutrition and management impacts long-term productivity of calves.

64. Van Soest, PJ, Robertson JB, Lewis BA. 1991. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. *Journal of Dairy Science*; 74: 3583-3597.
65. Van Soest P (1994). *Nutritional Ecology of the Ruminant*. 2a Ed. Cornell University Press, EEUU. 476 p.
66. Vasseur E, Borderas F, Cue RI, Lefebvre D, Pellerin D, Rushen J, Wade KM, de Passille AM. (2010). A survey of dairy calf management practices in Canada that affect animal welfare. *Journal of Dairy Science*; 93:1307-1315.
67. Viera ADP, Guesdon V, De Passille AM, Von Keyserlingk MAG, Weary DM. (2008). Behavioral indicators of hunger in dairy calves. *Applied Animal Behaviour Science*; 109:180-189.
68. Virtala AM, Gröhn YT, Mechor GD, Erb HN. (1999). The effect of maternally derived immunoglobulin G on the risk of respiratory disease in heifers during the first three months of life. *Preventive Veterinary Medicine*; 39: 25-37.
69. Wathes, D.C., Pollott, G.E., Johnson, K.F., Richardson, H., Cooke, J.S. (2014) Heifer fertility and carry over consequences for life time production in dairy and beef cattle. *Animal*; 8 (Supp1): 91-104.
70. Wattiaux A.M. (1994). Alimentación con leche y sustituto de leche. En: Universidad de Wisconsin-Madison, Instituto Babcock. guía técnica lechera. p. 113-116. Disponible en: <http://es.scribd.com/doc/71923814/Guia-Tecnica-Basica-de-lecheriaUniversidad-de-Wisconsin-Madison> Fecha de consulta: 10/04/2019.
71. Weaver DM, Tyler JW, VanMetre DC, Hostetler DE, Barrington GM. (2000). Passive transfer of colostral immunoglobulins in calves. *Journal of Veterinary Internal Medicine*; 14:569-577.
72. Yelich J, Wettemann R, Dolezal H, Lusby K, Bishop D, Spicer L (1995). Effects of growth rate on carcass composition and lipid partitioning at puberty and growth hormone, insulin-like growth factor I, insulin, and metabolites before puberty in beef heifers. *Journal of Animal Science*; 73: 2390-2405.