

**UNIVERSIDAD DE LA REPÚBLICA
FACULTAD DE VETERINARIA**

**NIVELES DE ALIMENTACIÓN DE TERNERAS HOLSTEIN DURANTE LA CRÍA Y
RECRÍA TEMPRANA Y SUS EFECTOS SOBRE EL CRECIMIENTO Y
DESARROLLO CORPORAL**

por

**DEARMAS, Bruno
FACET, Facundo
MACCHI, María Valentina**

TESIS DE GRADO presentada como uno de
los requisitos para obtener el título de Doctor
en Ciencias Veterinarias
Orientación: Producción Animal

MODALIDAD: Ensayo Experimental

**MONTEVIDEO
URUGUAY
2016**

PÁGINA DE APROBACIÓN

Presidente de Mesa:
DCV. MSc. Álvaro Santana

Segundo Miembro (Tutor):
DCV. MSc. Germán Antúnez

Tercer Miembro:
Ing. Agr. PhD. Francisco Dieguez

Cuarto Miembro (Co-tutor):
DMTV. PhD. Cecilia Cajarville

Fecha: 31 de agosto de 2016

Autores:
Br. Bruno Esteban Dearmas Álvarez

.....
Br. Facundo Facet Zuluaga

.....
Br. María Valentina Macchi Vázquez

AGRADECIMIENTOS

- Al Dr. Germán Antúnez y la Dr. Cecilia Cajarville por darnos la oportunidad de realizar este trabajo, y guiarnos a lo largo de la elaboración del mismo.
- A Florencia Correa y Marcos Luque quienes trabajaron con nosotros durante la etapa de experimentación.
- A los funcionarios de la Biblioteca de Facultad de Veterinaria, por su colaboración en la búsqueda de material bibliográfico.
- A nuestra familia y amigos por todo el apoyo brindado durante toda la carrera.

TABLA DE CONTENIDO

PÁGINA DE APROBACIÓN	2
AGRADECIMIENTOS	3
LISTA DE ABREVIATURAS	6
2. RESUMEN	7
3. SUMMARY	8
4. INTRODUCCIÓN	9
5. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA	10
5.1. REQUERIMIENTOS NUTRICIONALES Y ALIMENTACION PREDESLECHE....	10
5.2. INFLUENCIA DE LA NUTRICIÓN PRE Y POST DESLECHE SOBRE EL CRECIMIENTO Y DESARROLLO CORPORAL	13
5.3. NUTRICIÓN Y DESEMPEÑO PRODUCTIVO Y REPRODUCTIVO.....	16
6. HIPÓTESIS	17
7. OBJETIVOS.....	18
7.1. OBJETIVO GENERAL	18
7.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	18
8. MATERIALES Y MÉTODOS.....	19
8.1. DISEÑO EXPERIMENTAL.....	19
8.1.1. Animales.....	19
8.1.2. Tratamientos	20
8.2. COMPOSICIÓN DE LOS ALIMENTOS.....	21
8.3. DETERMINACIONES DE PESO CORPORAL Y MEDIDAS MORFOMÉTRICAS	22
8.4. ANÁLISIS ESTADÍSTICOS	23
9. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	24
9.1. CRECIMIENTO Y DESARROLLO CORPORAL DURANTE LA CRÍA	24
9.2. CRECIMIENTO Y DESARROLLO CORPORAL DURANTE LA RECRÍA.....	28
10. CONCLUSIÓN	35

LISTA DE TABLAS Y FIGURAS

Cuadro 1. Composición química de los alimentos utilizados (media \pm desvío estándar).....	22
Cuadro 2. Promedio de ganancias diarias durante el período de cría para las variables de morfometría (cm).....	28
Cuadro 3. Promedio de ganancias diarias durante el período de recría para las variables de morfometría (cm).....	34
Figura 1. Suministro de lactoreemplazante durante la etapa de cría.....	20
Figura 2. Esquema de los tratamientos aplicados durante la cría (C10: suministro lactoreemplazante a razón del 10% del peso vivo a los 7 días de vida; C20: suministro de lactoreemplazante a razón del 20% del peso vivo a los 7 días de vida) y la recría (RM: ganancias diarias medias; RA: ganancias diarias altas).....	21
Figura 3. Peso vivo durante el período de cría de las terneras a las que se les ofreció lactoreemplazante a razón de 10% (C10) o 20% (C20) de su peso vivo a los 7 días de vida.....	26
Figura 4. Altura a la cruz (A) y altura a la cadera (B) durante el período de cría de las terneras a las que se les ofreció lactoreemplazante a razón de 10% (C10) o 20% (C20) de su peso vivo a los 7 días de vida.....	26
Figura 5. Circunferencia torácica durante el período de cría de las terneras a las que se les ofreció lactoreemplazante a razón de 10% (C10) o 20% (C20) de su peso vivo a los 7 días de vida.....	27
Figura 6. Ancho de cadera durante el período de cría de las terneras a las que se les ofreció lactoreemplazante a razón de 10% (C10) o 20% (C20) de su peso vivo a los 7 días de vida.....	28
Figura 7. Peso vivo de C20-RA, C20-RM, C10-RA y C10-RM durante la recría 1 (63 a 150 días de vida).....	29
Figura 8. Ganancia diaria de peso vivo (g/día) durante la etapa de cría (14 a 63 días de vida) y recría 1 (63 a 150 días de vida).....	30
Figura 9. Altura a la cadera (cm) de C20-RA, C20-RM, C10-RA y C10-RM durante la recría 1 (63 a 150 días de vida).....	31
Figura 10. Altura a la cruz (cm) de C20-RA, C20-RM, C10-RA y C10-RM durante la recría 1 (63 a 150 días de vida).....	32
Figura 11. Circunferencia torácica (cm) de C20-RA, C20-RM, C10-RA y C10-RM durante la recría 1 (63 a 150 días de vida).....	33
Figura 12. Ancho de cadera (cm) de C20-RA, C20-RM, C10-RA y C10-RM durante la recría 1 (63 a 150 días de vida).....	33

LISTA DE ABREVIATURAS

AC: Altura a la cruz.

ACAD: Altura de cadera.

AGV: Ácidos Grasos Volátiles.

ANCH: Ancho de Cadera.

C10: Tratamiento al 10% del peso vivo a los 7 días de vida.

C20: Tratamiento al 20% del peso vivo a los 7 días de vida.

CT: Circunferencia Torácica.

EM: Energía Metabolizable.

ENg: Energía Neta de Ganancia.

GD: Ganancia diaria.

LR: Lactoreemplazante.

MS: Materia Seca.

PB: Proteína Bruta.

PV: Peso Vivo.

RA: Tratamiento de ganancias diarias altas.

RI: Ración iniciadora.

RM: Tratamiento de ganancias diarias medias.

2. RESUMEN

El peso vivo (PV), altura a la cruz (AC), altura a la cadera (ACAD), circunferencia torácica (CT) y ancho de cadera (ANCH) fue estudiado en 28 terneras Holstein desde los 14 a los 150 días de vida. El experimento fue llevado a cabo en la Unidad de Cría del Instituto de Producción Animal Veterinaria, y consistió en un diseño factorial de 2 X 2 combinando la aplicación de tratamientos en la etapa de cría (desde el día 14 al 63 días de vida) y de recría 1 (desde el día 63 al 150 de vida), generándose así 4 tratamientos: C10-RM, C10-RA, C20-RM y C20-RA. En el C10 se les administraba lactoreemplazante (LR) a razón del 10% de PV a los 7 días de vida y en C20 el 20% de PV a los 7 días de vida durante la etapa de cría, mientras que en RA y RM se les administraba en la etapa de recría 1 ración iniciadora (RI) y heno de alfalfa de tal forma de obtener ganancias diarias (GD) de PV de 800-900g y 500-600g respectivamente. Al desleche las terneras correspondiente al tratamiento C20 fueron más pesadas y tuvieron un mayor ANCH que las C10, aunque no se hallaron diferencias en las otras variables morfométricas. Por otro lado, al finalizar la recría, fueron más pesadas las terneras del tratamiento RA que las del RM, independientemente de la dieta que tuvieran durante la cría. En las terneras RA se hallaron diferencias a nivel de la CT y ANCH, no así en la AC y ACAD. En las condiciones de este experimento la etapa de recría 1 fue crítica para establecer los resultados finales, dado que se logró observar un crecimiento compensatorio por parte de las terneras C10-RA, relativizando los beneficios de intervenir en la cría como estrategia productiva.

3. SUMMARY

Body weight (BW), withers height (WH), hip height (HH), heart girth (HG) and hip width (HW) was studied in 28 Holstein calves from 14 to 150 days of life. The experiment was carried out at the unit of breeding at Instituto de Producción Animal Veterinaria and it consisted in a factorial design of 2 X 2 covering the breeding stage (from day 14 to day 63 of life) and rearing stage 1 (from day 63 to day 150 of life), applying 1 of 4 treatments to animals: C10-RM; C10-RA; C20-RM and C20-RA, in C10 milk replacer (MR) was administered at the rate of 10% of live weight at 7 days of life and in C20 the 20% of live weight at 7 days of life during the breeding period, while in RA and RM were fed during the rearing period with starter ration (SR) and alfalfa hay so to obtain daily gains of live weight (DGL) of 800-900g and 500-600g respectively. At weaning calves in treatment C20 were heavier and had a higher HW than C10, although no differences were found in the other morphometric variables; on the other hand, at the end of rearing 1, calves of RA were heavier than calves of RM, regardless of the diet they had during breeding period. In this group of animals differences were found in HG and HW, but not in WH and HH. Under the conditions of this experiment, rearing 1 was critical to establish the final result achieved, since compensatory growth was observed in C10-RA calves, relativizing the benefits of intervening in breeding as a production strategy.

4. INTRODUCCIÓN

La producción lechera en el Uruguay ha aumentado en la última década, y se exporta cerca del 70% de la producción total (Uruguay XXI, 2015). Esto se observó con un aumento sostenido de la producción de leche por vaca por día; junto con una disminución del uso del suelo para la lechería (DIEA, 2014). En base a esto, varios autores mencionan que Uruguay ha ido avanzando por un proceso de intensificación productiva (Brazeiro, 2012; Durán, 2004).

A nivel nacional existe poca información sobre el proceso de cría y recría de hembras lecheras de reemplazo. Sin embargo, según los datos del Instituto Nacional para el Mejoramiento y Control Lechero Uruguayo, que recopila información de unos 250 mil animales, indica que la edad promedio al primer parto es de 32 meses (INML, 2015). 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 *et al.*, 2008).

Los sistemas tradicionales de cría de terneras consisten en el suministro de leche o lactoreemplazante (LR) de forma restringida a razón del 10% de su peso vivo (PV) al nacimiento (Khan *et al.*, 2011), y tienen como principal objetivo el rápido pasaje de los terneros de lactantes a rumiantes (Khan *et al.*, 2011), para así disminuir los costos (Le Cozler *et al.*, 2008).

Sin embargo en los últimos años han sido publicado varios trabajos que muestran que el incremento del consumo de estos alimentos es muy beneficioso (Morrison *et al.* 2011); influyendo de forma positiva en las ganancias diarias de peso y desarrollo morfológico (Davis Rincker *et al.*, 2011; Kmicikewycz *et al.*, 2013; Morrison *et al.*, 2009; Morrison *et al.*, 2011; Terré *et al.*, 2007), mayor desarrollo de la glándula mamaria (Lohakare *et al.*, 2012), adelanto de la entrada a la vida reproductiva (Moallem *et al.*, 2010; Shamay *et al.*, 2005), aumento de la producción futura de leche (Bach, 2015) y mejoras en la salud de los terneros (Khan *et al.*, 2007).

Por otro lado, se ha observado que el aumento de las ganancias diarias de peso en el periodo entre el post desleche y la pubertad, tiene efectos beneficiosos no solo en el crecimiento de las terneras, sino que también en su vida reproductiva y productiva (Van Amburgh *et al.*, 1998).

Si bien se ha estudiado cómo influye un mayor nivel de alimentación en la etapa de cría (Conneely *et al.*, 2014; Kiezebrink *et al.*, 2015; Silper *et al.*, 2014) o durante la de recría (Van Amburgh *et al.*, 1998), hay escasa información sobre las interacciones que se producen entre los planos de alimentación entre estos períodos. Es por ello que en el presente trabajo se tratará de establecer en qué etapa de la vida del animal (cría o recría) un mayor plano de alimentación favorece el crecimiento y desarrollo corporal a la pubertad.

5. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

5.1. REQUERIMIENTOS NUTRICIONALES Y ALIMENTACION PREDESLECHE

La etapa de cría está establecida como el periodo de tiempo desde el nacimiento de la ternera hasta el desleche, luego pasa a la etapa de recría que abarca desde este momento hasta el servicio (Lagger, 2010). La nutrición en la ternera lactante es crítica durante los primeros 30 a 60 días de vida; dado que nace con un rumen subdesarrollado (Khan *et al.*, 2016), siendo incapaz de digerir alimentos fibrosos (Almeyda y Parreño, 2011). Según el NRC (2001) el recién nacido atraviesa tres etapas: la fase de alimentación líquida, la de transición (en donde ingiere alimentos líquidos y sólidos) y la fase de rumiante, en la que ya no consume alimentos lácteos.

La leche es un alimento esencial en los terneros, la cual hasta aproximadamente los 14 días de vida logra cubrir todos sus requerimientos (Davis y Drackley, 2002; Khan *et al.*, 2016; Lagger, 2010) mediante el aporte de energía por medio de la lactosa (Joshi *et al.*, 2014). Si bien la leche materna tiene características nutricionales que la llevan a cubrir con mayor eficiencia los requerimientos de los terneros que el LR, este último es de menor costo, siendo ampliamente utilizado por los productores lecheros (Cárcano, 2011; Elizondo-Salazar, 2013).

Los productores usualmente ven a la cría y recría como etapas improductivas, dado que no se observa un retorno económico inmediato, ocupando un espacio que podría ser utilizado para fines más productivos; por esto es que los animales jóvenes son muchas veces relegados a pasturas de menor calidad (Mendoza, 2014). Es por ello que durante muchos años el principal objetivo en la cría era suministrar la menor cantidad de leche posible (8-10% del PV), promover el consumo de ración iniciadora (RI) y acelerar el pasaje de lactante a rumiante, como estrategia para disminuir los costos de alimentación (Khan *et al.*, 2016). En estos sistemas, que podríamos denominar "tradicionales", se les suministra unos 4 litros de leche o LR en dos tomas diarias (Lagger, 2010), y RI en los primeros días de vida (NRC, 2001). Si bien los requerimientos nutricionales de los terneros suelen ser cubiertos por el consumo del 10% de PV de leche más la proporción de concentrados que comienzan a ingerir a los pocos días de vida (Cárcano, 2011), este aporte de nutrientes logra ganancias diarias (GD) moderadas a bajas (NRC, 2001).

Sin embargo en los últimos años estos sistemas de cría tradicionales han venido siendo cuestionados, debido a que se ha visto que las terneras alimentadas con leche o LR *ad libitum* logran consumir volúmenes de leche mucho mayores, que les permiten lograr GD de PV superiores y finalizar el desleche con hasta 10,5 kg más de PV (Jasper y Weary, 2002). De este modo, hace algunos años se comenzó a estudiar la "crianza intensiva", en la que se aumentó la cantidad de leche dada en la etapa de cría con el objetivo de aumentar los aportes de energía y proteína bruta (PB), para así alcanzar mayores GD de PV (Lagger, 2010; Morrison *et al.*, 2011). En la cría "tradicional" los productores pretenden motivar el consumo de RI por parte de los terneros, para así promover un desarrollo ruminal temprano y de esta

forma lograr disminuir, sin afectar en mayor medida, el consumo de leche (Khan et al., 2011 citado por Kiezebrink et al., 2015). Por el contrario, en la cría acelerada, el mayor consumo de leche lleva a menores consumos de concentrado, lo que enlentece el desarrollo del retículo-rumen (Almeyda, 2013), sin embargo como veremos a lo largo de la revisión, estos lograrán consumir una mayor cantidad de energía a lo largo de su periodo lactante (de Trinidad, 2014; Morrison et al., 2009).

La alimentación con RI, fomenta el desarrollo de las papilas ruminales, gracias a la producción de ácidos grasos volátiles (AGV) (Kiezebrink et al., 2015; Lagger, 2010). Para que haya un completo pasaje de lactante a rumiante es entonces indispensable que el animal comience a ingerir de forma temprana RI, adquiera la microbiota anaerobia correspondiente, desarrolle de forma completa los mecanismo de absorción y metabolismo de nutrientes y haya una correcta maduración del sistema salival (Khan et al., 2016). El consumo de ración 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 LR 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 ración 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. En casos de diarrea, el 10 a 20 % de las pérdidas de peso corporal pueden perderse en forma de agua. 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). El animal, por lo tanto, divide sus requerimientos de energía en dos grandes ítems, mantenimiento y crecimiento (Elizondo-Salazar, 2013). Según el NRC (2001) los requerimiento diarios de energía metabolizable (EM) para mantenimiento son 0.100 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 Mcal requeridas por el ternero para mantenimiento depende entonces de múltiples factores. La variación de la temperatura ambiente, es uno de los factores 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 estos aumenten (Joshi et al., 2014).

Es importante no subalimentar o sobrealimentar a las terneras. Está comprobado que niveles altos de alimentación desde antes de la pubertad hasta el parto pueden afectar negativamente el desarrollo de la glándula mamaria (Almeyda, 2013), por el contrario, varios autores establecen que terneras Holstein pueden llegar a tener ganancias diarias de peso de 950 g sin perjudicar el desarrollo de la ubre, descartándose asociación negativa a nivel glandular y altos consumos de energía (Daniels et al., 2009; Meyer et al., 2006).

En cuanto a la energía necesaria para el crecimiento, no solo varía en función al tamaño corporal, sino que también a las tasas de GD de PV (NRC, 2001). En las terneras que se alimentan únicamente con leche o LR la eficiencia de conversión de EM a energía neta de ganancia (ENg) es del 63%; mientras que aquellos animales que consumen aparte de leche RI, la eficiencia en que se utiliza la EM es un poco más baja (Davis y Drackley, 2002); dado que esta eficiencia en la RI es del 57% según el NRC (2001), de esta manera podemos establecer que la eficiencia de uso de la EM de la dieta total se calcula teniendo en cuenta la eficiencia de uso de cada componente de la dieta (Elizondo-Salazar, 2013).

Junto con el agua y la energía, la proteína es una de los nutrientes más importantes de la dieta. Como mencionamos anteriormente, en el lactante el principal alimento es la leche, por lo que la proteína que predomina en su dieta es la de origen lácteo. Esta es altamente digestible y contiene la proporción adecuada de aminoácidos esenciales para cubrir los requerimientos tanto de mantenimiento como de crecimiento (Davis y Drackley, 2002). Estas proteínas son degradadas a péptidos y luego a aminoácidos, los cuales son absorbidos en intestino, para la síntesis de proteínas corporales (Joshi et al., 2014).

Los requerimientos de proteína se calcula tomando en cuenta diversos factores: las pérdidas de nitrógeno fecal metabólico, la perdidas de nitrógeno urinario endógeno, el valor biológico de las proteínas de la dieta (que en el caso de la proteína láctea es de 80% o aun mayor), la cantidad de nitrógeno que se pierde en la superficie corporal, y además, lógicamente, el peso corporal, edad y tasa de ganancia del animal. Así por ejemplo, un ternero de 50 kg de PV con una GD de 450 g, requiere entre 131 a 145 g por día, según el método utilizado por distintos investigadores y fuentes (Davis y Drackley, 2002). A partir de las 4 a 6 semanas pueden utilizar proteínas vegetales (Joshi et al., 2014). Una vez que se deslecha el ternero entra en la etapa de rumiante, pasando a consumir únicamente alimentos sólidos, alterando la eficiencia de utilización de energía y proteína. En esta etapa las proteínas de mayor importancia en la dieta pasan a ser las de origen microbiano (Davis y Drackley, 2002).

Si bien los requerimientos para mantenimiento son prácticamente los mismos que de un ternero lactante, hay mayores pérdidas asociadas a la transformación de energía y proteína de la dieta; esto está dado por el cambio de dieta y la participación de la fermentación microbiana (Davis y Drackley, 2002).

La nutrición del ternero lactante es de extrema importancia en el desempeño productivo y reproductivo del animal adulto, por eso es importante cubrir correctamente sus requerimientos (Elizondo-Salazar, 2013). Se ha visto una asociación positiva entre la tasa de crecimiento en

la etapa de cría, la edad al primer parto y la futura producción de leche en las futuras lactancias (Raeth-Knight et al., 2009).

5.2. INFLUENCIA DE LA NUTRICIÓN PRE Y POST DESLECHE SOBRE EL CRECIMIENTO Y DESARROLLO CORPORAL

Tomar solo el PV del animal para evaluar el crecimiento y desarrollo corporal se considera hoy día insuficiente, dado que de esta forma no se permite la diferenciación de la composición corporal, y se ve influenciado por la condición corporal (Hoffman, 1997).

Para definir el desarrollo esquelético del animal se consideran por ejemplo mediciones tales como la altura a la cruz (AC), largo del animal, ancho de cadera (ANCH) y área pélvica. Este tipo de mediciones se las vio asociadas con la producción de leche en la primera lactancia y la disminución de distocias producidas al momento del parto (Hoffman, 1997).

En EEUU se reportó que una ternera Holstein al nacimiento debía de pesar 40 kg y tener una AC de 74 cm aproximadamente, y a los 6 meses de vida las mismas debían alcanzar un peso de 177 kg y una AC de 104 cm (Kertz et al., 1998). Por otro lado, en Uruguay se espera que una ternera a los 6 meses de vida pese el 164 kg de su PV adulto y tenga una AC del 99 cm aproximadamente, teniendo como referencia una vaca adulta de 530 kg y 135 cm de AC (Mendoza, 2014).

CRÍA

El plano nutricional del ternero está determinado mayormente por la cantidad de LR ofrecido, cuanto más cantidad se le ofrezca mayores serán las GD. Se ha observado que aquellas terneras que obtuvieron mayores GD los primeros dos meses de vida, son más pesadas a los dos años (Morrison et al., 2011; Robelin y Chilliard, 1989).

Los primeros 2 meses de vida del animal es cuando tiene mayores ganancias de peso, este incremento de PV durante este período es de un 80% luego disminuye progresivamente hasta llegar a un 10% a los 22 a 24 meses de vida. La relación entre el PV y AC aumenta de forma lineal; un aumento de PV irregular altera esta proporcionalidad, y aumenta los costos (Kertz et al., 1998). La restricción en el consumo de leche o LR disminuye un 40% los rangos de crecimiento y un 68% la deposición grasa desde el nacimiento hasta los 95 días de vida (Robelin y Chilliard, 1989).

En múltiples investigaciones se llegó a la conclusión que terneras alimentadas de forma acelerada en la etapa de cría, llegaron a mayores pesos corporales (Connely et al., 2014; Kiezebrink et al., 2015; Ozkaya, 2014; Terré et al., 2007) y GD de PV (Flamy y Mathew, 2012; Margerison et al., 2013; Morrison et al., 2009). Sin embargo en el trabajo de Kiezebrink et al. (2015), las mayores tasas de GD de PV de las terneras alimentadas con 8 vs. 4 litros de leche se produjeron hasta el día 28 de vida (662,6 vs. 369,5 g/día). Luego de los 28 días de

vida los autores reportan tasas de GD similares hasta el desleche (887,8 vs. 875,8 g/d), pero se observó que las diferencias en el PV promedio entre ambos grupos se mantuvieron durante toda la etapa de cría por lo que las terneras sometidas al tratamiento de 8 litros fueron 7 kg más pesadas durante toda esta etapa.

Aparte del incremento de peso en la crianza intensiva, esta alimentación diferencial influye en la futura performance en el crecimiento (Flamy y Mathew, 2012). Las terneras alimentadas con un mayor plano nutricional, tuvieron una tasa de crecimiento mayor hasta los tres meses de edad (Kiezebrink et al., 2015), mientras que en algunos casos también se ha reportado que estas tasas son mayores hasta los 300 días de vida del animal (de Trinidad, 2014).

Relacionado con la tasa de crecimiento y el PV del animal, se observó que tanto la condición corporal (Kiezebrink et al., 2015; Morrison et al., 2009) como el desarrollo esquelético eran mayores en terneras sometidas a tratamientos con altos volúmenes de leche o LR (Kiezebrink et al., 2015). Varios estudios fueron llevados a cabo sobre este tema, determinándose que el aumento del consumo de leche llevaba a que las terneras tuvieran mayor circunferencia torácica (CT) (Kmicikewycz et al., 2013; Morrison et al., 2009; Morrison et al., 2011), mayor largo corporal (Kmicikewycz et al., 2013) e incluso fueran superiores en todas las mediciones corporales (Davis Rincker et al., 2011). Sin embargo, Ozkaya (2014) no encontró diferencias significativas entre la crianza tradicional e intensiva en cuanto a PV (Ozkaya, 2014) ni medidas corporales (Kmicikewycz et al., 2013; Ozkaya, 2014). En otros casos, se vio que las terneras sometidas a la crianza intensiva fueron más grandes al año de edad que aquellas de crianza tradicional, pero las diferencias en el PV de ambos grupos no se mantuvieron (Davis Rincker et al., 2011). Bar Peled (1997) determinaron que en la etapa de cría es el periodo de mayor potencial para el crecimiento de la ternera, sin promover el depósito de grasa corporal (Shamay et al., 2005). En los terneros la utilización de energía para síntesis de grasa o proteína está determinada por la cantidad de energía ingerida en la dieta (Robelin y Chilliard, 1989).

Van Amburgh (2001) destacaron la necesidad de aumentar el nivel de proteína en la dieta del ternero de cría, para así nivelar más los requerimientos de proteína en aquellos terneros sometidos a altos planos nutricionales, y promover el mayor desarrollo muscular; explotando al máximo el potencial de crecimiento del animal y evitando el excesivo depósito de grasa corporal (Morrison et al., 2009). Pero el aumento de proteína en la dieta en terneras de cría no produjo diferencias significativas, al contrario llevó a terneras más livianas al desleche (Morrison et al., 2009; Morrison et al., 2011) y con un menor perímetro torácico (Morrison et al., 2009). Blome (2003) y Bartlett (2006) demostraron que el aumento progresivo de proteína cruda, junto con una concentración energética constante disminuye el depósito de grasa corporal (Morrison et al., 2011).

RECRÍA

Hay varios trabajos que evalúan la persistencia de estas diferencias (PV, tasa de crecimiento, desarrollo esquelético) en el correr de la vida del animal, y se han encontrado múltiples

variaciones. Hay algunos investigadores que determinaron que luego del desleche las diferencias en cuanto a medidas corporales desaparecían (Shamay et al., 2005), otros que a partir de los tres meses de vida (Kiezebrink et al., 2015; Morrison et al., 2009), a partir del año (Morrison et al., 2011); e incluso, en el caso del PV, hasta los 550 días de vida estas diferencias se mantienen (Shamay et al., 2005). El hecho de que estas diferencias de desarrollo no se mantengan en el tiempo se le puede adjudicar a que las terneras de cría intensiva, al ingerir menor cantidad de concentrado previo al desleche, tuvieron un desarrollo ruminal más lento que aquellas que consumían menores cantidades de leche o LR (Davis Rincker et al., 2011). De esta manera, si bien en la crianza intensiva las GD de PV son mayores en la etapa lactante, durante el período de transición estas son menores en comparación con las terneras con un menor plano nutricional previo al desleche (Davis Rincker, 2011). Por lo que es imprescindible proceder con un desleche gradual, en donde en esos días se verá un aumento en el consumo de ración y forraje (Lagger, 2010; Davis y Drackley, 2002).

Brown et al. (2005) determinaron que aquellas terneras que tuvieron altos consumos de energía y proteína durante la recría (8 a 14 semanas de vida) alcanzaron mayores pesos vivos y altura a la cruz que las que tuvieron un menor plano nutricional, independientemente de la alimentación que hayan tenido durante la etapa de cría, lo que se podría denominar como un crecimiento compensatorio.

El crecimiento compensatorio está definido como un aumento en el crecimiento del animal, precedido por una restricción en la alimentación (Ryan et al., 1990). En una restricción los animales pueden perder peso, mantenerse o ganar peso. Cuando pierden peso la compensación puede ser completa, pero cuando se mantienen o tienen leves GD de PV sufren un crecimiento compensatorio parcial o directamente no se observa ningún crecimiento compensatorio (Ryan et al., 1993). Los tres factores más importantes que contribuyen a la variación del crecimiento compensatorio son: edad, duración de la restricción y la severidad de la restricción (Ryan et al., 1990). Los animales con restricción suelen ser más eficientes en la utilización de los alimentos (Ryan et al., 1993), los mecanismos que contribuyen con el crecimiento compensatorio son: la disminución en los requerimientos energéticos para mantenimiento, un aumento de la eficiencia (con la que la energía es depositada), una disminución de la energía depositada en los tejidos y un aumento del consumo de alimentos (Ryan et al., 1990). Usualmente la AC no es compensada luego de una restricción dado que este tipo de desarrollo depende de factores fisiológicos y de la edad (el 50% del crecimiento se da en los primeros 6 meses de vida del animal) (Kertz et al., 1998).

Durante la etapa de recría la glándula mamaria se encuentra en la fase alométrica de crecimiento (Pampori et al., 2012), se ha determinado que rápidas tasas de crecimiento durante este periodo disminuye la futura producción de leche (Moallem et al., 2010). Cuando la dieta de las terneras en la etapa de recría tiene un exceso de energía en relación a la proteína, esta última es limitante para la formación de tejido mamario y el exceso de energía se deposita en forma de grasa, afectando el crecimiento y el desarrollo de la glándula mamaria (Conaprole, 2008).

5.3. NUTRICIÓN Y DESEMPEÑO PRODUCTIVO Y REPRODUCTIVO

El adelanto de la primera lactación en vaquillonas es beneficioso para los productores lecheros, dado que obtienen ganancias antes, al iniciar su vida productiva en un periodo más temprano, produciéndose antes el retorno del dinero invertido en la etapa de cría y recría (Pampori et al., 2012). Para que la vaca tenga una alta producción de leche, y a la vez una buena performance reproductiva, no se debe tener en cuenta solo la selección genética, en donde se buscan animales con altas tasas de crecimiento, sino que la nutrición en etapas tempranas en la vida del animal ha tomado un papel importante a nivel productivo y reproductivo (Bach, 2015; Lohakare et al., 2012; Moallem et al., 2010).

Gelsinger et al. (2016) reportaron que por cada 100 g extra de GD de PV logrados pre desleche, las vaquillonas produjeron 130 kg más de leche (Gelsinger et al., 2016); por otro lado Soberon (2012) determinaron que cada un kg de peso ganado antes de la pubertad se producían 3281 kg más de leche en la primera lactancia (Soberon, 2012); y de forma similar, Soberon y Van Amburgh (2013) establecieron que por cada kg ganado en la etapa de cría, la producción de leche se incrementaba 1550 kg (Soberon y Van Amburgh, 2013).

De este modo, es importante recalcar que no solo es importante intensificar en el Uruguay la etapa de cría, sino que también la de recría dado que puede producir mejoras en las primeras lactancias, alargamiento de la vida productiva (por el adelanto del primer parto), otorga más área para las vacas lecheras y mejora el progreso genético, tanto por la reducción del intervalo generacional como por la mayor presión de selección (al disponer de una mayor proporción de hembras de reemplazo) (Conaprole, 2008).

Para finalizar, nos parece pertinente mencionar que Zanton y Heinrichs (2005) concluyeron mediante un meta-análisis que las ganancias diarias entorno a la pubertad hasta la primera lactancia debía de ser 800 g, de forma de optimizar la producción, y no alterar el desarrollo de la glándula mamaria.

6. HIPÓTESIS

La mayor oferta de lactoreemplazante durante la cría de terneras llevará a mayores consumos de energía y proteína, que les permitirá un mayor crecimiento y desarrollo corporal, estas diferencias se mantendrán en la recría 1 si las ganancias diarias de peso vivo son de 800 a 900g.

7. OBJETIVOS

7.1. OBJETIVO GENERAL

- Evaluar los efectos directos y las interacciones de distintos planos de alimentación durante la cría (14-63 días de vida) y la recria 1 (63-150 días de vida) sobre el crecimiento y desarrollo corporal de terneras Holstein de reemplazo.

7.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Evaluar los efectos directos y las interacciones de distintos planos de alimentación durante la cría (14-63 días de vida) y la recria 1 (63-150 días de vida) sobre la evolución y las tasas de ganancia de: peso vivo, altura a la cruz, altura a la cadera, ancho de cadera y circunferencia del tórax.

8. MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo experimental y los análisis de composición química de los alimentos se realizaron en las Unidades Experimentales de Cría y Recría de Terneras y en el Laboratorio de Nutrición Animal, ubicados respectivamente en el Campo Experimental N° 2 de la Facultad de Veterinaria, y en el Instituto de Producción Animal de la Facultad de Veterinaria Universidad de la República (UdelaR), km 42,8 de la ruta N° 1, departamento de San José, Uruguay (34° 41'08.0"S; longitud: 56°32'30.7" W).

Todos los procedimientos experimentales fueron aprobados por la Comisión de Ética en el Uso de Animales (CEUA) en acuerdo con la reglamentación sobre Ética y Bienestar Animal de Facultad de Veterinaria (Protocolo experimental N° 69).

8.1. DISEÑO EXPERIMENTAL

En el presente trabajo se realizó un diseño factorial de 2 X 2 combinando la aplicación de tratamientos en la etapa de cría (desde el día 14 al 63 días de vida) y de recría 1 (desde el día 63 al 150 de vida).

8.1.1. Animales

Se utilizaron 28 terneras Holstein nacidas de vacas multíparas por parto natural. Las mismas provinieron de sistemas productivos comerciales y fueron cedidas en préstamo durante el ensayo experimental.

En la primera semana de vida, se les tomó una muestra de sangre por venopunción yugular mediante vacutainer con activadores de la coagulación (BD Vacutainer® Serum, Franklin Lakes, NJ, USA) para la obtención de suero. Éste suero fue analizado mediante un refractómetro digital Brix (PAL-1 Refractómetro digital Brix, Atago Co Ltd; Bellevue, WA) para estimar la concentración de proteínas séricas, que fue utilizada como indicador del nivel de transferencia de inmunidad pasiva a través del calostro. Únicamente se incluyeron en el ensayo aquellas terneras que tuvieran sueros con $\geq 8,4^\circ$ Brix, que es considerado el punto de corte que permite identificar las terneras que fueron exitosas en la adquisición de la inmunidad pasiva a través del calostrado, de aquellas que han fallado (Deelen *et al.*, 2014).

Durante la primera semana de vida las terneras que cumplieron con los requisitos mencionados anteriormente fueron trasladadas desde su establecimiento de origen a las instalaciones de la Unidad de Cría del Campo Experimental N° 2 de la Facultad de Veterinaria, UdelaR.

Durante la cría, las terneras fueron alojadas bajo techo en jaulas individuales de 2 x 1 metros, estando todas en las mismas condiciones sanitarias y ambientales. Diariamente se determinaba el score fecal (Quigley *et al.*, 2006) de las terneras de ambos tratamientos.

8.1.2. Tratamientos

Las terneras fueron adjudicadas al azar a uno de los dos tratamientos durante el período de cría (día 14 al 63 de vida), los cuales consistían en:

- C10: se les ofreció el 10% de su peso vivo (PV) inicial (7 días de vida) de LR + RI y agua *ad libitum*.
- C20: se les ofreció el 20% de su peso vivo (PV) inicial (7 días de vida) de LR + RI y agua *ad libitum*.

La adaptación, el incremento de los niveles de suministro de LR y el proceso de desleche se ilustran en la Figura 1, en el caso de las terneras sometidas al tratamiento C10 no requirieron periodo de adaptación, dado que las cantidades de LR administrado es el normalmente tolerado por una ternera sometida a una crianza artificial; de todos modos la recolección de datos para el ensayo experimental comenzó a los 14 días de vida de forma de permitirle a los animales una correcta adaptación al nuevo ambiente.

El lactoreemplazante (LR) fue suministrado a una concentración del 12%, es decir 120 g de polvo/l de agua a 38-41°C, en dos tomas diarias (08:00 y 18:00 hs.) mediante baldes individuales con tetinas de goma.

Desde el segundo día del tratamiento a las terneras se les ofreció *ad libitum* RI, y agua desde el primer día, los cuales fueron administrados en baldes específicos para cada alimento y para cada animal.

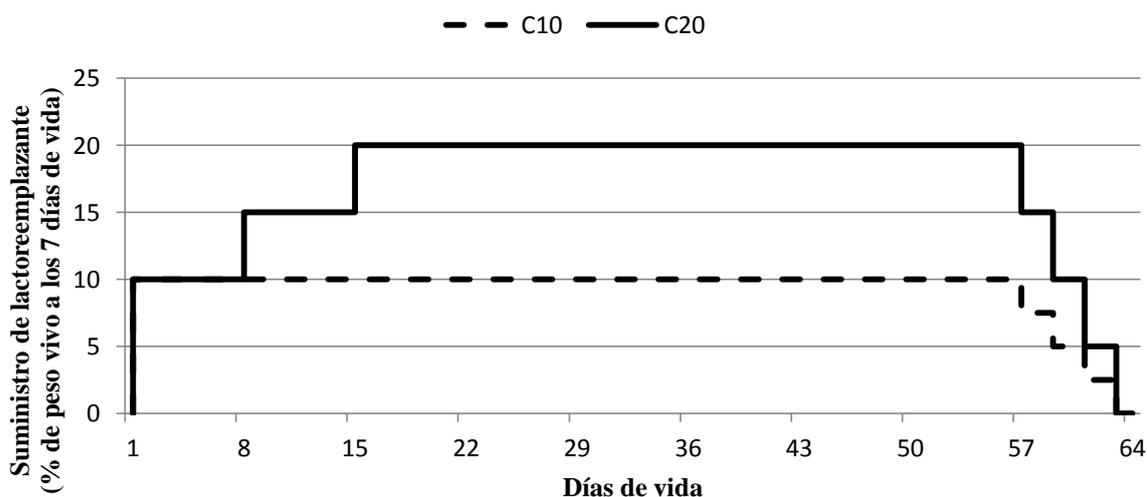


Figura 1. Suministro de lactoreemplazante durante la etapa de cría.

C10: Suministro de lactoreemplazante a razón del 10% del peso vivo a los 7 días de vida. C20: Suministro de lactoreemplazante a razón del 20% del peso vivo a los 7 días de vida.

A los 63 días de vida, al finalizar el periodo lactante, fueron llevadas a corrales grupales de a dos o tres terneras, aquí tanto las terneras C10 como C20 fueron divididas en dos tratamientos que se les adjudicó al azar, en el cual permanecieron hasta los 150 días de vida, el tratamiento medio (RM) en el cual la formulación de la dieta se realizó de tal forma que las ganancias diarias sean entre 500 a 600 g y el tratamiento de alta (RA), en el cual las ganancias diarias de peso deben de ser entre 800 y 900 g.

En la etapa de Recría 1, las terneras fueron alimentadas con el concentrado iniciador utilizado en la etapa de cría y heno de alfalfa (ver Cuadro 1), ambos alimentos fueron suministrados a las terneras de todos los corrales en proporciones similares según la edad, pero en cantidades diferentes, para lograr las ganancias previstas en cada tratamiento de recría. Durante esta etapa las terneras contaron con comederos individuales para la RI, mientras que el heno de alfalfa se suministró en comederos grupales. El agua fue administrada *ad libitum* mediante bebederos automáticos.

De esta forma podemos establecer que en esta etapa se formaron 4 grupos de animales: terneras C10-RM, C10-RA, C20-RM y C20-RA (Figura 2).

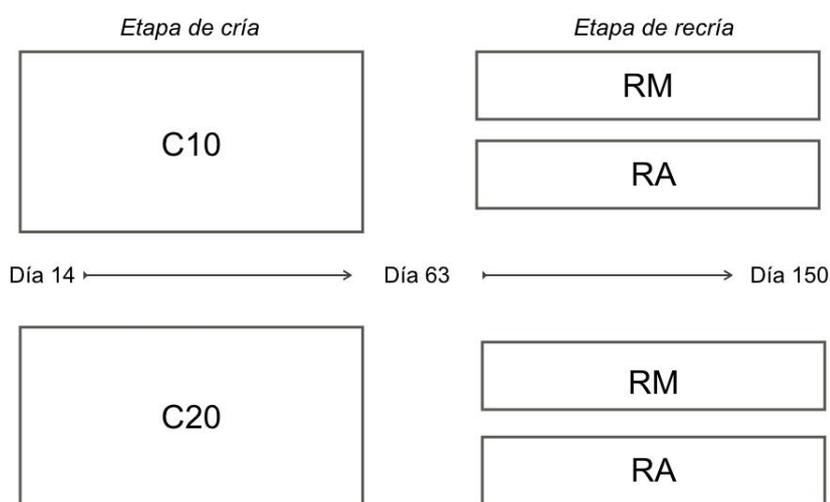


Figura 2. Esquema de los tratamientos aplicados durante la cría (C10: suministro lactoreemplazante a razón del 10% del peso vivo a los 7 días de vida; C20: suministro de lactoreemplazante a razón del 20% del peso vivo a los 7 días de vida) y la recría (RM: ganancias diarias medias; RA: ganancias diarias altas).

8.2. COMPOSICIÓN DE LOS ALIMENTOS

Durante la etapa de cría se determinó diariamente dos veces por día el consumo de LR, y una vez al día el consumo de ración iniciadora (RI) y agua. En la etapa de Recría 1, luego del desleche, se midieron diariamente consumo de RI y heno de alfalfa en cada corral. En todos

los casos se realizó por diferencia entre la oferta y el rechazo. Se tomaron muestras de todas las bolsas de LR y ración una vez abiertas. Con estas muestras se realizaron análisis de composición química de los alimentos.

Para determinar el porcentaje de materia seca (MS) se realizó el secado total durante 24 horas a 100°C (AOAC, 1990: 934.01), para el extracto etéreo según el Método Goldfish – Nielsen, 2003. La determinación de las cenizas se realizó según AOAC, 1990 (924.05); mientras que para la proteína bruta fue AOAC, 1990 (955.04). El porcentaje de fibra ácido detergente y neutro detergente se determinó por el procedimiento establecido por Robertson y Van Soest (1981), utilizando un analizador de fibra (ANKOM 200I, NY, EEUU). El porcentaje de lignina se realizó por medio de la prueba de lignina en detergente ácido con ácido sulfúrico (LDAAS), según Ankom, 2005. Method for determining acid detergent lignin in beakers. Ankom Technology (Cuadro 1). La energía metabolizable (EM) de los alimentos en base a las ecuaciones propuestas por el NRC (2001).

Para el caso de la lactosa se determinó por la fórmula propuesta por Tikofsky (2001), la cual establece que:

$$\text{Lactosa (\%MS)} = (100\% - \%PB - \%EE - \%Cenizas)$$

Cuadro 1. Composición química de los alimentos utilizados (media ± desvío estándar).

	Lactorreemplazante	Ración iniciadora	Heno de Alfalfa
Materia seca (%)	95±0,8	92±2,1	92±0,1
Materia orgánica (% de la MS)	92±0,3	94±0,32	90±0,1
Proteína bruta (% de la MS)	26±0,8	24±2,0	22±0,02
Fibra neutro detergente (% de la MS)	ND	12±0,5	46±0,1
Fibra ácido detergente (% de la MS)	ND	5±0,5	35±0,1
Extracto al éter (% de la MS)	14±0,2	2±0,5	ND
Lactosa (% de la MS) ^a	52±2	ND	ND

^a Calculada por diferencia de acuerdo a la forma descripta por Tikofsky, 2001: Lactosa= (100% – %PB – %EE – %Cenizas).

ND= no determinado.

8.3. DETERMINACIONES DE PESO CORPORAL Y MEDIDAS MORFOMÉTRICAS

El PV se determinó a partir de los 7 días de vida, y se realizó una vez por semana hasta finalizar la etapa de Recría 1 (hasta los 150 días de edad).

Por otro lado, las mediciones morfométricas que se realizaron fueron altura a la cruz (AC), altura a la cadera (ACAD), ancho de cadera (ANCH) y circunferencia torácica (CT), las cuales se tomaron cada 14 días desde el día cero de tratamiento hasta el final de la etapa de recría 1. La AC, ACAD y ANCH fueron tomadas siempre con el animal apoyado en sus cuatro miembros, sobre un suelo plano y firme, mediante una regla de mediciones corporales

graduada y con un nivel de burbuja para asegurar la correcta postura del animal. La CT fue medida con el animal en la misma posición que para las mediciones anteriores, pero en este caso se realizó con una cinta métrica.

8.4. ANÁLISIS ESTADÍSTICOS

Los resultados se analizaron de forma separada para el período de cría (día 14 a 63 de vida) y el de recría (63- 150). Los datos con medidas repetidas en el tiempo fueron analizados de acuerdo con el modelo lineal mixto usando el procedimiento PROC MIXED de SAS® (2009), con una estructura de covarianza de tipo AR (1) según el siguiente modelo:

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

Donde:

μ = media general

T_i = efecto fijo del tratamiento

D_j = efecto fijo del día de medición

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

e_{ijk} = error residual.

La ganancia de peso así como de las demás medidas morfométricas fueron determinadas con el mismo modelo anterior, pero D fue definida como una variable independiente continua, para obtener el correspondiente coeficiente de regresión. Para el caso de peso vivo y dimensiones corporales registradas 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 \pm error estándar de la media (EEM) y fueron comparadas usando el Test de Tukey. Se aceptaron como diferencias significativas valores de $p \leq 0,05$ y como tendencia valores de $0,05 < p \leq 0,10$.

9. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

9.1. CRECIMIENTO Y DESARROLLO CORPORAL DURANTE LA CRÍA

Tal como se esperaba hubo diferencias significativas en los PV entre tratamientos ($p < 0,01$), efecto de la edad ($p < 0,01$) e interacción tratamiento por edad ($p = 0,040$) durante el período de cría (Figura 3). Estas diferencias en los PV entre tratamientos se produjeron a partir del día 42 de vida (Figura 3) y las terneras del tratamiento C20 fueron deslechadas con 8,2% más de PV (65 vs. 60 kg). Estas diferencias en el PV al final de dicho período concuerdan con las mayores tasas de GD de PV de las terneras C20 durante el periodo (583 vs. 500 g/día; $p = 0,049$; Figura 8) y con el mayor aporte de nutrientes (energía y proteína) suministrados a través del LR. Estos resultados concuerdan con los reportados en varios trabajos similares (ej. Davis Rincker *et al.*, 2011; de Trinidad, 2014; Kiezebrink *et al.*, 2015; Morrison *et al.*, 2009; Silper *et al.*, 2014; Terre *et al.*, 2007).

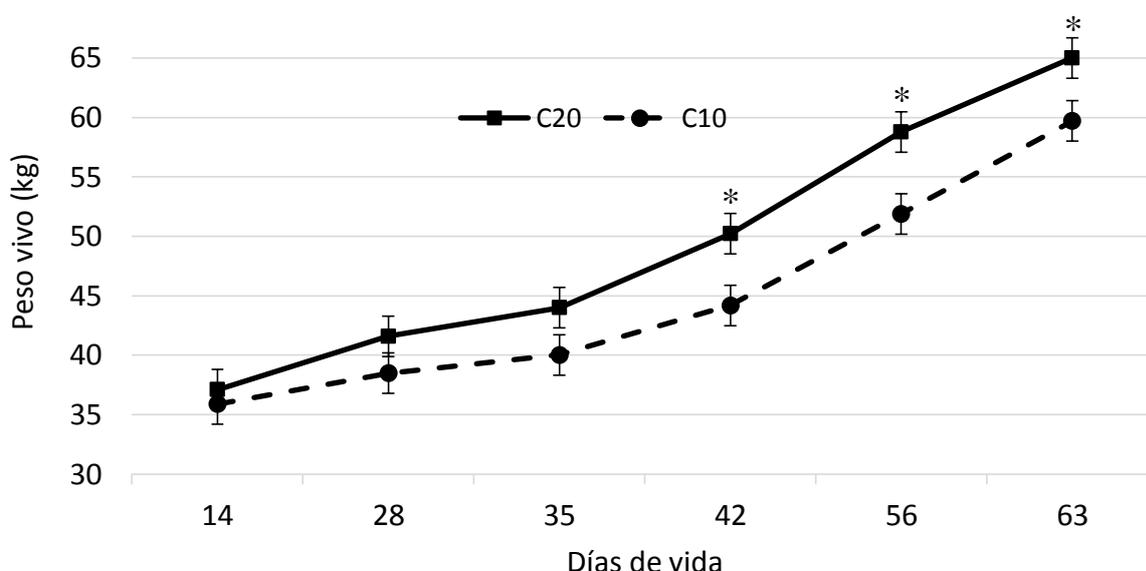


Figura 3. Peso vivo durante el período de cría de las terneras a las que se les ofreció lactoreemplazante a razón de 10% (C10) o 20% (C20) de su peso vivo a los 7 días de vida.

*: Indica diferencia estadísticamente significativa ($p < 0,01$).

A pesar de las diferencias encontradas, los PV al desleche fueron bajos, dado que ninguno de los grupos logró duplicar su PV al inicio del tratamiento, las C10 tuvieron un 66% de PV más que al día 14 de vida y las C20 un 75 % más. Al día 63 de vida, las terneras del tratamiento C20 tuvieron PV inferiores a los esperados y a los reportados en trabajos semejantes en los que las terneras fueron deslechadas a una edad similar (Brown *et al.*, 2005; de Trinidad, 2014; Morrison *et al.*, 2011). Esto, pudo estar asociado al tipo de alimento, a la composición química (26% PC y 4,4 Mcal EM/Kg MS) y a la dilución a la que fue utilizado el LR (120 g polvo/L). En este sentido Brown *et al.* (2005) realizó un ensayo similar, en el que las terneras ($n=74$) fueron deslechadas a las ocho semanas con 60 y 72 kg de PV para el tratamiento con

moderado y alto plano de alimentación respectivamente. Sin embargo, a diferencia de nuestro trabajo, utilizó diferentes LR para el tratamiento de alta (30% PB y 4,4 Mcal EM/Kg MS) y moderado (21,3 % PB y 4,7 Mcal EM/Kg MS) plano de alimentación. En dicho experimento las terneras del tratamiento de alto plano nutricional fueron deslechadas con mayor PV y las diferencias entre los PV finales entre tratamientos fueron mayores (20% a favor de las de alto plano) a las encontradas en nuestro trabajo (8,2% a favor de las de alto plano).

Resultados similares reporta de Trinidad (2014), quien alimentó a terneras Holstein (n=34) durante la cría (2 a 56 días de vida) con 4 vs. 8 litros de leche entera (28% PB, 41% lactosa, 32% EE, 5,7 Mcal EM/ kg MS) y encontró diferencias de 13 kg de PV al desleche a favor de las terneras de alto plano de alimentación. A pesar de ello otros trabajos no han encontrado diferencias tan marcadas entre tratamientos, por ejemplo Kiezebrink *et al.* (2015) reportan diferencias de 7 kg de PV al finalizar la etapa de cría (78 vs. 86 kg PV) en terneras (n=152) alimentadas con 4 u 8 litros de leche entera (31,6% de EE, 26,8% de PB y 34,1% de lactosa, 5,2 Mcal EM/kg MS) durante el período de cría (0 a 56 días de vida).

Las diferencias encontradas con los distintos trabajos pueden atribuirse a varios factores. Por ejemplo, en el trabajo de Brown *et al.* (2005) el PV inicial de las terneras fue $43,8 \pm 3$ kg de PV, casi 10 kg más que las terneras utilizadas en este trabajo. Otra diferencia importante se encuentra en el tipo de alimento empleado, en los ensayos de de Trinidad (2014) y Kiezebrink *et al.*, (2015) utilizaron leche entera, mientras que en nuestro trabajo así como el de Brown *et al.* (2005) se empleó LR. En promedio las leches utilizadas en dichos trabajos contenían 1 Mcal más por kg de MS que los LR, es decir casi un 20% más de EM.

Por otro lado, también se hallaron diferencias entre los LR utilizados, los empleados por Brown *et al.* (2005) contenían para el tratamiento de alto plano de alimentación 30% de PB en base seca y fue suministrado en mayor concentración (141 g MS/l); por lo que la oferta de PB ofrecida a través del LR fue de 6 g/kg de PV, mientras que en el presente trabajo fue de 5 g/kg de PV, es decir aproximadamente un 20 % inferior. En relación a esto último, se ha reportado que LR con mayores concentraciones de PB aumentan la deposición de tejido magro (Hill *et al.*, 2008).

A pesar de que se halló una diferencia estadísticamente significativa en las GD de PV promedio durante la cría ($p=0,049$; Figura 8), estas fueron inferiores a las esperadas de acuerdo al aporte de nutrientes, especialmente en el caso de las terneras C20 (583 g/día).

La mayoría de los trabajos realizados sobre el tema (ej. Davis Rincker *et al.*, 2011; Flamy y Mathew, 2012; Kmicikewycz *et al.*, 2013; Morrison *et al.*, 2009) reportan diferencias estadísticamente significativas en la GD de PV al incrementar la oferta de leche o LR. Davis Rincker *et al.* (2011) alimentaron terneras Holstein (n=80) con LR a razón de 1,2% y 2,1% de PV en MS (5 Mcal de EM/kg MS, 21,5 o 30,6 gramos de PB/kg MS y 21,5 o 16,1 % de EE) y encontraron tasas de ganancias de 440 y 640 g/día respectivamente. Otro trabajo realizado en Uruguay (de Trinidad, 2014), reportan tasas de GD de 445 y 672 g de PV en las terneras

alimentadas durante la cría (2 a 56 días de vida) con 4 u 8 litros de leche entera respectivamente.

Es posible que la gran variación en las tasas de ganancias de PV entre los animales del mismo tratamiento y el número de animales utilizados por tratamiento ($n=14/\text{tratamiento}$) pudieron condicionar los resultados obtenidos en nuestro trabajo, dado que fue significativamente inferior al n empleado en estudios similares ($n=81$ Morrison *et al.*, 2009; $n=74$ Brown *et al.*, 2005; $n=80$ Davis Rincker *et al.*, 2011; $n=65$ Morrison *et al.*, 2011).

Sumado a las diferencias en la composición química y en definitiva al aporte de nutrientes de los alimentos líquidos empleados en los distintos experimentos (Davis Rincker *et al.*, 2011; de Trinidad, 2014), es posible que otros factores tales como problemas sanitarios y de adaptación de los animales durante el período de cría pudieron afectar negativamente las tasas de GD de PV en ambos tratamientos, especialmente durante los primeros 35 días de vida (C20= 330 g/día y C10=190 g/día; Figura 3).

Otro motivo por el cual las terneras C20 no alcanzaron las GD de PV esperadas pudo estar asociado a la presencia de diarreas. Al ingerir mayores cantidades de LR la velocidad del tránsito intestinal aumenta y así la absorción de los nutrientes se ve disminuida. En este trabajo, las terneras C20 tuvieron un 10% más de días con score fecal ≥ 2 (Quigley *et al.*, 2006) durante la etapa de cría (datos no presentados). Del mismo modo, Davis Rincker *et al.* (2011) reportaron que las terneras sometidas a cría acelerada tuvieron mayores score de materia fecal y mayores pérdidas de PV asociadas a diarrea.

No se detectaron diferencia significativa en la AC y la ACAD promedio durante el período de cría (Figura 4). Estos resultados concuerdan con lo reportado en varios trabajos (ej. Kamiya *et al.*, 2009; Kmicikewycz *et al.*, 2013; Morrison *et al.*, 2011; Oskaya, 2014; Tapki, 2007). Sin embargo otros estudios han observado que el aumento del consumo de LR produjo al desleche una mayor AC (Morrison *et al.*, 2009; Davis Rincker *et al.*, 2011), y mencionan que el incremento de la cantidad de LR ofrecido no solo aumenta el depósito de tejido graso sino también el de tejido magro (Morrison *et al.*, 2009).

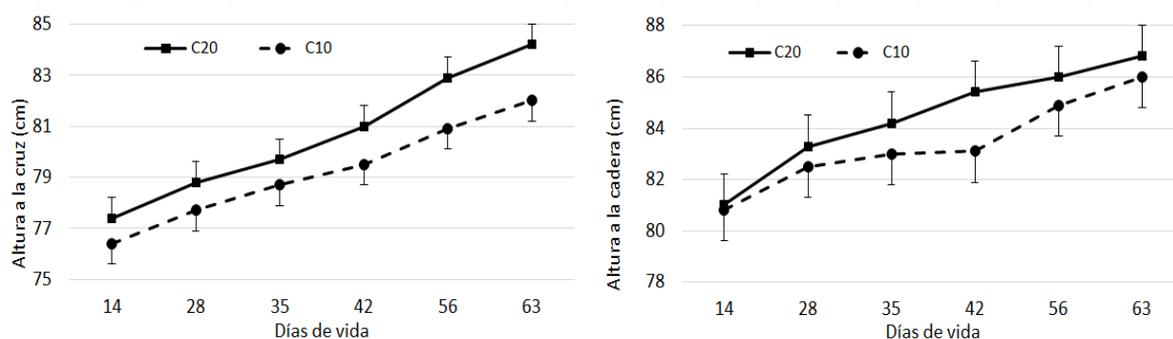


Figura 4. Altura a la cruz (A) y altura a la cadera (B) durante el período de cría de las terneras a las que se les ofreció lactoreemplazante a razón de 10% (C10) o 20% (C20) de su peso vivo a los 7 días de vida.

El incremento en la AC durante los primeros 6 meses de vida es muy importante, dado que durante este período ocurre el 50% del incremento total (Kertz *et al.*, 1998). Resulta importante destacar que la AC final encontradas en este trabajo (Figura 4A) son similares a las reportadas en la literatura revisada (Brown *et al.*, 2005; Davis Rincker *et al.*, 2011; Morrison *et al.*, 2011; Tapki, 2007). Si bien en algunos de éstos trabajos se reportan una AC levemente superior, se debe tener en cuenta que la altura final del animal no solo está determinada por la dieta sino que también por su altura inicial y potencial genético.

No se detectó efecto del tratamiento ni interacción entre la edad y el tratamiento sobre la CT de las terneras durante el período de cría (Figura 5). Lo mismo se vio en el ensayo realizado por Oskaya (2014), el cual no fundamenta la causa posible de este hallazgo. El no hallar diferencias en la CT fue un resultado que no se esperaba, dado que se ha demostrado que existe una correlación positiva entre CT y PV (Mahecha *et al.*, 2009).

Morrison *et al.* (2009) y Morrison *et al.* (2011) encontraron diferencias en la CT en la etapa de cría, la cual se vio influenciada por los mayores consumos de energía y proteína. En el segundo estudio mencionado se determinó que por cada 100 g de aumento en el consumo diario de LR, aumentó 0,32 cm la CT. La diferencia entre nuestro ensayo y el de Morrison *et al.* (2009, 2011) pudo estar dada tanto por el número de terneras utilizado como por los PV promedio que alcanzaron los animales al desleche, dado que el reportado por estos autores es en promedio 8 kg superior al de las terneras de nuestro trabajo.

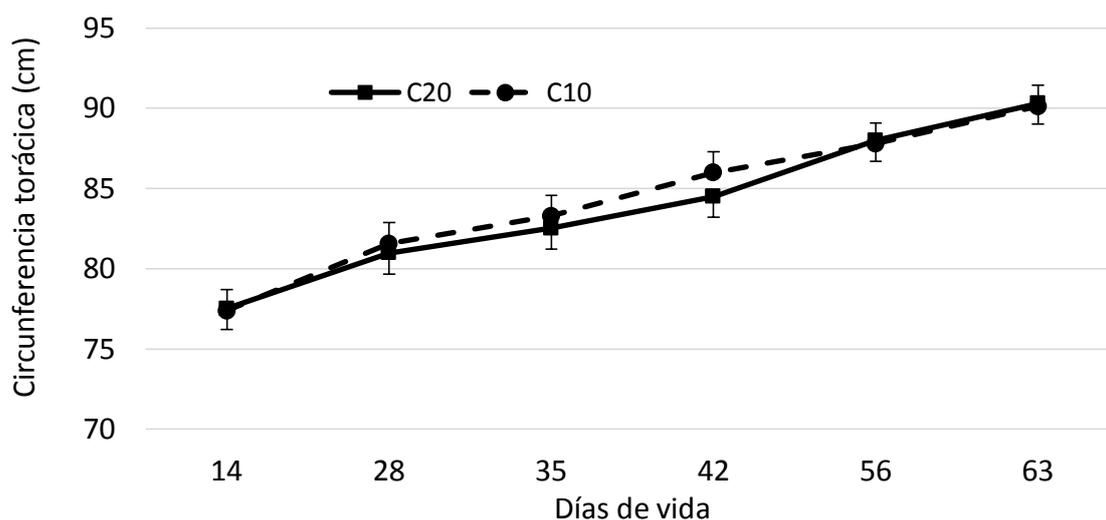


Figura 5. Circunferencia torácica durante el período de cría de las terneras a las que se les ofreció lactoreemplazante a razón de 10% (C10) o 20% (C20) de su peso vivo a los 7 días de vida.

Las terneras de C20 tuvieron una mayor ANCH durante el período de cría (20,4 vs. 19,5 cm; $p < 0,01$), sin embargo no se detectó interacción entre el tratamiento y la edad para esta variable (Figura 6). Tampoco hubo diferencias significativas en la GD de ANCH ($p = 0,597$; Cuadro 2). Es importante destacar que hubo un pobre crecimiento de esta variable para ambos tratamientos durante la cría (2,85 cm de crecimiento durante toda la etapa de cría), si lo

comparamos con el trabajo realizado por Tapki (2007) que reporta crecimientos de ANCH de 4,1cm. Esta falta de crecimiento pudo haber sido dada por las bajas ganancias de peso que se reportaron los primeros 35 días de vida (Figura 3).

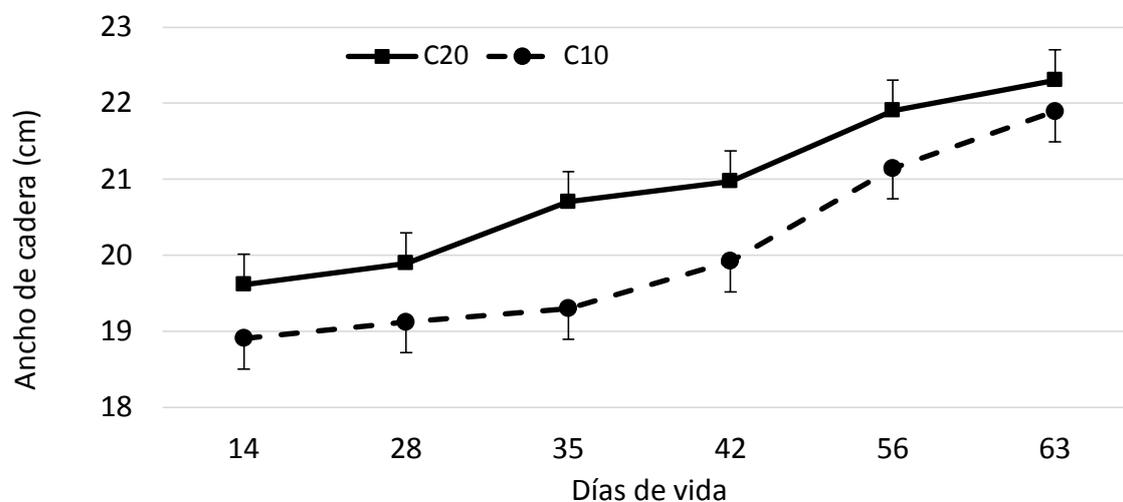


Figura 6. Ancho de cadera durante el período de cría de las terneras a las que se les ofreció lactoreemplazante a razón de 10% (C10) o 20% (C20) de su peso vivo a los 7 días de vida.

Las diferencias en el ANCH entre las terneras C10 y C20 al desleche fueron muy bajas (21,4 y 21,8 cm respectivamente; Figura 6). Por el contrario, Shamay *et al.* (2005) reportaron que al desleche (60 días de vida), las terneras de mayor plano nutricional eran 1,5 cm más anchas que las de crianza convencional, sin embargo estas diferencias no persistieron luego de los 180 días de vida.

Cuadro 2. Promedio de ganancias diarias durante el período de cría para las variables de morfometría (cm).

	Tratamientos		Estadística
	C10	C20	p
Altura a la cruz	0,112	0,132	0,410
Altura a la cadera	0,104	0,112	0,720
Circunferencia torácica	0,252	0,254	0,959
Ancho de cadera	0,060	0,054	0,597

C10: Suministro de lactoreemplazante a razón del 10% del peso vivo a los 7 días de vida. C20: Suministro de lactoreemplazante a razón del 20% del peso vivo a los 7 días de vida.

9.2. CRECIMIENTO Y DESARROLLO CORPORAL DURANTE LA RECRÍA

Hubo efecto del tratamiento, la edad e interacción tratamiento por edad en el PV, el ANCH y la CT durante la recría.

Las terneras de los tratamientos C20-RA y C10-RA tuvieron mayores pesos que las terneras C20-RM y C10-RM ($p < 0,01$; Figura 7). Estas diferencias se observaron a partir del día 105 de vida hasta el final del período de estudio (día 150 de vida; Figura 7).

Como era de esperarse aquellas terneras que tuvieron mayores consumos de energía y proteína en ambas etapas del tratamiento (C20-RA) tuvieron PV mayores que aquellas con menores consumos tanto en la cría como en la recría (C10-RM; Figura 7).

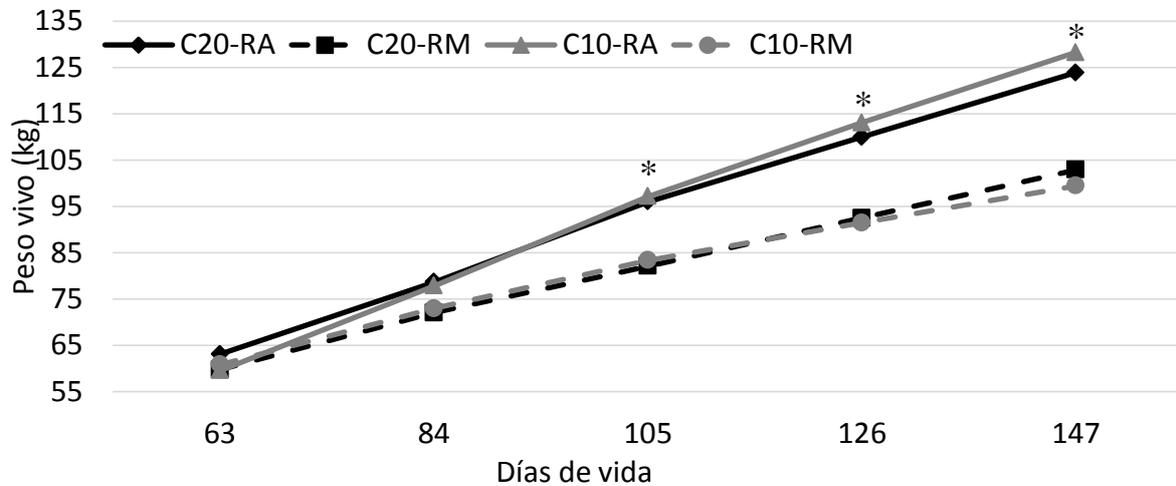


Figura 7. Peso vivo de C20-RA, C20-RM, C10-RA y C10-RM durante la recría 1 (63 a 150 días de vida).

*: Indica diferencia estadísticamente significativa ($p < 0,01$).

C10: Suministro de lactoreemplazante a razón del 10% del peso vivo a los 7 días de vida. C20: Suministro de lactoreemplazante a razón del 20% del peso vivo a los 7 días de vida. RA: recría con ganancias diarias altas (800-900 g/día). RM: recría con ganancias diarias medias (500-600 g/día).

Al finalizar este periodo de estudio (día 63 a 150 de vida) se observó diferencias en los PV finales ($p < 0,01$), las terneras RA eran más pesadas que las RM, independientemente del tratamiento aplicado en la etapa de cría.

Si bien las terneras del C10 eran más livianas al momento de finalizar la cría (Figura 3), no se detectaron diferencias estadísticas entre tratamientos al inicio de la recría (Figura 7). Esto se produjo debido que al comenzar la recría las terneras pasaron a corrales colectivos, cambiando la unidad experimental sobre la que se aplicó el tratamiento (ver materiales y métodos) y disminuyendo el número de réplicas por tratamiento ($n=3$ por tratamiento). Durante la recría, las terneras C10-RA tuvieron ganancias de PV similares e incluso numéricamente superiores a las terneras C20-RA, y al cabo de 40 días (105 días de vida) tenían PV superior a las terneras C20-RM (Figura 7).

Brown *et al.* (2005) en la segunda etapa de su experimento (8 a 14 semanas de vida) tenía cuatro grupos de animales, en los cuales variaba el aporte de nutrientes (cría, recría): ML (moderado, bajo), MH (moderado, alto), HL (alto, bajo) y HH (alto, alto). En la recría los animales sometidos a un alto plano nutricional ganaban entre 600 a 730 g de PV más por día

que los de bajo plano nutricional. Las ganancias diarias planteadas como objetivo en los tratamientos aplicados en el experimento de Brown *et al.* (2005) fueron más contrastantes que las utilizadas en nuestro trabajo, en el cual las terneras RA ganaban en torno a 270 g de PV más por día que las RM (770 vs. 493 g de PV/día; Figura 8).

Estos autores (Brown *et al.*, 2005) determinaron que las vaquillonas de los tratamientos MH y HH tenían mayor cantidad de grasa corporal y eran más pesadas que las ML y HL, independientemente del tratamiento aplicado en la cría. Este efecto sobre el PV de las vaquillonas que produjo el mayor aporte de energía y proteína durante el período de recría coincide con el encontrado en el presente trabajo. A la vez estos PV al final de los tratamiento para ambos trabajos fueron muy similares, e incluso levemente superiores a los reportados por Brown *et al.* (2005).

Sin embargo los resultados presentados por Kertz *et al.* (1998) difieren de los anteriores, dado que analizando una base de datos determinaron que a iguales consumos de RI en la recría, las terneras con menores ingestas de LR durante la cría, alcanzan PV mayores por el mayor desarrollo del retículo-rumen. Esto sugiere que durante la recría 1 las terneras de crianza “tradicional” son más eficientes en el crecimiento y conversión de alimentos. En relación a esta afirmación, las terneras C10-RA alcanzaron e incluso superaron numéricamente (4,5 kg) a las terneras C20-RA, observándose un crecimiento compensatorio por parte de estos animales; lo que descarta nuestra hipótesis inicial.

En el periodo de recría 1 hubo diferencias significativas en las GD de PV promedio ($p < 0,01$; Figura 8). Esto era de esperarse dado que en la recría se buscó controlar las GD de cada terneras según el tratamiento (ver materiales y métodos).

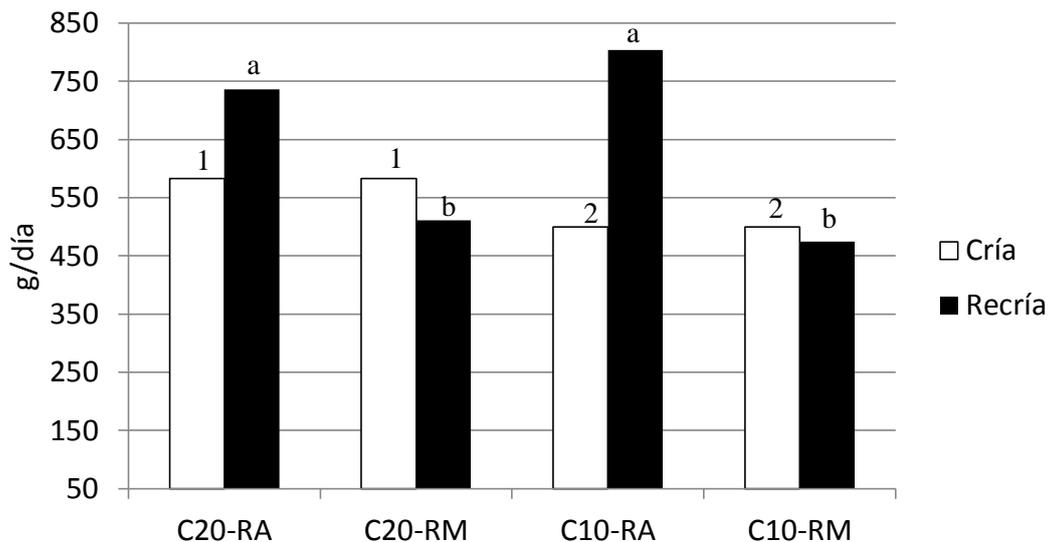


Figura 8. Ganancia diaria de peso vivo (g/día) durante la etapa de cría (14 a 63 días de vida) y recría 1 (63 a 150 días de vida).

Números y letras iguales indican $p \geq 0,10$ y números y letras diferentes indican diferencia estadística ($p < 0,01$). C10: Suministro de lactoreemplazante a razón del 10% del peso vivo a los 7 días de vida. C20: Suministro de lactoreemplazante a razón del 20% del peso vivo a los 7 días de vida. RA: recría con ganancias diarias altas (800-900 g/día). RM: recría con ganancias diarias medias (500-600 g/día).

Las terneras sometidas al tratamiento RA debían ganar entre 800 y 900 g/d, lográndose cumplir este objetivo en el caso de las C10-RA las cuales ganaron en promedio $804 \pm 0,04$ g/día, mientras que para el caso de las terneras C20-RA las GD fueron de $736 \pm 0,03$ g (diferencia no estadística), lo que concuerda con las diferencias numéricas que se observaron en los PV entre ambos tratamientos. Para el caso de las terneras RM estas debían ganar entre 500 y 600 g/día, en este caso las GD de este grupo rondaron los 500 ($\pm 0,04$) g (Figura 8).

En el presente trabajo no se encontraron diferencias significativas en la ACAD entre ninguno de los grupos de terneras (Figura 9), pero se detectó una tendencia en la AC ($p=0,062$; Figura 10) entre las terneras C10-RA y C10-RM al día 126 de vida a favor de las primeras (92,6 vs. 87,3 cm).

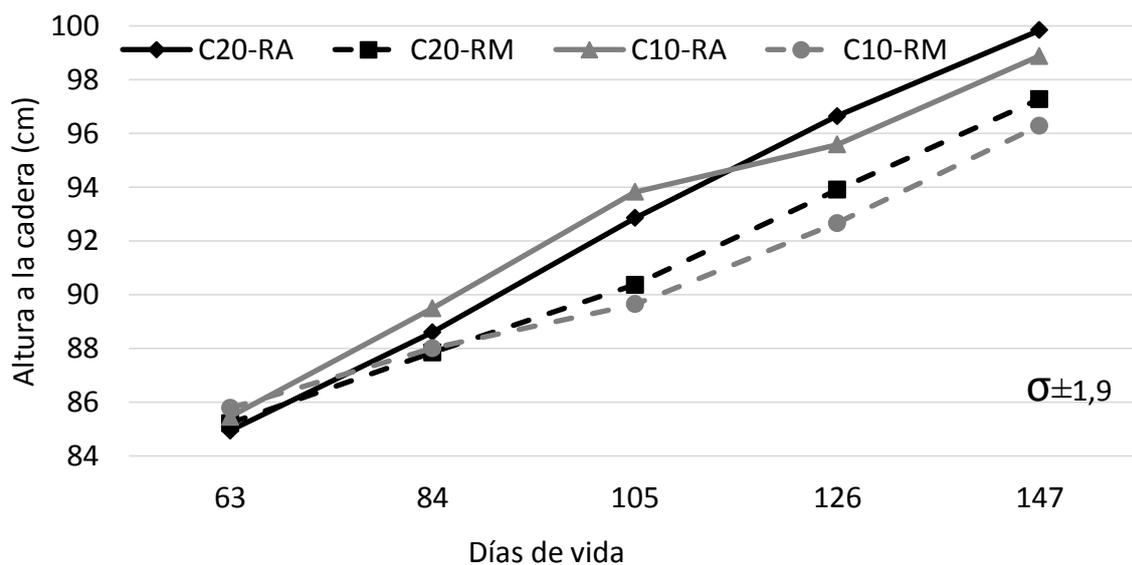


Figura 9. Altura a la cadera (cm) de C20-RA, C20-RM, C10-RA y C10-RM durante la recría 1 (63 a 150 días de vida).

C10: Suministro de lactoreemplazante a razón del 10% del peso vivo a los 7 días de vida. C20: Suministro de lactoreemplazante a razón del 20% del peso vivo a los 7 días de vida. RA: recría con ganancias diarias altas (800-900 g/día). RM: recría con ganancias diarias medias (500-600 g/día).

Brown *et al.* (2005) determinaron que si bien las terneras de crianza acelerada se deslecharon con 2,4 cm más de AC que las terneras de crianza convencional, estas diferencias no persistieron en la recría temprana; en la que su AC dependió de la alimentación durante este último periodo, no habiendo interacción entre los tratamientos aplicados en la cría y recría temprana con respecto a esta variable. Los que tuvieron mayores planos de alimentación luego del desleche fueron más altas al finalizar la recría. Los autores mencionan que la altura final del animal está determinado por su potencial genético, y tanto la dieta como el régimen de alimentación pueden llevar a que el animal alcance su máxima expresión genética en una etapa temprana, o en el caso contrario que nunca llegue a su máximo potencial (Owens *et al.*, 1993 citado por Brown *et al.*, 2005).

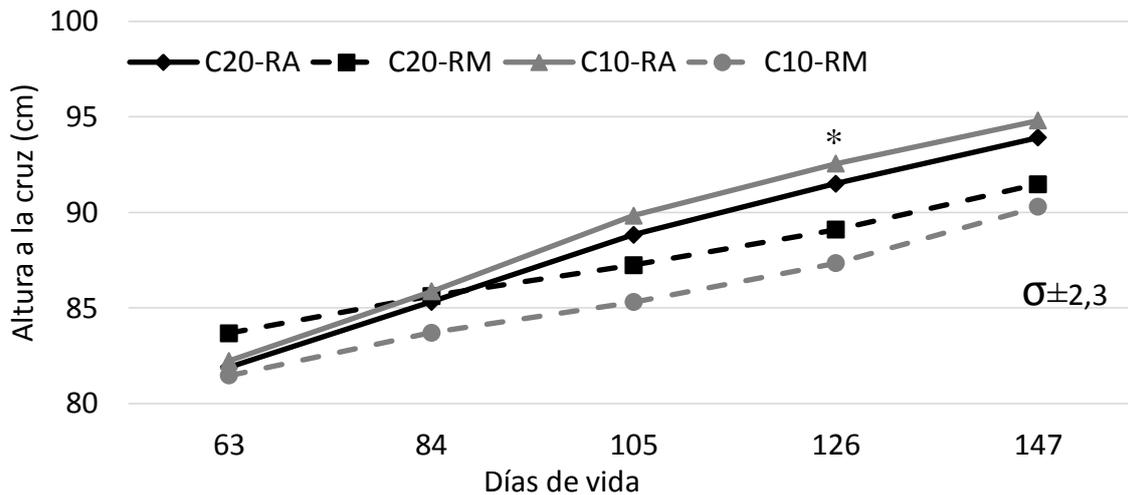


Figura 10. Altura a la cruz (cm) de C20-RA, C20-RM, C10-RA y C10-RM durante la recría 1 (63 a 150 días de vida).

*: Indica diferencia estadísticamente significativa ($p < 0,01$).

C10: Suministro de lactoreemplazante a razón del 10% del peso vivo a los 7 días de vida. C20: Suministro de lactoreemplazante a razón del 20% del peso vivo a los 7 días de vida. RA: recría con ganancias diarias altas (800-900 g/día). RM: recría con ganancias diarias medias (500-600 g/día).

Mendoza *et al.* (2014) publicaron que la AC promedio es de 99 cm a los 6 meses en el Uruguay, considerando las GD de AC (Cuadro 3) durante la recría 1 se observó que las terneras RA llegarían a estas medidas a los 6 meses de vida, no así las RM.

La CT fue una medida que tomó significancia en la etapa de recría, detectándose estas diferencias a partir del día 126 de vida (Figura 11). La GD de esta variable también fue diferente entre tratamientos ($p < 0,01$; Cuadro 3). Al finalizar este periodo las terneras que consumieron mayor cantidad de energía y proteína en la recría (RA) tuvieron mayor CT, independientemente del tratamiento aplicado en la cría, de esta manera aquellas que fueron sometidas al tratamiento C10-RA tuvieron 11,8 cm más de circunferencia que las terneras C20-RM ($p < 0,01$), por lo que se podría afirmar que el factor de mayor influencia en esta medición es la GD de peso en la etapa de recría.

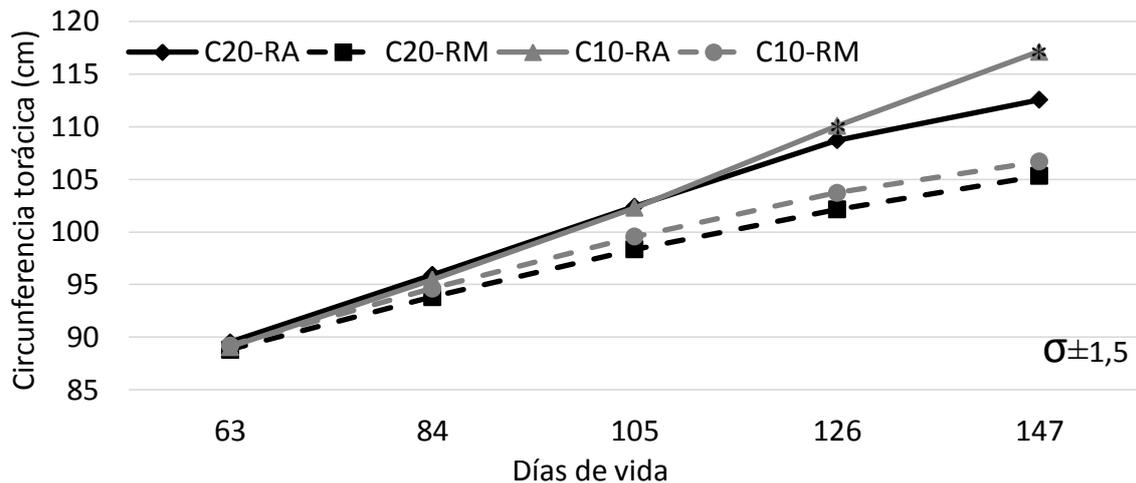


Figura 11. Circunferencia torácica (cm) de C20-RA, C20-RM, C10-RA y C10-RM durante la recría 1 (63 a 150 días de vida).

*: Indica diferencia estadísticamente significativa ($p < 0,01$).

C10: Suministro de lactoreemplazante a razón del 10% del peso vivo a los 7 días de vida. C20: Suministro de lactoreemplazante a razón del 20% del peso vivo a los 7 días de vida. RA: recría con ganancias diarias altas (800-900 g/día). RM: recría con ganancias diarias medias (500-600 g/día).

En el ANCH también se encontraron diferencias significativas entre tratamientos ($p = 0,029$; Figura 12). Al día 147 de vida se detectaron diferencias en el ANCH entre los tratamientos C20-RA y C20-RM.

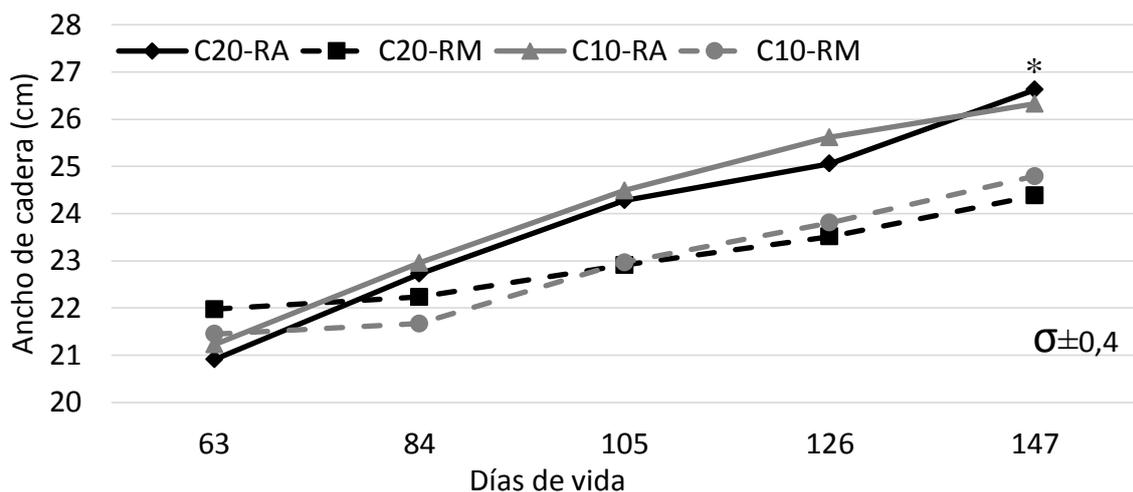


Figura 12. Ancho de cadera (cm) de C20-RA, C20-RM, C10-RA y C10-RM durante la recría 1 (63 a 150 días de vida).

*: Indica diferencia estadísticamente significativa ($p < 0,01$).

C10: Suministro de lactoreemplazante a razón del 10% del peso vivo a los 7 días de vida. C20: Suministro de lactoreemplazante a razón del 20% del peso vivo a los 7 días de vida. RA: recría con ganancias diarias altas (800-900 g/día). RM: recría con ganancias diarias medias (500-600 g/día).

El haber encontrado diferencias solo a nivel de la CT y ANCH en la recría y no en AC y ACAD pudo estar influenciado por el número de animales utilizados en este ensayo, por la

composición del LR utilizado y por las bajas ganancias de peso los primeros 35 días de vida, lo que hizo que las GD promedio durante este primer periodo fueran bajas en relación a lo esperado, y con alta variación entre terneras de un mismo tratamiento.

Cuadro 3. Promedio de ganancias diarias durante el período de recría para las variables de morfometría (cm).

	Tratamientos				Estadística
	C20-RA	C20-RM	C10-RA	C10-RM	p
Altura a la cruz	0,136	0,092	0,151	0,163	0,293
Altura a la cadera	0,169	0,150	0,155	0,115	0,125
Circunferencia torácica	0,267 ^{ab}	0,192 ^c	0,301 ^a	0,204 ^{bc}	<0,01
Ancho de cadera	0,072 ^a	0,039 ^b	0,053 ^b	0,042 ^b	0,012

C10: Suministro de lactoreemplazante a razón del 10% del peso vivo a los 7 días de vida. C20: Suministro de lactoreemplazante a razón del 20% del peso vivo a los 7 días de vida. RA: recría con ganancias diarias altas (800-900 g/día). RM: recría con ganancias diarias medias (500-600 g/día). Letras diferentes indican diferencia estadística ($p < 0,01$).

Si bien el crecimiento y desarrollo corporal de las terneras durante las primeras etapas de su vida es importante para lograr un inicio precoz de la pubertad, este no es el único objetivo de los sistemas de cría acelerada. Estos sistemas también tienen como objetivo provocar efectos a nivel metabólico a mediano y largo plazo. En este sentido varios trabajos han reportado que un mayor crecimiento y desarrollo de las terneras durante etapas tempranas, permiten disminuir la edad a la pubertad (de Trinidad, 2014), pero también aumentar la producción de leche durante las sucesivas lactancias (Bach, 2015; Gelsinger *et al.*, 2016; Soberon y Van Amburg, 2013).

Se ha visto una asociación positiva entre las tasas de ganancias de PV pre desleche y la producción de leche en la primer lactancia (Gelsinger *et al.*, 2016). De esta manera, se ha reportado que tasas de ganancia de PV durante el periodo de cría por encima de 500g/día tuvieron un efecto positivo en la producción futura de leche (Soberon y van Amburg, 2013; Gelsinger *et al.*, 2016) y hubieron variaciones entre tasas de ganancias de PV mayores a 500 hasta 900 g/d con respecto a esta variable (Gelsinger *et al.*, 2016).

10. CONCLUSIÓN

Si bien un mayor aporte de lactoreemplazante durante la crianza permitió un mayor crecimiento, el incremento del plano de alimentación durante la recría permite compensar el crecimiento de las terneras que recibieron menores aportes de lactoreemplazante.

BIBLIOGRAFÍA

1. Almeyda J, Pareño JA. (2011) Manejo integrado de ganado vacuno. Jornada de capacitación UNALM – Agrobanco, Majes-Caylloma-Arequipa, Perú. Disponible en: <https://es.scribd.com/doc/296661157/Manejo-Integrado-de-Ganado-Vacuno>. Fecha de consulta: 13/05/16.
2. 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-t4664/141-p0.hRM> . Fecha de consulta: 08/02/16.
3. Bach A. (2015) Ruminant Nutrition Symposium: Optimizing performance of the offspring: Nourishing and managing the dam and postnatal calf for optimal lactation, reproduction, and immunity. *Journal of Animal Science*, 90: 1835 – 1845.
4. Brazeiro A. (2012) Escenarios de cambio de uso de suelo en el Uruguay. Disponible en: <http://vidasilvestre.org.uy/wp-content/uploads/2012/05/Escenarios-uso-del-suelo.pdf> . Fecha de consulta: 22/02/16.
5. Brown EG, VandeHaar MJ, Daniels KM, Liesman JS, Chapin LT, Keisler DH, Weber Nielsen MW. (2005) Effect of increasing energy and protein intake on body growth and carcass composition of heifer calves. *Journal of Dairy Science*, 88(2): 585-594.
6. Buskirk DD, Faulkner DB, Ireland FA. (1995) Increased postweaning gain of beef heifers enhances fertility and milk production. *Journal of Animal Science*, 73: 937 – 946.
7. Cárcano D. (2011) Desleche anticipado en terneras. Disponible en: http://www.produccion-animal.com.ar/produccion_bovina_de_leche/cria_artificial/19-desleche_anticipado.pdf . Fecha de consulta: 08/02/16.
8. Castells LI, Bach A, Terré M. (2015) Short- and long-term effects of forage supplementation of calves during the preweaning period on performance, reproduction, and milk yield at first lactation. *Journal of Dairy Science*, 98: 4748 – 4753.
9. Conaprole. (2008) Recría intensiva de los reemplazos. Ficha técnica N° 8. 15 p.
10. Connely M, Berry DP, Murphy JP, Lorenz I, Doherty ML, Kennedy E. (2014) Effects of milk feeding volume and frequency on body weight and health of dairy heifer calves. *Livestock Science*, 161: 90 – 94.

11. Daniels KM, McGilliard ML, Meyer MJ, Van Amburgh ME, Capuco AV, Akers RM. (2009) Effects of body weight and nutrition on histological mammary development in Holstein heifers. *Journal of Dairy Science*, 92(2): 499-505.
12. Davis CL, Drackley JK. (2002) Desarrollo, nutrición y manejo del ternero joven. Buenos Aires, Inter-Médica, 314 p.
13. Davis Rincker LE, VandeHaar MJ, Wolf CA, Liesman JS, Chapin LT, Weber Nielsen MS. (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.
14. Deelen SM, Ollivett TL, Haines DM, Leslie KE. (2014) Evaluation of a Brix refractometer to estimate serum immunoglobulin G concentration in neonatal dairy calves. *Journal of Dairy Science*, 97: 3838 – 3844.
15. De Trinidad S. (2014) Alimentación diferencial durante la etapa lactante en terneras Holstein: efectos inmediatos y residuales sobre el crecimiento, desarrollo corporal y pubertad. Tesis de la Facultad de Veterinaria, UdelaR, 69p.
16. DIEA (2014) Estadísticas del sector lácteo 2013. Disponible en: <http://www.mgap.gub.uy/portal/afiledownload.aspx?2,5,104,O,S,0,9878%3BS%3B2%3B26,>. Fecha de consulta: 08/02/16.
17. DIEA y MGAP (2014) Anuario estadístico Agropecuario 2014. Disponible en: <http://www.mgap.gub.uy/Dieaanterior/Anuario2014/Diea-Anuario%202014-Digital01.pdf> . Fecha de consulta: 08/02/16.
18. Durán H. (2004) Cambios tecnológicos e intensificación en los sistemas pastoriles de producción de leche en Uruguay. INIA Actividades de difusión N°361, 115 – 121.
19. Elizondo-Salazar JA. (2013) Requerimientos de energía para terneras de lechería. *Agronomía Mesoamericana*, 24 (1): 209 – 214.
20. Flamy AJ, Mathew J. (2012) Milk feeding strategies for improving growth performance in crossbred dairy calves. *Journal of Indian Veterinary Association Kerala*, 10 (3): 24 – 27.
21. Gelsinger SL, Heinrichs AJ, Jones CM. (2016). A meta-analysis of the effects of preweaned calf nutrition and growth on first-lactation performance. *Journal of Dairy Science*, 99 (8): 6206 – 6214.
22. Heinrichs AJ. (1993) Raising dairy replacements to meet the needs of the 21st century. *Journal of Dairy Science*, 76: 3179 – 3187.

23. Hill SR, Knowlton KF, Daniels KM, James RE, Pearson RE, Capuco AV, Akers RM. (2008) Effects of milk replacer composition on growth, body composition, and nutrient excretion in preweaned Holstein heifers. *Journal of Dairy Science*, 91(8): 3145-3155.
24. Hoffman PC, Funk DA. (1992) Applied dynamics of dairy replacement growth and management. *Journal of Dairy Science*, 75(9): 2504-2516.
25. Hoffman PC. (1997) Optimum body size of Holstein replacement heifers. *Journal of Animal Science*, 75: 836 – 845.
26. Instituto Nacional de Mejoramiento Lechero (2015) La Vaca Promedio “Mejoramiento Lechero”. Disponible en: www.mejoramientolechero.org.uy. Fecha de consulta: 19/05/16.
27. Jasper J, Weary DM. (2002) Effects of *ad libitum* milk intake on dairy calves. *Journal of Dairy Science*, 85(11): 3054-3058.
28. Joshi SK, Sathapathy S, Singh MK, Mrigesh M. (2014) Nutrient requirements of calves. *The North-East Veterinarian*, 14 (3): 22 – 24.
29. Kamiya M, Matsuzaki M, Orito H, Kamiya Y, Nakamura YN, Tsuneishi E. (2009) Effects of feeding level of milk replacer on body growth, plasma metabolite and insulin concentrations, and visceral organ growth of suckling calves. *Animal Science Journal*, 80(6): 662-668.
30. Kertz AF, Barton BA, Reutzel LF. (1998) Our Industry Today: Relative efficiencies of wither height and body weight increase from birth until first calving in Holstein cattle. *Journal of Dairy Science* 81: 1479 – 1482.
31. Khan MA, Lee HJ, Lee WS, Kim HS, Kim SB, Ki KS, Ha JK, Lee HG, Choi YJ. (2007) Pre- and postweaning performance of Holstein female calves fed milk through step-down and conventional methods. *Journal of Dairy Science*, 90: 876 – 885.
32. 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.
33. 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.

34. Kiezebrink DJ, Edwards AM, Wright TC, Cant JP, Osborne VR. (2015) Effect of enhanced whole-milk feeding in calves on subsequent first-lactation performance. *Journal of Dairy Science*, 98: 349 – 356.
35. Kmicikewycz AD, da Silva DNL, Linn JG, Litherland NB. (2013) Effects of milk replacer program fed 2 or 4 times daily on nutrient intake and calf growth. *Journal of Dairy Science*, 96: 1125 – 1134.
36. Lagger J. (2010) Crecimiento intensivo de cría y recría de vaquillonas, aplicando los principios de bienestar. Disponible en: http://www.produccion-animal.com.ar/produccion_bovina_de_leche/cria_artificial/10-Crecimiento_Intensivo.pdf . Fecha de consulta: 08/02/16.
37. Le Cozler Y, Lollivier V, Lacasse P, Disenhaus C. (2008) Rearing strategy and optimizing first-calving targets in dairy heifers: a review. *Animal*, 2 (9): 1393 – 1404.
38. Lohakare JD, Südekum KH, Pattanaik AK. (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. *Journal of Animal Science*, 25 (9): 1338 – 1350.
39. Macdonald KA, Penno JW, Bryant AM, Roche JR. (2005) Effect of feeding level pre- and post-puberty and body weight at first calving on growth, milk production, and fertility in grazing dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 88: 3363 – 3375.
40. Mahecha L, Angulo J, Manrique LP. (2009) Estudio bovinométrico y relaciones entre medidas corporales y el peso vivo en la raza Lucerna. *Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias (Colombian journal of animal science and veterinary medicine)*, 15(1), 80-87.
41. Margerison JK, Robarts ADJ, Reynolds GW. (2013) The effect of increasing the nutrient and amino acid concentration of milk diets on dairy heifer individual feed intake, growth, development, and lactation performance. *Journal of Dairy Science*, 96: 6539 – 6549.
42. Max G, Jacobson MC. Cría y recría. Disponible en: <http://www.produccion-animal.com.ar> . Fecha de consulta: 08/02/16.
43. Mendoza A, Acosta Y, Morales T, Roman L, Pla M, La Manna A. (2014) Manejo de la recría en los tambos: Aportes desde INIA. *Revista INIA Uruguay*, 37: 32 – 35.
44. Meyer MJ, Capuco AV, Ross DA, Lintault LM, Van Amburgh ME. (2006) Developmental and nutritional regulation of the prepubertal bovine mammary gland:

- II. Epithelial cell proliferation, parenchymal accretion rate, and allometric growth. *Journal of Dairy Science*, 89(11): 4298 - 4304.
45. Moallem U, Werner D, Lehrer D, Zachut M, Livshitz L, Yakoby S, Shamay A. (2010) Long-term effects of *ad libitum* whole milk prior to weaning and prepubertal protein supplementation on skeletal growth rate and first-lactation milk production. *Journal of Dairy Science*, 93: 2639 – 2650.
46. Morrison SJ, Wicks HCF, Fallon RJ, Twigge J, Dawson LER, Wylie ARG, Cason AF. (2009) Effects of feeding level and protein content of milk replacer on the performance of dairy herd replacements. *Animal*, 3 (11): 1570 – 1579.
47. Morrison SJ, Wicks HCF, Carson AF, Fallon RJ, Twigge J, Kilpatrick DJ, Watson S. (2011) The effect of calf nutrition on the performance of dairy herd replacements. *Animal*, 6 (6): 909 - 919.
48. NRC (2001). Nutrient requirements of dairy cattle. 7^a. ed. Washington, National Academy Press, 381p.
49. Ozkaya S. (2014) Comparison of two different milk feeding schedules on growth performance of Holstein calves during the pre-weaning period. *Indian Journal of Animal Research*, 48 (4): 384 – 388.
50. Pampori ZA, Raies Haq M, Ganie AA, Singh AK. (2012) Physiology, metabolism and Nutritional requirements in early lactation to augment milk production in cattle- a review. *Agricultural Research Communication Centre*, 33 (3): 181 – 191.
51. Quigley JD, Wolfe TA, Elsasser TH. (2006) Effects of additional milk replacer feeding on calf health, growth, and selected blood metabolites in calves. *Journal of Dairy Science*, 89(1): 207–216.
52. Raeth-Knight M, Chester-Jones H, Hayes S, Linn J, Larson R, Ziegler D, Ziegler B, Boadwater 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. Robelin J, Chilliard Y. (1989) Short-term and long-term effects of early nutritional deprivation on adipose tissue growth and metabolism in calves. *Journal of Dairy Science*, 72: 505 – 513.
54. Ryan WJ. (1990) Compensatory growth in cattle and sheep. In *Nutrition Abstracts and Reviews. Series B, Livestock Feeds and Feeding*, 9(60): 653 - 664.

55. Ryan WJ, Williams IH, Moir RJ. (1993) Compensatory growth in sheep and cattle. Growth pattern and feed intake. *Crop and Pasture Science*, 44(7): 1609-1621.
56. Silper BF, Lana AMQ, Carvalho AU, Ferreira CS, Franzoni APS, Lima JAM, Saturnino HM, Reis RB, Coelho SG. (2014) Effects of milk replacer feeding strategies on performance, ruminal development, and metabolism of dairy calves. *Journal of Dairy Science*, 97(2): 1016-1025.
57. Sejrsen K. (1994) Relationships between nutrition, puberty and mammary development in cattle. *Proceedings of the Nutrition Society*, 53: 503 – 111.
58. 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.
59. Soberon F, Raffrenato E, Everett RW, Van Amburgh ME. (2012) Prewaning milk replacer intake and effects on long-term productivity of dairy calves. *Journal of Dairy Science*, 95: 783 – 793.
60. Soberon F y Van Amburgh ME. (2013) Lactation biology symposium: The effect of nutrient intake from milk or milk replacer of preweaning dairy calves on lactation milk yield as adults: A meta-analysis of current data. *Journal of Animal Science*, 93: 706 – 712.
61. Tapki I. (2007) Comparison of two conventional restricted daily milk allowance methods in dairy calf rearing with respect to growth and behavioural responses 1. growth responses. *Journal of Animal and Veterinary Advances*, 6(3): 416-420.
62. Terré M, Devant M, Bach A, (2007) Effect of level of milk replacer fed to Holstein calves on performance during the preweaning period and starter digestibility at weaning. *Livestock Science*, 110: 82 – 88.
63. Terré M, Bach A. (2013) La transición de las terneras jóvenes. Disponible en: <http://www.produccion-animal.com.ar> . Fecha de consulta: 08/02/16.
64. Tikofsky JN, Van Amburgh ME, Ross DA. (2001) Effect of varying carbohydrate and fat content of milk replacer on body composition of Holstein bull calves. *Journal of Animal Science*, 79(9): 2260-2267.
65. Uruguay XXI (2015) Informe sector lácteo. Disponible en: <http://www.uruguayxxi.gub.uy/informacion/wp->

<content/uploads/sites/9/2015/06/Informe-Sector-Lacteo-Mayo-2015.pdf>. Fecha de consulta: 01/05/16.

66. Van Amburgh ME, Galton DM, Bauman DE, Everett RW, Fox DG, Chase LE, Erb HN. (1998) Effects of three prepubertal body growth rates on performance of Holstein heifers during first lactation. *Journal of Dairy Science*, 81(2): 527-538.
67. Zanton GI, Heinrichs AJ. (2005) Meta-analysis to assess effect of prepubertal average daily gain of Holstein heifers on first-lactation production. *Journal of Dairy Science*, 88(11): 3860-3867.