

**UNIVERSIDAD DE LA REPÚBLICA  
FACULTAD DE VETERINARIA**

**Efecto del Creep Feeding con DDGS y el destete temporario sobre la  
eficiencia reproductiva de vacas Hereford y el desarrollo de sus terneros.**

**por**

**Juan Pablo ALVAREZ  
Joaquin ARMUA  
Rodrigo SANTA CRUZ**

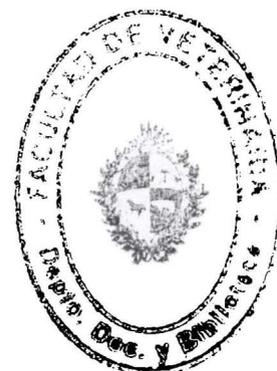
**TESIS DE GRADO presentada como uno de  
los requisitos para obtener el título de Doctor  
en Ciencias Veterinarias  
Orientación: Producción Animal**

**MODALIDAD: Ensayo Experimental**



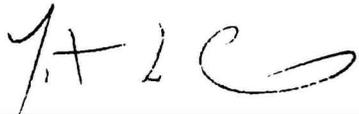
**FV-33058**

**MONTEVIDEO  
URUGUAY  
2017**

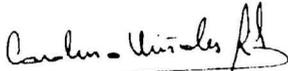


# PÁGINA DE APROBACIÓN

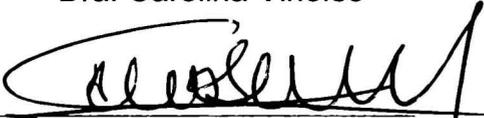
Primer integrante de mesa (Presidente)

  
Ing. Agr. Martin do Carmo

Segundo integrante de mesa (Tutor)

  
Dra. Carolina Viñoles

Tercer integrante de mesa

  
Dr. Carlos Morón

Cuarto integrante de mesa (Co-tutor)

  
Zoot. Jean Kássio Fedrigo

Quinto integrante de mesa (Co-tutor)

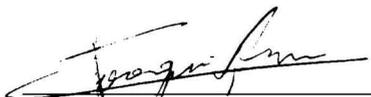
  
Ing. Agr. Ignacio de Barbieri

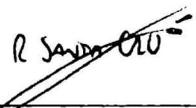
Fecha:

29/12/2017

Autores:

  
Juan Pablo Alvarez

  
Joaquin Armua

  
Rodrigo Santa Cruz

FAC ... RIA  
11 (once) ...

## **AGRADECIMIENTOS**

A nuestras familias, por el incondicional apoyo, no sólo en este trabajo, sino a lo largo de toda la carrera.

A nuestros amigos y compañeros que nos han acompañado a lo largo de este camino que elegimos.

A nuestra tutora Carolina Viñoles y co-tutores Ignacio de Barbieri y Jean Kássio Fedrigo por brindarnos sus conocimientos y guiarnos en todo el trabajo.

A todo el personal de la Estación Experimental Glencoe de INIA Tacuarembó, por ayudarnos siempre que les fue posible en la realización del trabajo práctico.

A todos los docentes y funcionarios de la Facultad de Veterinaria, que de alguna u otra forma, colaboraron en el desarrollo de nuestra formación profesional.

# TABLA DE CONTENIDOS

PÁGINA DE APROBACIÓN.....	2
AGRADECIMIENTOS.....	3
LISTA DE FIGURAS.....	6
LISTA DE CUADROS.....	7
RESUMEN.....	8
SUMMARY.....	9
1 INTRODUCCIÓN.....	10
2 REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.....	12
2.1 El rubro cría en Uruguay.....	12
2.2 Ubicación de la cría.....	12
2.3 ¿Cómo elevar la competitividad de la cría?.....	13
2.3.1 Pastoreo y carga animal.....	14
2.4 Realidad nacional y debilidades.....	14
2.5 Anestro posparto.....	15
2.5.1 Características del período posparto.....	15
2.5.2 Involución uterina.....	15
2.5.3 Restablecimiento del eje hipotálamo-hipófiso-ovárico.....	16
2.5.4 Factores que determinan la duración del anestro posparto.....	17
2.6 Estrategias para acortar el anestro posparto.....	19
2.6.1 Control del amamantamiento.....	19
2.6.2 Uso de hormonas exógenas.....	25
2.7 Suplementación de los terneros al pie de la madre.....	26
2.7.1 Creep Grazing.....	26
2.7.2 Creep Feeding.....	27
3 HIPÓTESIS.....	40
4 OBJETIVOS.....	40
4.1 Objetivo General.....	40
4.2 Objetivos Específicos.....	40
5 MATERIALES Y MÉTODOS.....	41
5.1 Protocolo.....	41
5.2 Duración y ubicación.....	41
5.3 Animales.....	41
5.4 Diseño experimental.....	41
5.5 Infraestructura y suplementación.....	42
5.6 Destete temporario.....	43
5.7 Sanidad.....	44

5.8	Esquema de actividades y determinaciones.....	44
5.8.1	Determinaciones en la pastura.....	44
5.8.2	Determinaciones del valor nutritivo del concentrado .....	45
5.8.3	Determinaciones en los animales.....	45
5.8.4	Registros meteorológicos .....	46
5.8.5	Registros diarios.....	47
5.8.6	Análisis estadístico .....	48
6	RESULTADOS.....	49
6.1	Resultados en la pastura .....	49
6.1.1	Disponibilidad, altura y asignación de forraje .....	49
6.1.2	Valor nutritivo de las pasturas .....	50
6.2	Resultados en los terneros .....	50
6.2.1	Peso vivo.....	51
6.2.2	Ganancia de peso vivo diaria .....	52
6.2.3	Consumo de suplemento y eficiencia de conversión.....	53
6.3	Determinaciones en las vacas .....	54
6.3.1	Peso vivo.....	54
6.3.2	Ganancia de peso vivo diaria .....	55
6.3.3	Condición corporal .....	55
6.3.4	Momento de concepción y preñez.....	56
7	DISCUSIÓN .....	58
8	CONCLUSIONES .....	61
9	BIBLIOGRAFÍA .....	62

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Regionalización de suelos.....	13
<b>Figura 2.</b> Prioridades en el uso de la energía proveniente de la dieta en la vaca. .....	17
<b>Figura 3.</b> Manejo del rodeo de cría. ....	19
<b>Figura 4.</b> Preñez en vacas con distinta condición corporal al inicio del entore que son sometidas a destete temporario.....	23
<b>Figura 5.</b> Alternativa de Creep Grazing .....	27
<b>Figura 6.</b> Tranquera de acceso que permite el paso de terneros e impide el acceso de las vacas (A); esquema de una infraestructura tipo de Creep Feeding (B); ilustración de un Creep Feeding con sombra (C). ....	29
<b>Figura 7.</b> Producción de leche de una vaca de tipo carne comparado con los requerimientos del ternero lactando. ....	30
<b>Figura 8.</b> Esquema del proceso de destilería para la producción de etanol y subproductos de destilería.....	36
<b>Figura 9.</b> Plano detallando la división de las cuatro parcelas en la Unidad Experimental Glencoe. ....	422
<b>Figura 10.</b> Creep Feeding de la parcela 1 con el salero para las vacas. <b>¡Error! Marcador no definido.3</b>	
<b>Figura 11.</b> Esquema de actividades. ....	444
<b>Figura 12.</b> Representación del promedio de precipitaciones desde el año 2002 y el registro durante el período experimental.....	477
<b>Figura 13.</b> Representación del promedio de temperaturas mensuales desde 2009 y el registro durante el período experimental.....	477
<b>Figura 14.</b> Evolución de la disponibilidad de forraje y de la altura del pasto en las 4 parcelas experimentales. ....	49
<b>Figura 15.</b> Evolución de la asignación de forraje en las 4 parcelas experimentales. ....	500
<b>Figura 16.</b> Evolución del peso vivo de los terneros en función de la edad. .	522
<b>Figura 17.</b> Evolución de la ganancia diaria de peso de los terneros en función de la edad.....	533
<b>Figura 18.</b> Evolución del peso vivo de las vacas en función de los días posparto. .....	54
<b>Figura 19.</b> Evolución de la ganancia diaria de peso de las vacas en función de los días posparto. ....	55
<b>Figura 20.</b> Evolución de la condición corporal (CC) de las vacas en función de los días posparto. ....	566
<b>Figura 21.</b> Porcentaje de preñez en vacas en función de los días desde el inicio del entore.....	577

# LISTA DE CUADROS

<b>Cuadro 1.</b> Resumen de las experiencias nacionales en el impacto del destete temporario en el peso al destete definitivo. ....	24
<b>Cuadro 2.</b> Requerimientos diarios de materia seca (MS) kg/d, energía metabolizable (EM) MJ/d y proteína cruda (PC) para obtener una ganancia de 1200 gramos según los distintos pesos (kg) en terneros de raza de carne. Fuente. NRC. 2007 .....	32
<b>Cuadro 3.</b> Resumen de las experiencias nacionales del impacto del CF en el peso al destete. ....	355
<b>Cuadro 4.</b> Composición química del suplemento DDGS de maíz, se presentan los porcentajes de proteína cruda (PC), fibra ácido detergente (FDA), nitrógeno adherido a fibra (ADIN), extracto etéreo (EE) y proteína cruda disponible (PCD)....	45
<b>Cuadro 5.</b> Disponibilidad de forraje (kg MS/ha), altura del pasto (cm) y asignación de forraje (kg MS/kg PV) promedio de todo el período experimental. ....	49
<b>Cuadro 6.</b> Proteína cruda (%), fibra neutro detergente (%) y fibra ácido detergente (%) promedio de todo el período experimental.....	500
<b>Cuadro 7.</b> Significancia de los distintos factores y sus interacciones para las variables evaluadas en el modelo estadístico. PV= peso vivo, GD= ganancia diaria, CC= condición corporal, MC= momento de concepción, preñez.....	51
<b>Cuadro 8.</b> Se presenta el consumo de suplemento (kg) por ternero para cada parcela, la diferencia en peso vivo (PV) al destete con su control respectivo (parcela 1 vs 2 y parcela 3 vs 4) y la eficiencia de conversión (kg de suplemento necesario para ganar un kg extra de peso vivo). ....	54
<b>Cuadro 9.</b> Resumen de los resultados obtenidos en vacas.....	57
<b>Cuadro 10.</b> Resumen de los resultados obtenidos en terneros.....	57



## RESUMEN

El presente estudio evaluó el impacto de la alimentación diferencial de terneros con granos secos de destilería con solubles por su sigla en inglés DDGS (distiller's dried grains with solubles) molido de maíz, sometidos o no a destete temporario, sobre sus tasas de crecimiento y el momento de la concepción de las vacas. Se utilizaron 104 vacas Hereford y sus terneros de  $73 \pm 1,5$  días de edad, en un diseño en parcelas divididas en bloques completos al azar, con dos repeticiones, la parcela grande fue la suplementación (con y sin Creep Feeding (CF)) y la parcela chica el destete (con y sin destete temporario (DT)). Como resultado se formaron los siguientes grupos: 1) Sin CF sin DT (-CF-DT; n=27); 2) Sin CF con DT (-CF+DT; n=24); 3) Con CF sin DT (+CF-DT; n=27); 4) Con CF con DT (+CF+DT; n=27). Las vacas pastorearon campo natural del ecosistema *Campos* con una asignación de forraje inicial superior a los 8 kg MS/kg PV para todas las parcelas y no se realizaron ajustes posteriores. La disponibilidad de forraje se midió 10 días previos al inicio del experimento y cada cuatro semanas. A su vez, se calculó la evolución mensual de la asignación de forraje, que fue siempre superior a 4 kg MS/ kg PV, comprobándose que en ningún momento fue limitante. No hubo diferencia en disponibilidad, altura ni asignación durante el periodo experimental. La suplementación de los terneros se realizó durante 98 días con DDGS suministrado al 40% de la dieta en forma diaria ajustando la cantidad de suplemento cada 2 semanas, según la evolución del peso vivo y sus requerimientos. Se realizó el DT 14 días después del comienzo del entore, durante 15 días. En los terneros se evaluó el peso vivo y su ganancia diaria; mientras que en las vacas se determinó la condición corporal, el peso vivo, la ganancia diaria, la edad fetal y la preñez. El DT tuvo un efecto negativo sobre la ganancia de peso, siendo los terneros destetados 13 kg y 15 kg (sin y con CF respectivamente) más livianos que los no destetados. El CF tuvo un impacto positivo en el peso al destete, siendo los terneros suplementados 14 y 12 kg (sin DT y con DT respectivamente) más pesados que los no suplementados y permitió contrarrestar los efectos negativos del DT. La eficiencia de conversión fue de 5,8 kg de DDGS por cada kg extra de peso vivo. El peso vivo, ganancia diaria, condición corporal y variables reproductivas de las vacas, no reflejaron diferencias provocadas por los tratamientos ni por la interacción entre ellos. En conclusión, el CF con DDGS de maíz tuvo un impacto positivo sobre el peso al destete y permitió contrarrestar los efectos negativos del DT. Ante la buena eficiencia de conversión obtenida y teniendo en cuenta que el suplemento utilizado es un subproducto de bajo costo, sugerimos que el DDGS de maíz molido es económicamente y productivamente viable para ser aplicado en la técnica de CF.

## SUMMARY

This study evaluated the impact of the differential feeding with ground corn DDGS (distiller's dried grains with solubles) in calves submitted or not to temporary weaning, on their growth rates and the conception moment of cows. A hundred and four Hereford cows and their calves of  $73 \pm 1.5$  days of age were used in a design in plots divided into random complete blocks, with two repetitions. The large plot was supplementation (with and without Creep Feeding (CF)) and the small plot was weaning (with and without temporary weaning (TW)). Therefore, four groups were formed: 1) Without CF without TW (-CF-TW; n=27); 2) Without CF with TW (CF+TW; n=24); 3) With CF without TW (+CF-TW; n=27); 4) With CF with TW (+CF+TW; n=27). The cows grazed on Campos natural grassland with initial adjustment on forage allowance higher than 8 kg DM/kg BW for all plots and no further adjustments were made. The forage availability was measured 10 days before the beginning of the experiment and every four weeks. In addition, forage allowance evolution was calculated monthly, being always higher than 4 kg DM/kg BW, which ensured that it was not limiting. No difference in availability, height or allocation during the experimental period. Calf supplementation was performed during 98 days with DDGS supplied to 40% of the diet daily and adjusting the supplement amount every 2 weeks, according to the BW evolution and the respective requirements. The TW lasted 15 days, starting 14 days after the beginning of the mating period. Live weight and daily weight gain were evaluated in calves, while body condition score, live weight, fetal age and pregnancy were determined in cows. The negative effect of TW on calves weight gain was verified during and after its application, impacting weaning weight which was 13 and 15 kg (without and with CF respectively) lighter than the control group. On the other hand, CF had a positive impact on weaning weights, being supplemented calves 14 and 12 kg (without and with TW respectively) heavier than those not supplemented at weaning. Moreover, the CF allowed to counteract the negative effects of TW on live weight of calves. The conversion efficiency was 5.8 kg of DDGS for each extra kg of live weight. No differences between treatments or their interactions were observed in cows live weight, daily gain, body condition or reproductive variables. In conclusion, CF with corn DDGS had a positive impact on weaning weight and allowed to counteract the negative effects of TW. Taking into account the good conversion efficiency obtained and the low cost of the supplement, we suggest that ground corn DDGS is economically and productively feasible to be applied in the CF technique.

# 1 INTRODUCCIÓN

El sector agropecuario es fundamental para el crecimiento de la economía y el desarrollo social del país. Si se consideran las exportaciones como uno de los indicadores para demostrar la trascendencia del sector sobre la economía nacional, aproximadamente el 70% de las exportaciones proviene de lo que genera la agroindustria nacional (Montossi, 2008). Dentro de la misma, la ganadería vacuna y ovina constituye un rubro de fundamental relevancia en la dinámica económica y social del sector agropecuario, donde la carne ocupa el primer lugar de las exportaciones del país con un 17% (Uruguay XXI, 2016). Si bien esta realidad es favorable para el rubro ganadero, la cría es uno de los procesos más complejos y desafiantes de dichos sistemas de producción. El criador debe combinar aspectos de genética, alimentación, salud, reproducción y manejo, con el objetivo final de mejorar el margen neto de la empresa ganadera (Pigurina, 2000). La baja eficiencia física y económica de la cría ha llevado a su paulatino desplazamiento a zonas más marginales en cuanto a calidad y tipo de suelo, estando actualmente concentrada en el Norte y Este del país, zonas de menor productividad relativa o menor aptitud pastoril donde predominan suelos de Basalto Superficial y Cristalino Superficial (OPYPA, 2012). A su vez, los bajos ingresos generados y la dependencia de ciclos biológicos largos, hacen que para los sistemas de cría no se manejen comúnmente propuestas de inversiones elevadas de mediano o largo plazo (Pigurina, 2000). De cualquier manera, el techo de producción y de ingresos logrables en esta orientación productiva aún está muy lejos de lo que se puede obtener (Soares de Lima, 2009).

La ruta de cambio tecnológico de la ganadería debe priorizar: la mejora en los índices reproductivos, la reducción de la edad al primer servicio y el incremento de los kilos de producto por unidad de superficie en forma sustentable (desde el punto de vista ambiental, biológico y económico) (De Nava, 2011; Simeone y Beretta, 2002; Soca y col., 2007). La realidad es que los índices reproductivos de nuestros sistemas criadores han permanecido incambiables durante los últimos 20 años. La tasa de procreo (medida como el número de terneros en stock al 30/6 por cada 100 vacas de cría declaradas el año anterior) se ubicó en el entorno del 64% en los dos últimos ejercicios (2014-2015 y 2015-2016) (OPYPA, 2016). La principal problemática a la cual se ve enfrentada la baja eficiencia reproductiva se debe principalmente a la duración del anestro posparto y a la edad de entore de las vaquillonas (Viñoles y col., 2009).

Se han planteado alternativas para controlar el amamantamiento, acortar el anestro posparto y permitir adelantar la concepción de las vacas. Las de mayor uso en nuestras condiciones son el destete precoz y el destete temporario (Quintans, 2005). El destete temporario (DT) es una técnica considerada como de bajo costo que implica la eliminación del estímulo del amamantamiento por un período que varía de 7 a 21 días, mediante la aplicación de una tablilla nasal que impide que el ternero mame (Blanco y col., 2003). Su adopción permite acortar la duración del anestro posparto en las vacas, como consecuencia de la recuperación de los niveles de hormonas metabólicas que favorecen el desarrollo folicular y la ovulación (De Nava, 1994). El efecto positivo de ésta herramienta en la eficiencia reproductiva de las vacas podría estar asociado a la disminución de los intentos de amamantamiento cuando el tratamiento se prolonga por más de una semana, lo que induce la reducción en los requerimientos energéticos para la producción de leche (Quintans y col., 2009;

Stahringer y Piccinali, 2003). Sin embargo, la aplicación de la tablilla nasal afecta negativamente la ganancia de peso del ternero durante el período del tratamiento y hasta por dos semanas luego de retirada la misma ya que el retorno a la producción láctea previa es gradual (Quintans y col., 2010). Todo esto se traduce inevitablemente en pesos al destete menores (De Nava, 1994). Peso al destete (seis meses) que a pesar de ser una de las variables que determina la eficiencia de los sistemas criadores, en la mayoría de los predios del Uruguay es de 140 – 160 kg (Viñoles y col., 2009), constituyendo un área potencial para mejorar. En este marco, es que se han estudiado alternativas que tienen un impacto positivo en la reproducción de las vacas y permiten aumentar el peso al destete de los terneros. Algunas de éstas alternativas son: manejo de la asignación de forraje para lograr una condición corporal adecuada al momento fisiológico de la vaca (Soca y Orcasberro, 1992) y maximizar la producción láctea (Rearte, 1993), uso de hormonas exógenas (De Nava, 2013) para concentrar la parición (70%) al inicio de la estación de partos, asociadas a estrategias de control del amamantamiento (De Nava, 1994) o aplicar una alimentación diferencial del ternero al pie de su madre, en cualquiera de sus dos variedades: Creep Grazing (CG) (Scaglia, 2004) o Creep Feeding (CF) (Viñoles, 2016).

El CF es utilizado para aumentar el peso de los terneros al destete y mejorar la condición corporal de las vacas (Scaglia, 2004). También se puede emplear en conjunto con el DT con el objetivo de evitar las pérdidas de peso vivo, anteriormente mencionadas y que muchas veces son subestimadas. En Uruguay, trabajos recientes (Bentancor y col., 2013) revelaron que con la utilización del CF los terneros duplican las ganancias durante el DT. Sumado a esto, el CF permite que las terneras ingresen a la recría con un mayor peso, exigiendo así un menor esfuerzo en término de ganancias diarias para llegar al peso de entore (Viñoles, 2016). A su vez, se ha observado un impacto del CF en el mediano plazo, donde terneras que tienen mayores ganancias al pie de la madre alcanzan la pubertad a una edad más temprana (Guggeri y col., 2014). Favorecer la precocidad de los animales permite una reducción del período de recría, fase improductiva y costosa, que cuanto más corta sea mejora el retorno económico (Soares de Lima y Montossi, 2012). El aumento del peso al destete y la precocidad alcanzadas con el uso del CF lo convierten en una herramienta de sumo valor para sistemas con entore temprano (13 - 15 meses) (Guggeri y col., 2014).

A pesar de que varios trabajos han demostrado el efecto positivo del CF, la mayoría de ellos fueron realizados con raciones comerciales (Bentancor y col., 2013; Simeone y col., 2015). El impacto económico de la aplicación de esta tecnología es altamente dependiente del costo de la ración utilizada, por lo que la búsqueda de alternativas costo-efectivas como los sub-productos del procesamiento de granos, podrían aumentar su beneficio económico (Alvarez y col., 2017).

El grano seco de destilería con solubles (DDGS) de maíz ha sido reportado como un excelente suplemento energético y proteico para animales pastoreando forrajes de baja calidad (USGC, 2012a). Sin embargo, el DDGS de maíz presenta variabilidad en la composición química entre plantas de procesamiento y de acuerdo con el origen de la materia prima (diferencias entre híbridos, efecto del ambiente) (Belyea y col., 2010). Las recomendaciones nacionales en cuanto al uso del DDGS de maíz son escasas y se basan en información generada en el extranjero. Si bien es una referencia de gran utilidad, es importante caracterizar nutricionalmente el DDGS producido regionalmente y avanzar en la evaluación de la respuesta animal al incluir

estos subproductos.

En el presente estudio, se evalúa la efectividad de la suplementación con DDGS en sistemas de CF, buscando disminuir los costos económicos sin renunciar a las ventajas productivas de la técnica, obteniéndose así mayores márgenes financieros.

## 2 REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

### 2.1 El rubro cría en Uruguay

En Uruguay y según los datos del año agrícola 2014 - 2015, la producción ganadera de carne se realiza en 48.505 explotaciones ganaderas y agrícola-ganaderas, ocupando 15.051 miles de ha. En particular, solo el número de establecimientos especializados en ganadería (según DICOSE, predios con hasta 2 hectáreas de agricultura y/o hortifruticultura, y sin lechería comercial dentro de los tres giros principales) es de 43.091 ocupando una superficie de 12.384 miles de ha (DIEA, 2016). De esa manera, la producción ganadera constituye uno de los rubros principales de la economía del país, ocupando el 40% de la superficie explotada de las regiones agropecuarias (DIEA, 2011).

Dentro de la producción ganadera, el rubro cría no solo es el punto de partida de la cadena cárnica nacional, sino que el 51% de las explotaciones tienen una orientación hacia la cría, ocupando el 50% de la superficie con ganadería (DIEA, 2016). La actividad de cría vacuna está definida como aquella que tiene como principal producto la producción de terneros, complementada por otros subproductos comercializables como las vacas de descarte flacas o gordas y en algunos casos vacas preñadas o vaquillonas (Saravia y col., 2011). Además de su importancia económica y productiva, la cría constituye una actividad de importancia social, ya que es desarrollada principalmente por productores de tipo familiar, siendo una fuente importante de empleo y un factor determinante en la radicación de la población en el medio rural (DIEA, 2011).

### 2.2 Ubicación de la cría

La actividad de cría vacuna en Uruguay tiene como principal componente forrajero las pasturas naturales (Paruelo y col., 2010). Las pasturas naturales constituyen el ecosistema predominante en el territorio nacional y son pertenecientes a los campos del Río de la Plata (Soriano, 1991), clasificados como *Campos grassland* (Allen y col., 2011). Los *Campos* que se han mantenido por más de 400 años como base productiva en esta región, han demostrado ser resistentes tanto al sobrepastoreo como a eventos climáticos extremos (Nabinger y col., 2011). De todas formas, existen zonas más marginales en calidad y tipo de suelo, hacia las cuales la cría en Uruguay se ha desplazado (Pigurina, 2000; Soares de Lima, 2009), siendo hoy en día el Norte y Este del país, zonas con suelos de menor productividad relativa como el Basalto y Cristalino (Figura 1), los lugares donde se concentra la cría (OPYPA, 2012). Este desplazamiento se encuentra dado por una pérdida de competitividad de la ganadería respecto a otros sectores como la forestación y la agricultura (Soares de Lima, 2009; Viñoles y col., 2015). Dentro del rubro ganadero, es importante tener presente la baja eficiencia biológica que posee la cría, ya que no solo posee tiempos biológicos

extensos (9 meses de gestación y primer servicio en el 50% de las explotaciones a los 24 meses) sino que la generación de 1 kg de peso vivo de ternero mediante la transferencia indirecta pasto – leche – carne es un proceso más ineficiente que la conversión directa pasto – carne (Soares de Lima, 2009). Asimismo, es importante considerar el impacto que tiene en el rubro la inestabilidad de los mercados internacionales (OPYPA, 2016).



Figura 1. Regionalización de suelos  
 Fuente: [http://www.mgap.gub.uy/renare/SIG/ConsultaCONEAT/Mapa\\_UsoyManejodeSuelos.htm](http://www.mgap.gub.uy/renare/SIG/ConsultaCONEAT/Mapa_UsoyManejodeSuelos.htm)

### 2.3 ¿Cómo elevar la competitividad de la cría?

La obtención de un ternero por vaca por año sigue estableciéndose como un objetivo para los rodeos de cría en diversas condiciones de explotación, incluso pastoriles (Radostitis y Blood, 1985; Stahringer, 2010; Wiltbank y col., 1985). Este concepto es un tanto genérico y no tiene en cuenta un componente fundamental del sistema como es el aprovechamiento del forraje. En este sentido, se ha sugerido que el objetivo de un productor de cría en Uruguay debe ser “lograr una gran cantidad de kilos de ternero destetado por unidad de superficie, producidos por un rodeo de cría manejado a una carga animal óptima y con un manejo reproductivo suficientemente controlado, como para alcanzar un equilibrio entre un buen aprovechamiento de forraje y una buena eficiencia de conversión de ese forraje en terneros” (De Nava, 2011). Por tanto, existe consenso general de que la ruta de cambio tecnológico para elevar la competitividad de la ganadería debe priorizar a) la mejora en los índices reproductivos, b) la reducción de la edad al primer servicio y c) el incremento de los kilos de producto por unidad de superficie en forma sustentable ambiental, biológica y económicamente (Simeone y Beretta, 2002; Soca y col., 2007).

En este contexto, se debe apuntar a lograr que las vaquillonas lleguen ciclando a su primer estación reproductiva, se preñen temprano en el período de servicios, tengan su primer ternero viable al comienzo de la parición, vuelvan a quedar preñadas rápidamente como vaca de primera cría y continúen con ese patrón de parición concentrada en toda una larga vida productiva (De Nava, 2011).

### **2.3.1 Pastoreo y carga animal**

El proceso de cría se lleva a cabo bajo pastoreo directo de campo natural. Es por esto que en nuestros sistemas de producción la performance del rodeo de cría depende, fundamentalmente de la cantidad y calidad del forraje aportado por el campo natural (Soca y Orcasberro, 1992) y de la gestión/utilización de ese forraje. La curva de producción de forraje del mismo presenta picos de producción durante la primavera y otoño. La variabilidad meteorológica dentro y entre años determina los niveles de producción y composición química del forraje, lo cual repercute en el consumo de energía del rodeo de cría bajo pastoreo (Soca y col., 2007).

El ajuste de la intensidad de pastoreo constituye la principal herramienta disponible para mejorar el flujo de captación y transformación de energía solar en biomasa de forraje, que es determinante de la resiliencia del pastizal y la productividad animal (Briske y Heitschmidt, 1991). Por este motivo, su adecuado control es considerado una de las principales variables de manejo que afecta el resultado físico y económico de la producción ganadera pastoril (Carriquiry y col., 2012). La carga animal óptima desde el punto de vista económico se ubica entre la carga animal crítica, en que la producción individual comienza a declinar, y la carga animal máxima, en donde la productividad por unidad de superficie está en su zenit (Parker, 1992; Wright y Pringle, 1983). Por consiguiente, cierto sacrificio controlado en la producción individual es admisible, si con ello mejoramos el aprovechamiento de forraje, porque la reducción del desperdicio de la pastura permite lograr mejores indicadores productivos y económicos por hectárea (De Nava, 2011).

El control de la oferta de forraje, definido como los kg de materia seca (MS) por cada kg de peso vivo (Sollenberger y col., 2005) resulta en una herramienta fundamental para controlar la intensidad de pastoreo y permitir incrementar tanto la productividad de la pastura como la productividad animal (Carriquiry y col., 2012). Esto adquiere mayor importancia si tenemos en cuenta que el rodeo de cría posee distintas categorías con requerimientos nutricionales muy diferentes, donde el aporte de nutrientes debe de ser balanceado en cada momento fisiológico de los animales en busca de mejorar su producción (Soares de Lima y Montossi, 2014).

## **2.4 Realidad nacional y debilidades**

La realidad nacional dista mucho del ideal, existiendo un conjunto de herramientas tecnológicas que aplicadas a la cría, permiten lograr una diferenciación en los procesos, de manera de optimizar la utilización de insumos (De Nava, 2011). Los índices reproductivos de nuestros sistemas criadores han permanecido incambiables durante los últimos 20 años. La tasa de procreo (medida como el número de terneros en stock al 30/6 por cada 100 vacas de cría declaradas el año anterior) se ubicó en el torno del 64% en los dos últimos ejercicios (2014-2015 y 2015-2016) (OPYPA, 2016). Además, el peso vivo al destete (seis meses) de los terneros, en la

mayoría de los sistemas criadores del Uruguay, es de 140 – 160 kg (Viñoles y col., 2009) constituyendo otra posible área de mejora.

Estos indicadores sufren variaciones anuales, lo que ha sido explicado por la gran variabilidad en la producción del campo natural entre años y por la inadecuada toma de decisiones en la interfase planta-animal que ocurre en muchos sistemas productivos (Soca y col., 2007). Esto conduce a que durante gran parte del año las vacas de cría presenten un balance energético negativo (BEN), lo que determina el pobre estado nutricional de las mismas al parto e inicio de entore, provocando un largo período de anestro posparto, baja probabilidad de preñez (Short y col., 1990) y una disminución en la producción de leche que contribuye a explicar el reducido peso vivo de los terneros al destete (Rearte, 1993).

## **2.5 Anestro posparto**

El anestro significa ausencia de comportamiento estral en un período de tiempo esperado. El anestro posparto es un período de transición en el cual el eje hipotálamo-hipófiso-ovárico-uterino se recupera de la preñez previa. Es un evento fisiológico normal cuya duración depende de la edad, raza, factores ambientales y genéticos. La duración del anestro posparto se asocia a factores como la nutrición, reflejada por la condición corporal, y la lactación, que afectan el balance energético por una mayor demanda de nutrientes (Randel, 1990; Short y col., 1990; Williams, 1990) y promueve estímulos sensoriales en la relación vaca - ternero (amamantamiento). También se encuentran otros factores como la edad y el número de partos, la estación del año o fotoperíodo (Short y col., 1990), la raza (Tervit y col., 1977) y el genotipo, tipo de parto (Dziuk y Bellows, 1983) y la presencia del toro a través de la bioestimulación (Short y col., 1990), que interactúan para determinar el intervalo parto-concepción. Para lograr que la mayoría de las vacas del rodeo den un ternero por año los animales tienen aproximadamente 80 a 90 días para volverse a preñar luego del parto (gestación 280 a 290 días). Por este motivo, el tiempo que transcurre entre la parición y la nueva gestación es clave para lograr éste objetivo (Stahring, 2003).

### **2.5.1 Características del período posparto**

El reinicio de la ovulación y de los ciclos estrales son requeridos para que ocurra la concepción. Las vacas de carne tienen un período más prolongado hasta el reinicio de la ovulación que las vacas lecheras. Esto se debe al amamantamiento y al vínculo materno-filial, limitan la ovulación por la ausencia de estímulos para que ésta ocurra y no por fallas del crecimiento folicular (Crowe y col., 2014). Altas tasas de concepción por servicio determinan la eficiencia reproductiva. Para alcanzar dichas tasas, las vacas deben tener una involución uterina normal, reiniciar la actividad ovárica, ser detectadas en celo e inseminadas o servidas en el momento óptimo (Crowe y col., 2014).

### **2.5.2 Involución uterina**

La involución uterina ocurre más rápidamente en vacas primíparas y en vacas amamantando y normalmente se completa a las 4 – 5 semanas postparto. La distocia o la retención de placenta e infecciones uterinas pueden retardar dicha involución. Tanto la oxitocina como la PGF 2 $\alpha$  juegan un rol preponderante en la pérdida y

reparación de tejidos así como en las contracciones miométriales (De Castro, 2011). Las concentraciones circulantes de oxitocina aumentan marcadamente luego del parto. El estímulo táctil del área inguinal que ejerce el ternero sobre la vaca durante el amamantamiento así como el estímulo táctil sobre el pezón inducen la liberación de oxitocina, lo que estimula la “eyección láctea” y la liberación de PGF 2 $\alpha$  endometrial. La involución uterina depende tanto de la magnitud como de la duración de la liberación de PGF2 $\alpha$  (Guilbault y col., 1987; Jenkin, 1992; Stevenson y col., 1994).

### **2.5.3 Restablecimiento del eje hipotálamo-hipófiso-ovárico**

El eje hipotálamo-hipofisario, al final de la gestación, se encuentra bajo una fuerte retroalimentación negativa por las concentraciones de esteroides placentarios y ováricos (estrógenos y progesterona) que llevan a una acumulación de FSH en la hipófisis anterior, supresión de la liberación de FSH (Crowe y col., 1998), depleción de las reservas de LH hipofisarias (Nett y col., 1988) y supresión de la actividad folicular. Alrededor de los 4 días posparto se observan ondas de FSH que luego se mantienen similares a las fluctuaciones del ciclo (Schallenberger, 1985). Esto se debe a que la secreción de FSH requiere una estimulación mínima de la GnRH, y la secreción de esta hormona no está completamente inhibida (McNeilly, 1988). El primero de estos incrementos estimula el crecimiento de la primera onda folicular posparto que por lo general produce un folículo dominante a los 7 – 10 días posparto (Crowe y col., 1993; Murphy y col., 1990).

Por otra parte, la recuperación de las reservas de LH es más lenta que la de la FSH y lleva 2 – 3 semanas para completarse. Durante este período, las concentraciones circulantes y la frecuencia de los pulsos de LH son bajos, lo que explica la falta de ovulación (Crowe y col., 2014). La ausencia de pulsos de LH se debe a la retroalimentación negativa que ejerce el 17 beta estradiol ovárico sobre el generador de pulsos de GnRH hipotalámico, siendo esta retroalimentación modulada por el amamantamiento que estimula la liberación de péptidos opioides endógenos hipotalámicos. A medida que el posparto avanza, la sensibilidad del generador de pulsos de GnRH a esa retroalimentación negativa disminuye, por lo que van aumentando las descargas de GnRH y los pulsos de LH llevando a la maduración final de los folículos, a la ovulación y al restablecimiento de la ciclicidad (Yavas y Wallon, 2000). Vacas con buena condición corporal normalmente tienen una media de  $3,2 \pm 0,2$  folículos dominantes (aproximadamente 30 días) previo a la primera ovulación; mientras que, vacas con pobre condición corporal tienen una media de  $10,6 \pm 1,2$  folículos dominantes (aproximadamente de 70 a 100 días) (Crowe y col., 2014). La primera ovulación posparto en la vaca, generalmente no se acompaña de comportamiento estral (ovulación silenciosa) (Kyle y col., 1992). Esto es debido a la falta de concentraciones previas de progesterona que sensibilicen los centros superiores para que los altos niveles de estradiol induzcan el comportamiento estral (De Castro, 2011). Generalmente (> 70%) la primera ovulación posparto es seguida por un ciclo estral corto, contando solamente con una onda de desarrollo folicular (Breuel y col., 1993). La ocurrencia de estos ciclos cortos puede estar relacionada a la necesidad de exposición previa a la progesterona para preparar a los folículos para que se vuelvan cuerpos lúteos completamente funcionales, y/o para la regulación del momento de liberación de PGF2 $\alpha$  endógena (Stagg y col., 1998). La segunda ovulación posparto si está asociada con la expresión de comportamiento estral y seguida por una fase luteal de duración normal, generando concentraciones de

progesterona normales (Crowe y col., 1998).

## 2.5.4 Factores que determinan la duración del anestro posparto

Como ya fue planteado, el principal determinante de la ovulación y el restablecimiento de la ciclicidad es la frecuencia de pulsos de GnRH/LH (Crowe y col., 2014). En vacas de carne amamantando, el efecto supresivo del amamantamiento y del vínculo madre-hijo en la secreción de GnRH por el hipotálamo previene el restablecimiento de la frecuencia de pulsos de LH necesarios para el reinicio de la ciclicidad. Es por este motivo que el vínculo madre-hijo, el amamantamiento y la pobre condición corporal al parto son las causas determinantes de la demora en el restablecimiento de la ciclicidad (Crowe y col., 2014)

### 2.5.4.1 Lactación y balance energético

El balance energético es la diferencia entre el ingreso de energía (ingesta de alimento) y el egreso de la misma (gasto), para mantener un nivel constante de energía almacenada, principalmente en forma de adiposidad (Chiquete y Tolosa, 2013). De esta forma, se habla de un balance energético positivo cuando el ingreso de energía supera a su gasto, y de un balance energético negativo (BEN) cuando ocurre lo contrario. Durante el BEN, se liberan en el animal señales metabólicas (metabolitos y hormonas metabólicas) que informan al cerebro sobre el estatus del animal y se procesan para determinar la partición de la energía (Giraldo y Uribe, 2012; Short y col., 1990).

El inicio y el mantenimiento de la lactancia es un proceso altamente demandante en energía, y el animal tiene el siguiente orden de prioridad para el gasto de la misma: metabolismo basal, actividad, crecimiento, reservas de energía, preñez, lactación, reservas energéticas adicionales, ciclo estral y preñez y reservas energéticas excedentes (Figura 2; Short y col., 1990). De esta larga lista el animal jerarquiza sus necesidades para mantener su propia vida, motivo por el cual el reinicio de los ciclos estrales es un lujo en casos de bajo aporte de energía como ocurre en la mayoría de los sistemas de cría de nuestro país.

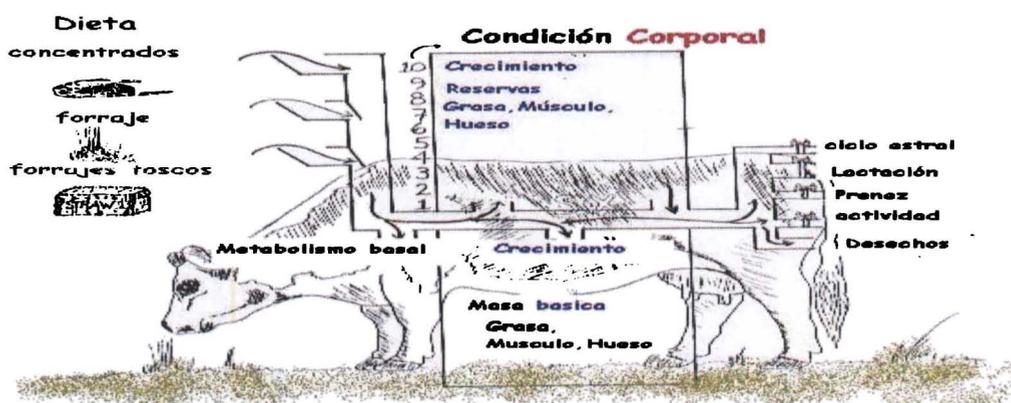


Figura 2. Prioridades en el uso de la energía proveniente de la dieta en la vaca. Fuente. Short y col., 1990.

#### **2.5.4.2 Presencia del ternero (Amamantamiento)**

La presencia del ternero tiene influencia sobre la duración del anestro de dos maneras: 1) por el drenaje de nutrientes por la glándula mamaria (Short y col., 1990) y 2) por los procesos inhibitorios, derivados de la presencia del ternero al pie, que afectan la reanudación temprana de los ciclos estrales en el posparto (Williams, 1990).

El amamantamiento es un estímulo exteroceptivo que tiene un rol fundamental en la regulación de la reproducción de los mamíferos. Los mecanismos por medio de los cuales el amamantamiento inhibe la ovulación estarían dados por la ausencia de secreción de hormona luteinizante (LH) (Short y col., 1990). La estimulación sensitiva de las terminaciones nerviosas de la zona inguinal de la madre por el ternero al mamar, por sí sola no sería la causa de la inhibición de la liberación de la hormona sino que estaría relacionadas también a la olfacción, visión, tacto y los estímulos auditivos (entre el ternero y la vaca) (Williams, 1990). Estos factores influyen en la liberación de péptidos opioides hipotalámicos los cuales cumplen un rol fundamental en el reconocimiento de la cría e inhiben la liberación de GnRH y LH prolongando el anestro (Quintans y col., 2000). Estos péptidos opioides endógenos incluyen endorfinas, encefalinas y dinorfinas, siendo la beta endorfina el péptido opioide más potente, que actuarían directamente sobre las neuronas liberadoras de GnRH inhibiéndolas, así como en la hipófisis anterior inhibiendo la liberación de LH (Yavas y Walton, 2000).

#### **2.5.4.3 Estado nutricional y condición corporal**

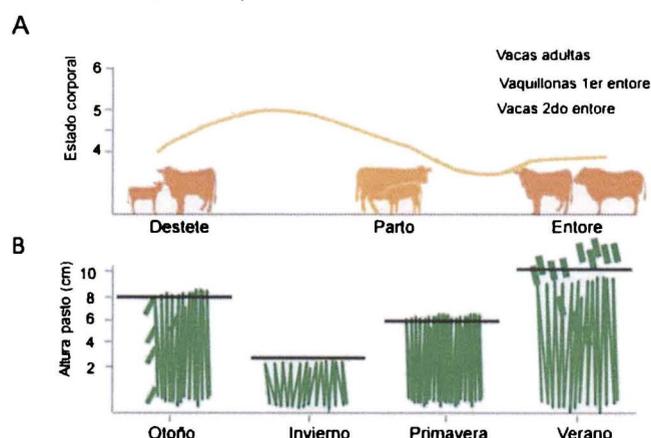
Nuestros sistemas de cría se caracterizan por realizar un pastoreo continuo de campo natural y poca o ninguna suplementación. El manejo en muchas oportunidades es inapropiado, asociado a baja disponibilidad de materia seca o de nutrientes, afectándose así el balance nutricional de las vacas. La condición corporal puede ser utilizada para estimar las reservas energéticas corporales y como medida de manejo (Figura 3). La evaluación de la misma es realizada mediante apreciación visual y la asignación de un índice en una escala de 1 – 8 (Vizcarra y col., 1986), donde 1 es un animal emaciado y 8 es una animal obeso. Los puntos a observar son la inserción de la cola, la cadera, la pelvis, las costillas, los gemelos y diferentes puntos de la columna vertebral (Vizcarra y col., 1986).

Las reservas que tenga el animal al momento del parto y en el período posterior se correlacionan directamente con el desempeño reproductivo de la hembra al servicio (Henao y González, 2008). La condición corporal al parto ha sido reportada como el mayor determinante de la duración del anestro posparto (Short y col., 1990). A su vez tiene relación con el potencial reproductivo de las vacas, influyendo en la involución uterina, función ovárica, secreción hormonal (concentración plasmática de progesterona), calidad del ovocito y del embrión, y tasa de concepción (Henao y González, 2008). La ultrasonografía ha permitido observar que en animales con buen plano nutricional las ondas foliculares tienen folículos dominantes de tamaño pre-ovulatorio a las dos a tres semanas posparto; mientras que en vacas sub-nutridas los folículos son de menor tamaño y tienen menor vida media (Henao y González, 2008).

Por los motivos expuestos anteriormente, el porcentaje y momento de preñez

aumenta muy rápido cuando las vacas pasan de 3 a 4 unidades de condición corporal y luego, prácticamente, se estabiliza. Las vacas que paren con condición corporal 4-5 (escala de apreciación visual: 1-8, (Vizcarra y col., 1986)) llegan al entore con similar condición lo que permitiría asegurar una elevada performance reproductiva. Las vaquillonas requieren de medio punto más de condición corporal para los distintos momentos (Soca y Orcasberro, 1992).

La condición corporal depende de los requerimientos del animal y de la alimentación previa, que en sistemas pastoriles depende de la cantidad y/o altura del forraje del campo natural asignado, lo que permite plantear una propuesta de manejo del rodeo de cría para mejorar la eficiencia reproductiva y la asignación de recursos. La estacionalidad en la producción de forraje lleva a que sea necesario solapar los momentos de mayores requerimientos de la vaca, con el aumento estacional de forraje, y que tanto el producto (terneros) como los subproductos (animales de descarte), egresen del predio antes de comenzar las etapas de déficit alimenticio (Figura 3; Soca y Orcasberro, 1992).



**Figura 3.** Manejo del rodeo de cría. Manejo de la condición corporal al destete, parto y entore en vaquillonas, vacas de segunda cría y vacas adultas (A) y manejo de la altura del pasto en las distintas estaciones (B).

**Fuente.** Adaptado de Soca y Orcasberro, 1992.

## 2.6 Estrategias para acortar el anestro posparto

### 2.6.1 Control del amamantamiento

Se han elaborado distintas técnicas de control del amamantamiento. Técnicas como el destete al nacimiento (Williams, 1990), el destete hiperprecoz (30 días posparto) (Parfet y col., 1986), el destete precoz y el destete temporario (Quintans, 2005). En condiciones prácticas, algunas de estas técnicas son de difícil aplicación (Quintans y col., 2009), siendo las de mayor uso en nuestras condiciones de producción el destete precoz y el destete temporario (Quintans, 2005).

#### 2.6.1.1 Destete precoz

El destete precoz (DP) consiste en la separación definitiva del ternero de su madre cuando los terneros tienen más de 60 días de edad y 70 kg de peso vivo (Quintans, 2005), y es una alternativa usada en condiciones comerciales extensivas

para incrementar la tasa de preñez y acortar el anestro posparto (Quintans y Vázquez, 2002). La técnica se basa en una alimentación con fuerte componente de suplementación para cubrir los requerimientos del ternero. La suplementación se realiza por periodos variables de entre 50 a 90 días (Quintans, 2005).

#### **2.6.1.1.1 Impacto reproductivo y en el peso de las vacas**

El destete precoz produce dos efectos importantes en el reinicio de los ciclos estrales: 1) Se interrumpen en forma definitiva los efectos negativos del amamantamiento y la presencia del ternero; 2) La interrupción de la lactancia produce una modificación en la partición de nutrientes. Los nutrientes que eran destinados a la producción de leche son destinados a la recuperación del estado de la vaca y el reinicio de los ciclos estrales (Blanco y col., 2003). Los animales sometidos a este tipo de tratamiento muestran una rápida respuesta en términos de ciclicidad, por lo que ésta tecnología se recomienda en los animales cola de parición para aumentar los índices de preñez (Blanco y col., 2003).

La interrupción de la lactancia promueve mayores ganancias de peso en las vacas destetadas precozmente. Este efecto es de gran importancia en vacas de segundo entore, obteniéndose ganancias de 410 g/día en vacas cuyos terneros se destetan precozmente en comparación con una pérdida de 68 g/día en vacas cuyos terneros se destetan en forma convencional (datos para la segunda semana de entore sobre campo natural) (Simeone, 1995). Además, es una alternativa de gran utilidad en animales con pobre condición corporal, lográndose un efecto positivo en los porcentajes de preñez (Ibarra y col., 2000).

#### **2.6.1.1.2 Impacto en el crecimiento de los terneros**

La exigencia de criar los terneros destetados precozmente se explica por: a) pasaje abrupto de una dieta líquida a una dieta sólida, b) altas exigencias de proteína y energía, c) limitada capacidad de consumo de forraje en pasturas de baja calidad (Simeone y Beretta, 2002). De acuerdo con esto y teniendo en cuenta la baja calidad del campo natural durante el verano, no se debería usar el campo natural como única fuente de alimento (Simeone y Beretta, 2002). Por esto se han elaborado distintas estrategias de alimentación. Estas van desde sistemas de confinamiento absoluto, hasta la utilización de pasturas naturales y sembradas con o sin suplementación.

Vizcarra (1989) comparó la performance de terneros destetados precozmente (60 días) manejados a campo natural o pradera comparados con los que permanecieron al pie de la madre. En ambos casos el desempeño de los terneros de destete precoz (0,033 kg/día para los manejados sobre campo natural y 0,241 kg/día los que pastorearon praderas) fue inferior que los manejados al pie de la madre (0,608 kg/día). Esto indicaría que la alimentación de terneros destetados precozmente sólo con pasturas mejoradas o campo natural se traduce en desempeños sustancialmente menores que cuando el ternero permanece con la madre (Beretta y Simeone, 2008).

En cambio, la suplementación con concentrados sobre campo natural o pasturas, permite obtener ganancias similares a las logradas por terneros que

permanecen al pie de la vaca (Beretta y Simeone, 2008; Simeone y Beretta, 2002). Simeone y Beretta (2002) establecen que para terneros manejados sobre pasturas mejoradas (base lotus o trébol rojo) con una asignación al 8% de peso vivo, la suplementación al 1% del peso vivo permite ganancias de 0,650 kg/día. Si el destete es realizado sobre campo natural, la suplementación, con raciones de 18% de proteína cruda, no debería ser menor al 1,3% del peso vivo hasta que los terneros alcancen los 100 kg de peso vivo. De esta forma se obtendrían ganancias entre los 0,400 y 0,500 kg/día. Posteriormente, se puede reducir la suplementación al 1% del peso vivo y pasar a una ración de 14 – 16% de proteína cruda dependiendo de la calidad del forraje (Beretta y Simeone, 2008).

Adicionalmente, también ha sido estudiado el efecto de la suplementación de terneros de destete precoz utilizándose una ración con fibra en autoconsumo. La performance productiva (peso vivo final y ganancia media diaria) de aquellos terneros que fueron manejados con autoconsumo tanto en el acostumbramiento como en el campo, fue superior respecto a aquellos que se los manejó con bateas grupales y fueron suplementados a razón del 1% por 18 días y 1,5% por 60 días (peso vivo final: 200 vs 190 kg; ganancias medias diarias: 1,212 vs 0,838 kg/día). Estas diferencias fueron explicadas por un mayor consumo del suplemento (3,32% vs 1,21%), lo que determina que la viabilidad económica sea dependiente de la relación precio suplemento vs precio ternero (Quintans y col., 2013a).

### **2.6.1.1.3 Uso de la técnica DP y limitantes**

Una de las mayores limitantes de ésta técnica es el costo, por lo que se aplica en las categorías que realmente lo necesitan o en coyunturas que así lo ameritan. Los animales en que se podría aplicar ésta técnica son: vacas de primera cría en baja condición corporal, vacas adultas en muy mala condición corporal y las vacas cola de parición. Por otra parte, el destete precoz también ha demostrado ser una herramienta muy efectiva en los períodos de sequía, permitiendo una alta tasa de preñez y asegurando el crecimiento de los terneros (Quintans, 2005). Una estrategia que permite definir cuales animales requieren de la aplicación de ésta técnica en el rodeo es el monitoreo del entore o el diagnóstico de actividad ovárica realizado a la mitad de la estación reproductiva, obteniéndose como resultado la clasificación en: a) preñada en los primeros días de servicio, b) ciclando y c) en anestro superficial o profundo (De Nava, 2011). El destete precoz se recomienda en vacas que estén en anestro profundo (folículos < 8 mm) y permite aumentar en forma eficiente la preñez del rodeo (Stahringer y Piccinalli, 2003).

### **2.6.1.2 Destete temporario**

El DT consiste en la restricción temporal del amamantamiento con o sin separación del ternero. Es una herramienta que puede ayudar a adelantar el celo posparto, debido a una reducción en la producción de leche, provocando un re direccionamiento de los nutrientes a otras actividades metabólicas (Quintans y col., 2010). Las dos variantes dentro de la técnica más utilizadas son el DT con tablilla nasal y el DT a corral.

### 2.6.1.2.1 Destete temporario con tablilla nasal

La restricción del amamantamiento aplicando tablillas nasales es una herramienta muy utilizada por los productores en Uruguay (Quintans y col., 2009). La misma consiste en colocarle una tablilla en el hocico a los terneros para evitar el amamantamiento, mientras permanecen al pie de la madre. El período recomendado es de 11-14 días de duración y finalizado el mismo se retira la tablilla para que los terneros reinicien el amamantamiento normal (Quintans, 2005). Dichos terneros deben tener por lo menos 60 días de edad y 70 kg de peso vivo al momento de aplicar la tecnología (Quintans, 2008).

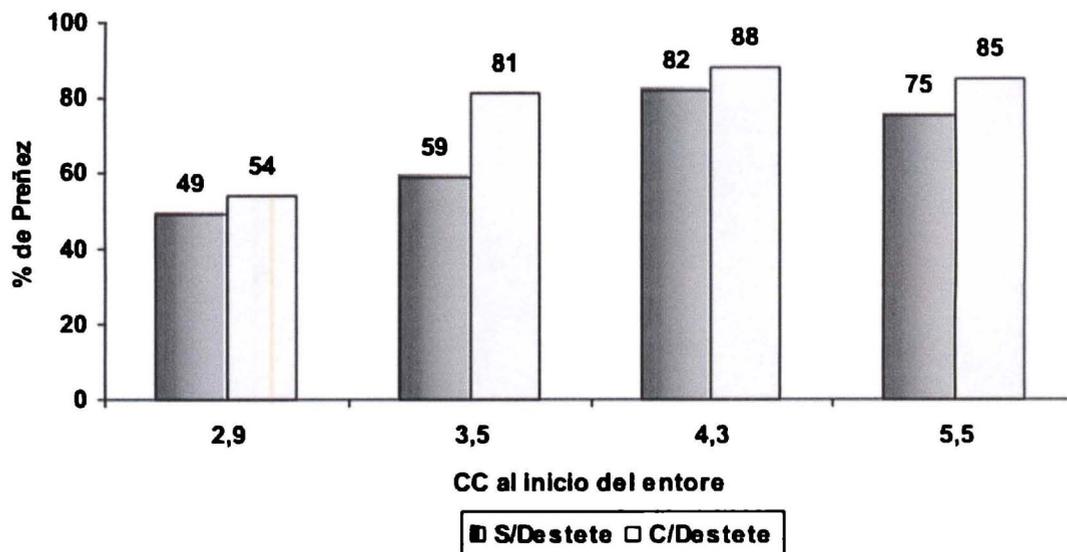
#### 2.6.1.2.1.1 ¿Qué animales responden a esta tecnología?

El DT con tablilla nasal es una herramienta que produce, en términos reproductivos, respuestas dispares. La respuesta depende del estado de desarrollo folicular al momento del destete (Sinclair y col., 2002), diferencias en el balance energético entre individuos (Stevenson y col., 1997), la habilidad de algunos terneros de mamar con la tablilla colocada (Quintans y col., 2003), la condición corporal de las vacas (Alberio y coll., 1984) (Figura 4) y la profundidad del anestro (Quintans y col., 2006; Short y coll., 1990).

La respuesta de esta tecnología es dependiente de la interacción entre la condición corporal y el status metabólico (actividad ovárica y niveles hormonales). Por estos motivos, la tablilla se recomienda en vacas adultas con una condición de por lo menos 3,5 (Figura 4), y que ésta no disminuya hacia el entore (Soca y col., 1992). Es importante mencionar que si la tablilla nasal se aplica en vacas de baja condición corporal, especialmente en vacas primíparas, el resultado es inconsistente, donde se observan vacas que no responden a la tablilla o que lo hacen pero retornan al anestro (Quintans, 2005). En estas situaciones de subnutrición, la restricción para el reinicio de la actividad ovárica posparto es mayor que el propio amamantamiento (Simeone, 2000). Por otro lado, vacas en muy buena condición corporal no se benefician con el uso de la técnica ya que tienen un anestro posparto muy corto (Figura 4).

Para una mejor respuesta al uso de la técnica, la condición corporal puede ser combinada con el diagnóstico de actividad ovárica. El DT es efectivo en animales que se encuentran en anestro superficial (folículos  $\geq 8$  mm al día 65 posparto) mientras que no lo es en los animales que se encuentran en anestro profundo (folículos  $\leq 8$  mm) (Quintans y Jiménez de Aréchaga, 2006).





**Figura 4.** Preñez en vacas con distinta condición corporal al inicio del entore que son sometidas a destete temporario.

Fuente. Soca y col., 1992.

#### 2.6.1.2.1.2 Efecto del destete temporario en la vaca

La restricción del amamantamiento provoca una disminución en la producción de leche (dependiente de la condición corporal), un incremento en las concentraciones de la insulina, una disminución del anestro posparto y aumento de la frecuencia de vacas cíclicas (Quintans y col., 2010). Catorce días de restricción del amamantamiento, tanto con la presencia como con la ausencia del ternero, reducen la producción de leche en un 60%. Se ha hipotetizado que la redistribución de los nutrientes y la magnitud de la reducción de la producción de leche pueden provocar una señal metabólica positiva a nivel central, mediada por la insulina periférica (Quintans y coll., 2010). La insulina juega un rol importante en la dirección de eventos metabólicos críticos para el eje reproductivo (Hess y col., 2005). A nivel del ovario, se ha demostrado que la insulina estimula la proliferación celular y la esteroidogénesis de las células de la teca y de la granulosa (Wettemann y Bossis, 2000). A su vez, la insulina puede estimular la producción hepática de IGF-I (Webb y col., 2004) y esto provoca un mayor estímulo al crecimiento folicular. En éste sentido, se ha reportado que los niveles de IGF-I también aumentan durante la restricción del amamantamiento (Soca y col., 2013).

#### 2.6.1.2.1.3 Impacto en la reproducción

De Nava (1994) observó que cuando el amamantamiento es suprimido por 7 días con el uso de tablillas nasales, las vacas tuvieron un intervalo parto concepción menor que vacas con terneros amamantando *ad libitum*. Posteriormente se recomendó extender el período de uso de la tablilla (14 días) (Quintans, 2005), debido a que en los primeros 7 días los terneros realizan frecuentes intentos por mamar que simulan un amamantamiento real. Si la técnica es aplicada adecuadamente se puede lograr un aumento de 15 o más puntos porcentuales en la tasa de preñez (Quintans, 2005).

#### 2.6.1.2.1.4 Efecto del destete temporario en los terneros

La tablilla nasal afecta negativamente la ganancia de peso del ternero durante el período del tratamiento y hasta por dos semanas luego de retirada la misma (Quintans y col., 2010). Esto puede deberse a trastornos digestivos al reiniciar la dieta láctea y/o a una menor producción de leche de las vacas (Quintans y col., 2010). Todo esto se traduce inevitablemente en pesos al destete menores (De Nava, 1994). Stahringer y Piccinali (2003), observaron que los terneros sometidos a DT son 13% más livianos respecto a terneros no destetados. Se ha estimado que se produce una pérdida de peso al destete de 5 kg por cada semana de duración del tratamiento, la cual no se recupera al destete. En el cuadro 1, se resumen los resultados de 13 experimentos nacionales, que utilizaron el DT como herramienta de manejo del amamantamiento, evidenciándose en la mayoría (12/13) una reducción en el peso al destete de los terneros de 6 a 19 kg.

**Cuadro 1.** Resumen de los resultados de 13 experimentos nacionales que evalúan el impacto del destete temporario (DT: con DT (+DT) y sin DT (-DT) en el peso de los terneros al destete definitivo.

Peso al destete (Kg)		Diferencia (Kg)	Duración (días)	Referencias
-DT	+DT			
162	146	-16	7	de Nava 1994
184	167	-17	14	Quintans y Vazquez 2002
136	126	-10	14	Quintans y Jimenez de Aréchaga 2003
174	161	-13	14	Quintans y Jimenez de Aréchaga 2004
195	176	-19	14	Quintans y Jimenez de Aréchaga 2005
215	197	-18	14	Quintans y Jimenez de Aréchaga 2006
127	117	-10	14	Quintans y col. 2009
128	121	-7	14	Quintans y col. 2010
161	150	-11	14	Quintans y col. 2013b
191	185	-6	14	Bentancor y col. 2013
153	146	-7	14	Bentancor y col. 2013
170	152	-18	14	Viñoles y col. 2016
169	155	-14	14	Viñoles y col. 2016
141	132	-9	14	Alvarez y col. 2017
172	159	-13	14	Alvarez y col. 2017
159	147	-12	14	Alvarez y col. 2017
135	138	+3	14	Simeone y col. 2017

#### 2.6.1.2.2 Destete temporario a corral

Teniendo en cuenta que la inhibición que produce el amamantamiento se

compone de dos elementos: el efecto de la lactación por sí misma y la presencia psicológica del ternero (Quintans, 2005), se han realizado estudios en los que se evalúa el impacto de separar durante el DT a la vaca del ternero. El destete a corral durante 10 días no altera el vínculo materno-filial y logra igual impacto que el destete precoz en aspectos reproductivos (Quintans y col., 2003). Quintans y col. (2010) encontraron que la reducción en la duración del anestro posparto fue la misma entre terneros con DT a corral y terneros con DT con tablilla. Otro trabajo nacional (Blanco y col., 2003), tampoco encontró diferencia entre los dos tipos de DT. En este caso evaluaron la preñez final, siendo similar para ambos tipos de DT y mayor para las vacas cuyos terneros fueron sometidos a destete precoz. Lo que es interesante resaltar, es que en el caso del destete a corral se ha encontrado una menor variación en respuesta, indicando un fuerte efecto sincronizador cuando las vacas son sometidas a este tipo de tratamiento (Quintans y col., 2003). En conclusión, es importante destacar que el DP y el DT son dos herramientas que bien aplicadas pueden ser muy útiles, y que ambas pueden ser aplicadas en vacas del mismo rodeo, ya que su mayor respuesta ocurre en vacas en diferentes situaciones fisiológicas. En éste sentido, el monitoreo del entore o diagnóstico de actividad ovárica permite definir individualmente que animales deberán ser sometidos a cada técnica para obtener el mayor beneficio económico.

## **2.6.2 Uso de hormonas exógenas**

### **2.6.2.1 Inseminación artificial a tiempo fijo**

Considerando la importancia que tienen las gonadotropinas y hormonas esteroideas en el reinicio de la actividad cíclica, se ha generado mucha información respecto al éxito de tratamientos hormonales que sincronizan la ovulación e independizan la inseminación artificial de la detección de celos (Menchaca y col., 2013). La inseminación artificial a tiempo fijo (IATF) es una biotecnología que posee muchos aspectos positivos y cuyo uso se ha visto incrementado. En el contexto de este trabajo, buscando herramientas para aumentar el peso al destete de los terneros, es que nos vamos a centrar únicamente en la capacidad de esta técnica de concentrar las pariciones al comienzo de la estación de cría (De Nava, 2013). Existe evidencia de que las vacas que paren temprano durante la parición destetan terneros más pesados, tienen más oportunidades de quedar preñadas en la siguiente estación reproductiva y que destetan más terneros en su vida productiva (Lesmeister y col., 1973; Marshall y col., 1990; Rege y Famula, 1993). En nuestras condiciones, De Nava y col., (2008) encontraron una diferencia de 13, 5 kg de peso vivo de los terneros al momento del destete en favor de vaquillonas sometidas a IATF respecto al grupo control que se inseminó con detección de celo dos veces por día. A su vez, la diferencia en el peso al destete, también fue observada cuando se realizó en vacas, produciéndose terneros 18,4 kg más pesados que el grupo que tuvo un manejo tradicional (solo monta natural) y 8 kg más pesado que el grupo que fue sincronizado pero sometido a monta natural (De Nava, 2013). Es importante destacar que para implementar un programa de IATF se debe considerar la actividad ovárica y la condición corporal de los animales para determinar la necesidad de medidas complementarias, resultando la adopción de alguno de los siguientes criterios: a) IATF solo; b) IATF + destete temporario; c) IATF + destete precoz; o d) destete precoz + IATF diferida (Menchaca y col., 2013).

## **2.7 Suplementación de los terneros al pie de la madre**

Suplementación es la acción de ofrecer un alimento o una mezcla de ellos a la dieta base. En el caso del rodeo de cría podría considerarse el suministro tanto de cereales o granos o mezcla de ellos a una dieta base solamente pastoril (Kucsevsa y Balbuena, 2012). El sistema de alimentación preferencial del ternero es aquel que permite que el ternero, al pie de su madre, acceda a una pastura diferente y superior a la que su madre consume (Creep Grazing) o a una ración de buena calidad (Creep Feeding). El fundamento de estas técnicas radica en que los terneros desde los tres meses requieren un plano nutricional mayor al normalmente ofrecido por la leche materna junto a la pastura (por lo general con una baja disponibilidad y/o calidad inferior) (Fuller, 1988). Por tanto, esta práctica permite cubrir los requerimientos nutricionales en los distintos momentos fisiológicos, incluso en los momentos que más lo necesitan, y por último lograr aumentar la eficiencia del sistema, convirtiéndola en una técnica cada vez con mayor uso en nuestro país (Betancurt y col., 2011).

En el caso de la suplementación de los terneros al pie de la madre, las técnicas existentes logran mejorar las ganancias diarias de peso en épocas o zonas donde la pastura carece de calidad o cantidad para mantener buenas ganancias al pie de la madre (Carreras, 2012). Por ello se logra obtener el mejor aprovechamiento del recurso forrajero, logrando un buen manejo de la fertilidad de las madres y poder explotar el potencial genético de sus hijos (Bavera y Peñafort, 2006). Las dos técnicas conocidas y utilizadas en nuestro país tienen como fundamento suministrar a terneros lactantes alimento de buena calidad y en adecuada cantidad, como puede ser pastura en el caso de Creep Grazing (CG) o concentrados en el caso Creep Feeding (CF); en sitios donde sus madres no tienen acceso. Con estas técnicas se logra aumentar la tasa de crecimiento de los terneros, disminuyendo los requerimientos nutricionales de las vacas (Scaglia, 2004).

La aplicación de la suplementación al pie de la madre permite destetar terneros más pesados, uniformizar el lote y acostumar a los mismos a comer ración. De esta manera, se puede lograr un valor mayor como unidad, acortar el ciclo de la invernada y facilitar la recría de terneras que serán entoradas con 15 meses (Bavera y Peñafort, 2006; Carreras, 2012). A su vez, la técnica tiene como cometido obtener mayores índices de preñez ante escasez forrajera o en categorías más sensibles como las vacas de primer parto y segundo servicio, a través de una mejora en la condición corporal. Así mismo, se puede lograr un aumento global de la carga sin afectar el porcentaje de preñez ni el peso promedio al destete (Carreras, 2012).

### **2.7.1 Creep Grazing**

El objetivo del CG es aumentar el consumo de materia seca digestible por parte de los terneros, brindándoles acceso -en un potrero lindero- a una pastura más abundante y de mejor calidad que la que se les ofrece a las vacas (sus madres) que pastorean junto a ellos (Figura 5). Es fundamental que el forraje ofrecido sea de mayor calidad que la pastura base, accesible y que resulte atractivo para los terneros, por lo que debe mantenerse en etapa de crecimiento vegetativo (Bavera y Peñafort, 2006). La pastura deberá tener mayor digestibilidad y proteína, así como contenidos menores de fibra y lignina (Menoni d' Oliveira y Ustra, 2015) y los terneros al no tener la competencia con sus madres podrán pastorear de forma más selectiva. En las

condiciones de Uruguay, las especies que han tenido mejor adaptabilidad a esta técnica son *Setaria hitalica* (Moha) y *Lotus sp.* (Lotus), además del mejoramiento de campo (Scaglia, 2004). La elección del tipo de alimentación preferencial a ser utilizada dependerá del costo de sembrar una pequeña área de pastura y de los problemas/limitantes que puede traer aparejado establecer dicha área (Scaglia, 2004). Se ha demostrado que esta técnica permite lograr ganancias de peso similares a la de una suplementación con concentrado, manejando de 14 a 20 animales por hectárea (Menoni d' Oliveira y Ustra, 2015); y con la edad de entre 3 y 4 meses donde la producción de leche declina y los requerimientos de los terneros aumentan (Bavera y Peñafort, 2006). El inconveniente que presenta el CG versus el CF es que la oferta de alimento está asociada al crecimiento de la pastura, la cual depende de las condiciones meteorológicas del año (Bentancor y col., 2013).

Existen varios métodos para lograr el pastoreo diferencial de los terneros. Según Bavera y Peñafort, (2006) algunos ejemplos podrían ser:

1. Cercar una o más zonas dentro de la pastura e instalar una entrada que permita el paso de los terneros y no de las vacas.
2. Emplear una pastura adyacente al potrero, colocando en el alambre divisorio un paso para los terneros solamente.
3. Cuando se emplea pastoreo rotativo, se coloca el alambre eléctrico a una altura que impida el paso de las vacas pero suficientemente alto como para que pasen los terneros. Esto permite que las crías pasen selectivamente a las parcelas pudiendo consumir forraje de mejor calidad.



**Figura 5.** Alternativa de Creep Grazing con el alambre eléctrico alto que permite el paso voluntario de los terneros a la parcela siguiente.

**Fuente.** Bavera y Peñafort, 2006.

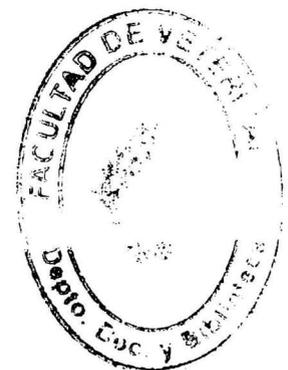
## **2.7.2 Creep Feeding**

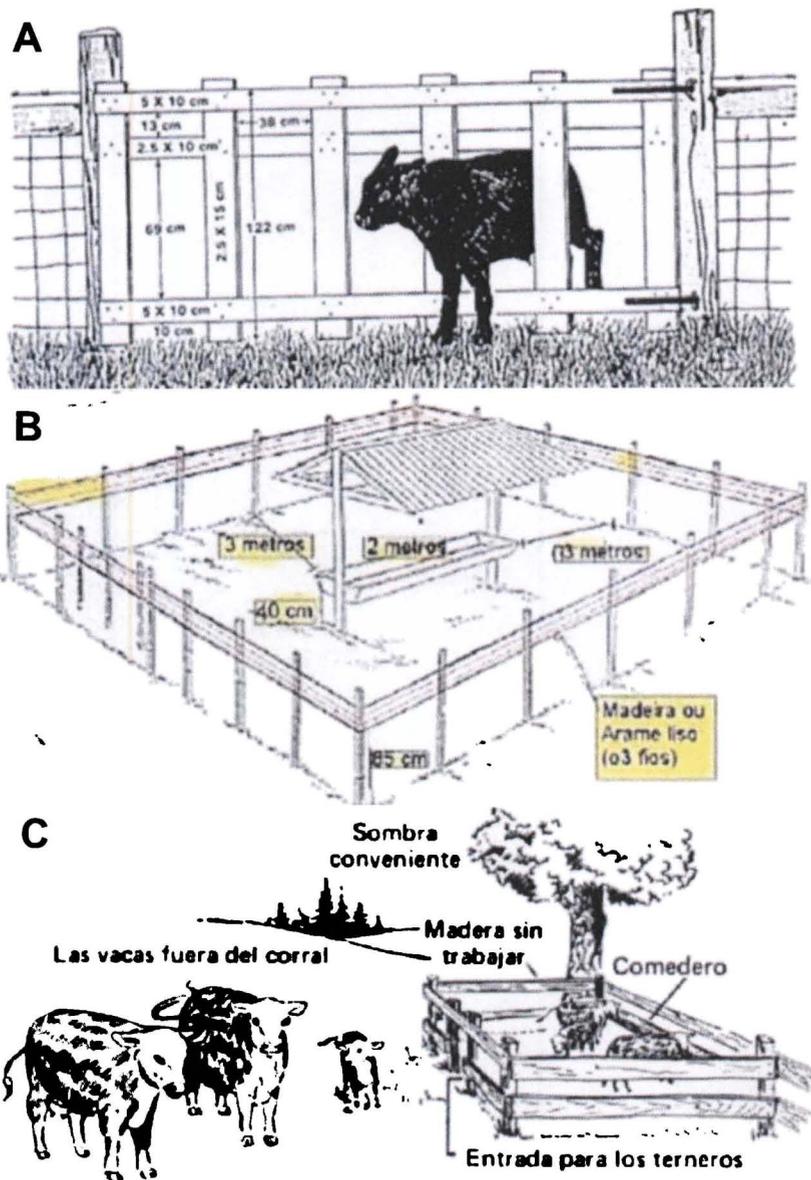
### **2.7.2.1 Implementación**

La implementación del CF no requiere de instalaciones sofisticadas. Las mismas deben permitir el libre acceso de los terneros a los comederos e impedir el de sus madres (Lusby y Gill, 1999), debiendo ser lo suficientemente resistentes como

para que las madres no lo derriben (Rulofson y Zollinger, 1993). Existen diferentes diseños que pueden construirse con alambre, piques, postes, polines o una combinación de ellos (Figura 6) (Bentancor y col., 2013).

Se debe instalar un escamoteador que puede ser construido de varas, madera o alambre. Las aperturas deben ser aproximadamente de 40 a 50 cm de ancho por 0,7 - 1 m de alto, lo que permite que los terneros ingresen libremente (Betancurt y col., 2011, Figura 6A). Otra opción es retirar los 4 hilos inferiores en un alambrado de 7 hilos (Carreras, 2012). La situación ideal es que los terneros puedan acceder al área de suplementación por los 4 lados (Figura 6B). La mayoría de los trabajos coinciden y resaltan la importancia de que el escamoteador sea instalado en un lugar donde frecuentemente se reúna el rodeo. Estos lugares son aquellos próximos al acceso a sombra, aguadas o reparo (Figura 6C). Por otro lado, no se recomienda el uso de alambre eléctrico porque puede provocar el rechazo de los terneros al ingreso (Bavera y Peñafort, 2006; Carreras, 2012).





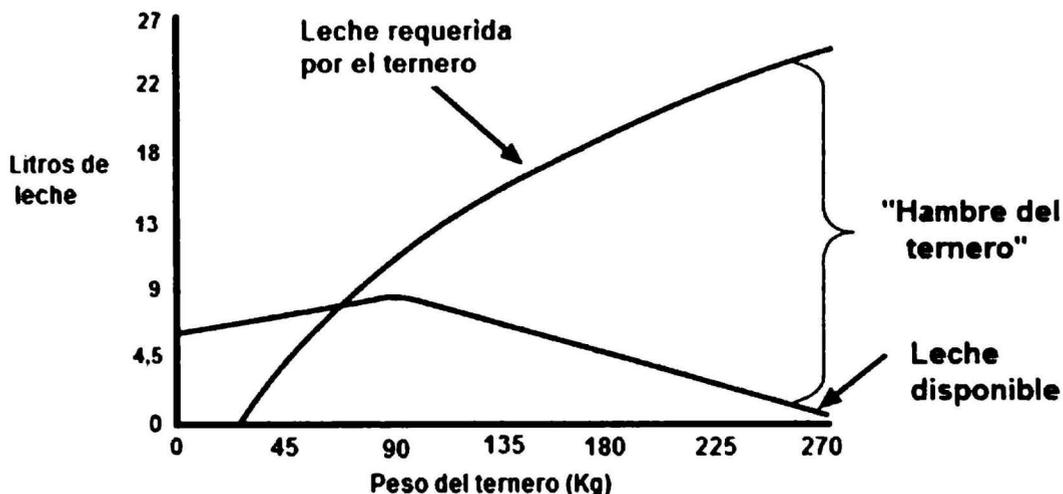
**Figura 6.** Tranquera de acceso que permite el paso de terneros e impide el acceso de las vacas (A); esquema de una infraestructura tipo de Creep Feeding (B); ilustración de un Creep Feeding con sombra (C).

Fuente. A: Allen, 1993; B: Carreras, 2012, C: Bavera y Peñafort, 2006.

### 2.7.2.2 Inicio de la suplementación

El consumo de alimentos secos desde temprana edad provoca un cambio tanto en el tracto digestivo del ternero como en su metabolismo. La presencia de material de rápida fermentación dentro del retículo-rumen estimula el crecimiento de la mucosa, en especial de las papilas que cubren la superficie interna epitelial del retículo – rumen; el animal desarrolla una gran aceptación a los suplementos secos con el paso de las semanas (Davis y Dackley, 2002). La suplementación debe iniciarse a partir de los 60 días de edad de los terneros con al menos 70 kilos de peso vivo (Bavera y Peñafort, 2006; Carreras, 2012). A partir de los 60-70 días de edad del ternero, comienza a disminuir la producción láctea de las madres mientras que los

requerimientos de los terneros siguen aumentando (Figura 7) (Carreras, 2012), por lo cual es necesario complementar la leche con otro alimento, que comúnmente es el pasto para lograr buenos desempeños animales. A partir de las semanas 12<sup>a</sup> a 16<sup>a</sup> de vida, la ganancia de peso del ternero depende poco de la leche (Rovira, 1996).



**Figura 7.** Producción de leche de una vaca de tipo carne comparado con los requerimientos del ternero lactando.

Fuente. Modificado de Eversole, 2001.

### 2.7.2.3 Suministro de la ración

La ración puede ser suministrada de dos formas; la primera es en un comedero de autoconsumo que se encuentra dentro del escamoteador donde el alimento dura aproximadamente 5 días en ser consumido (Rulofson y Zollinger, 1993). La segunda es en comederos bateas donde se debe de proporcionar 30 cm lineales por ternero, con acceso por ambos lados y deben colocarse a unos 50 cm del suelo. Con esta forma de suministro se debe de racionar todos los días y retirar el excedente no consumido que se encuentre mojado o en malas condiciones (Bavera Peñafort, 2006; Carreras, 2012). Se ha reportado que el suministro limitado de la ración ofrece dos ventajas frente a la opción *ad libitum*: 1) moderados pesos al destete, sin un incremento muy notorio en el engrasamiento de los terneros; y 2) mejora en la conversión al aumentar el consumo de forraje y la digestibilidad del mismo (Eversole, 2001; Lusby y Gill, 1999). Sin embargo, existen trabajos nacionales (Michelena y col., 2010; Simeone y col., 2015) que administrando la ración *ad libitum* obtuvieron índices de conversión (cantidad de kilos de suplemento necesarios para obtener cada kilo extra de peso respecto al grupo control) de 6,8 y 5,0 (Michelena y col., 2010) y 4,9 (Simeone y col., 2015). Al momento de aplicar la tecnología CF es importante considerar el costo del peso agregado a los terneros suplementados (Lusby, 1995) y tomar la precaución de evitar ganancias diarias muy altas. Estos cuidados se deben tomar ya que el período en el que se realiza la suplementación, se corresponde con una de las fases de crecimiento alométrico de la glándula mamaria (fase donde se desarrolla de dos a cuatro veces más rápido que los demás tejidos corporales, (Capuco y col., 1995)). Estas fases, particularmente la fase prepuberal (desde los tres meses hasta la pubertad) donde ocurre la elongación y ramificación de los conductos primarios en mayor proporción, han sido identificadas como las más susceptibles a

los efectos negativos de la sobrealimentación, produciéndose excesivos depósitos grasos (Capuco y col., 1995). En el desarrollo de vacas lecheras entre los 150 a 320 kg las ganancias diarias deberían ser limitadas en el entorno de los 800 g/d para permitir una mayor producción láctea (Zanton y Heinrichs, 2005).

#### **2.7.2.4 Acostumbramiento**

Durante la primera semana de acostumbramiento se recomienda encerrar el rodeo (vacas y terneros) un par de horas por día para que los terneros comiencen a consumir el alimento (Carreras, 2012). También se pueden usar algunos señuelos como pueden ser: 1) Construir un comedero para las vacas al lado del corral donde se le suministra sal o ración para que los terneros se acerquen y comiencen a entrar al área de suplementación (Eversole, 2001); 2) Dejar ingresar a una vaca con su ternero al escamoteador y usarlos como señuelos; 3) Encerrar a algunos terneros que ya consumen solos para que el resto comiencen a ingresar al área (Bavera y Peñafort, 2006; Carreras, 2012; Eversole, 2001). Se ha observado que los terneros nacidos a finales de otoño e inicio de primavera presentan mayor aceptación porque sus requerimientos no son cubiertos por el forraje y la leche disponibles (Eversole, 2001). Al principio conviene poner pequeñas cantidades de alimento: no más de 100 gramos por cabeza por día durante la primer semana, 200 gramos en la segunda y 300 gramos en la tercera semana, antes de suministrarlo a voluntad. En los comederos tolvas de autoconsumo no conviene colocar más alimento de lo que se consumiría en una semana. Para favorecer la aceptación del ternero es fundamental ofrecer alimentos de alta palatabilidad y aroma para estimular un rápido consumo de la ración (Carreras, 2012), también se puede agregar fardo, espolvorear la ración con azúcar, melaza o sal durante los primeros días para atraer al ternero (Bavera y Peñafort, 2006).

#### **2.7.2.5 Tipos de suplementos**

El suplemento debe contener los nutrientes necesarios para satisfacer los requerimientos de los terneros en energía, proteína (Cuadro 2) y minerales que permitan las tasas de ganancia de peso que se han marcado como objetivo (por ejemplo 1200 g/d). Se considera necesario que contenga un mínimo de 70 % de NDT, un tenor de 15 a 19 % de proteína digestible o alrededor de 18 a 22 % de proteína cruda, según la edad del ternero (a menor edad mayor porcentaje de proteína), más el agregado de los minerales que se considere necesario para dicho campo. Es fundamental que sea una ración de alta palatabilidad, para inducir al ternero a consumirla desde edad temprana (Bavera y Peñafort, 2006).

**Cuadro 2.** Requerimientos diarios de materia seca (MS) kg/d, energía metabolizable (EM) MJ/d y proteína cruda (PC) para obtener una ganancia de 1200 gramos a medida que evoluciona el peso vivo (kg) en terneros de razas carniceras. Para expresar la EM en Mcal= $MJ/4,184$ . Fuente: (NRC, 2001)

<b>Peso (kg)</b>	<b>Ganancia (g/d)</b>	<b>MS (kg/d)</b>	<b>EM (MJ/d)</b>	<b>PC (g/d)</b>
<b>90</b>	1200	1,70	33,8	357
<b>100</b>	1200	1,80	35,6	362
<b>110</b>	1200	1,88	37,4	366
<b>120</b>	1200	1,97	39,0	353
<b>130</b>	1200	2,05	40,8	374
<b>140</b>	1200	2,13	42,3	378
<b>150</b>	1200	2,21	43,8	382

Teniendo en cuenta estas premisas es necesario conocer la calidad de la base forrajera empleada, así como la calidad y aporte del suplemento a utilizar para iniciar un programa de suplementación. Ésta información puede obtenerse por medio de tablas de composición y análisis de laboratorio (García, 1991). En nuestro país la suplementación de los terneros se ha basado en el uso de suplementos en base a granos. La cantidad de ración consumida por los terneros varía de acuerdo a la edad del ternero, la cantidad de leche que la madre produce, la cantidad de forraje disponible y la palatabilidad de la ración. Esta última característica es muy importante y hay que tener en cuenta que el ternero prefiere primero la leche, luego una ración palatable y finalmente la pastura. Es por esto que con disponibilidad de leche y pastura, la ración se transforma en el sustituto de esta última. En general, la eficiencia de conversión utilizando suplementos en base a granos oscila entre 4:1 y 26:1 (Scaglia, 2004). Los más utilizados son el maíz que posee una muy buena degradación ruminal y alta digestibilidad. La cebada es muy buena como iniciador ya que posee una buena palatabilidad, siendo elegida por los animales antes que el maíz, trigo, avena y avena sin cascarilla; pero tiene la característica de que es muy fermentable en el rumen, y puede ocasionar problemas digestivos. La avena por su parte agrega volumen, es muy palatable y constituye una buena fuente de fibra (Davis y Dackley, 2002).

Para la suplementación proteica se pueden utilizar con éxito la harina de soja, harina de linaza, harina de semilla de algodón, harina de canola, harina de semilla de colza y porotos de soja tratados con calor ya molidos o extruidos. No se recomienda el uso de fuentes nitrogenadas no proteicas para la dieta de los terneros desde el nacimiento hasta las 10 - 12 semanas de edad (Stobo y col., 1967).

La melaza se usa comúnmente en la mayoría de los iniciadores con el fin de disminuir el polvo de raciones molidas y aumentar la palatabilidad. A su vez, puede ser incluida una fuente de grasa suplementaria como grasa animal hidrolizada, aceite de maíz, extracto de jabón acidulado, sebo y sales de ácidos grasos, así como de los porotos de soja procesados. Esto se realiza con el fin de aumentar el consumo de energía del ternero a través del uso de las grasas libres (Davis y Dackley, 2002).

### **2.7.2.6 Resultados de la aplicación de la técnica**

Los resultados de la aplicación de la técnica CF son dispares dependiendo de

la abundancia y calidad del forraje, del estado de la madre y de su habilidad para producir leche. Goic (1995) reportó que los mejores resultados a la suplementación, se observaban cuando la disponibilidad de forraje no era buena tanto en calidad como cantidad, viéndose así los mejores resultados en veranos secos o en campos manejados con alta carga. Sin embargo, Viñoles y col. (2013) observaron que la alimentación de los terneros entre los 2 – 5 meses de edad sobre suelos de Basalto, limita el peso al destete incluso a baja carga ( $345 \pm 2,2$  kg PV/ha) o alta oferta de forraje ( $5,5 \pm 0,8$  kg MS/kg PV) y que la administración de un suplemento alto en energía y proteína, mejora su performance, pero el efecto es mayor en terneros pastoreando a baja carga respecto a los que pastorean a alta carga. Otro trabajo nacional previo (Betancurt y col., 2011) también observó un mejor desempeño de los animales suplementados en potreros manejados a baja carga, con mejores ganancias y eficiencia de conversión.

#### **2.7.2.7 Efectos sobre las madres**

Se han reportado efectos positivos del CF sobre la ganancia de peso vivo, condición corporal y eficiencia reproductiva de las vacas (Carreras, 2012; Pacola y col., 1989). A partir de los tres meses de lactancia se observaron ganancias de peso vivo, calculándose aumentos de 20 a 40 kilos en las vacas cuyos terneros fueron suplementados en comparación con vacas cuyos terneros no fueron suplementados. Estos kilos extra pueden atribuirse al aumento en la disponibilidad de forraje, ya que los terneros sustituyen el forraje por suplemento pero no disminuyen la ingesta láctea (Carreras, 2012). Sin embargo, existen varios trabajos que no encuentran diferencia en el peso vivo y condición corporal de las vacas (Bentancor y col., 2013; Betancurt y col., 2011; Viñoles y col., 2013). Esto se podría explicar porque la disminución en el consumo de forraje por parte de los terneros suplementados es insuficiente para promover un impacto positivo en el balance energético de las vacas (Gelvin y col., 2004).

En cuanto a la eficiencia reproductiva de las vacas los resultados también son inconsistentes. En nuestras condiciones se ha observado efecto del CF en la preñez final de vacas primíparas (Bentancor y col., 2013) pero no así en vacas múltiparas (Betancurt y col., 2011; Michelena y col., 2010). El impacto positivo del CF en la reproducción podría explicarse por una disminución en la frecuencia de amamantamiento provocando un retorno a la actividad ovárica más rápida pos parto (Nogueira y col., 2006); o por un aumento en la disponibilidad de forraje como fue explicado anteriormente.

#### **2.7.2.8 Efecto sobre los terneros**

Las respuestas al CF pueden ser variables porque dependen de muchos factores como el peso inicial, el sexo del ternero, el tipo de suplemento, el nivel de consumo, curva de producción láctea de las vacas y la brecha entre cantidad y calidad de la pastura y los requerimientos del ternero (Carreras, 2012). Existe además una gran variabilidad en el consumo, dependiendo del tipo y palatabilidad del suplemento, condiciones del alimento, interacciones sociales, edad del ternero, disponibilidad y calidad de forraje, edad y producción láctea de las madres (Michelena y col., 2010;

Simeone y col., 2015).

El efecto de la alimentación diferencial de terneros sobre el peso al destete se conoce hace varios años (Bray, 1934). La suplementación con un concentrado compuesto por 80% de maíz desintegrado y 20% de torta de algodón, con un 15,3% de PC y 3,16 Mcal/kg de EM, provocó a los 7 meses diferencias de 27,1 kg en favor de los terneros suplementados (Pacola y col., 1977). Existen varios trabajos nacionales realizados en la región de Basalto sobre campo natural con parición de primavera y con raciones comerciales de 23% (Viñoles y col., 2013), 20% (Betancurt y col., 2011), 18% (Betancor y col., 2013), 21% (Michelena y col., 2010) y 19% (Simeone y col., 2015) de proteína, administradas en los tres primeros casos a razón del 1% del peso vivo y en los dos últimos *ad libitum*. Estos trabajos reportan ganancias de peso diarias de 0,740 a 1,200 kg y alcanzándose pesos al destete de 16 a 55 kg superiores (Cuadro 3). La eficiencia de conversión en todos los casos fue muy buena, estando en el rango de 3,6 a 5,3:1 (Betancurt y col., 2011; Michelena y col., 2010; Simeone y col., 2015; Viñoles y col., 2013). Por lo tanto, el CF con raciones comerciales altas en proteínas aumenta la producción de carne del rodeo de cría a través de un mayor peso al destete. En contraposición a estos resultados positivos, trabajos nacionales en que se evaluó la suplementación con afrechillo de arroz en autoconsumo, observan que no ocurren cambios en el peso de los terneros al destete o el impacto de la suplementación fue negativo (Viñoles y col., 2016; Alvarez y col., 2017), dejando planteada la ineficacia de este subproducto como alimento para esta categoría de animales (Cuadro 3).

Por otro lado, se cuestiona si los animales con acceso al CF mantienen buenas ganancias luego del destete o si la diferencia obtenida disminuye producto de un efecto compensatorio. Si los animales que tuvieron acceso al CF continúan con suplementación pos-destete y en una pastura de buena calidad que permita ganancias de aproximadamente 500 gramos diarios hasta la terminación, esta diferencia se mantiene (Pacola y col., 1977). Pero para nuestros sistemas criadores, es más interesante el impacto en la hembra y futura reposición, para las cuales se ha observado un impacto del CF en el mediano plazo. Terneras con acceso a CF alcanzaron la pubertad a una edad más temprana (Guggeri y col., 2014). La precocidad de las vaquillonas permite reducir la duración de la recría, período improductivo durante el cual la ternera crece y se desarrolla hasta alcanzar su madurez sexual (pubertad). Este período posee costos, por lo tanto, cuanto más corto sea mayor será el retorno económico (Soares de Lima y Montossi, 2012). El impacto del CF sería aún mayor en sistemas que realizan entores tempranos (13-15 meses), explicándose esto por dos motivos: 1) las terneras podrían ingresar a la recría con un mayor peso, implicando así un menor esfuerzo en términos de ganancias diarias para llegar al peso de entore (Viñoles, 2016) y 2) al favorecerse la precocidad de las vaquillonas, les permitirá llegar a la temporada de servicios ciclando regularmente. Como ha sido sugerido por varios trabajos, cuantos más ciclos estrales previos mayor será la probabilidad de concepción temprana durante el primer servicio (Byerley y col., 1987; Snelling y col., 2012; Wiltbank y col., 1985).

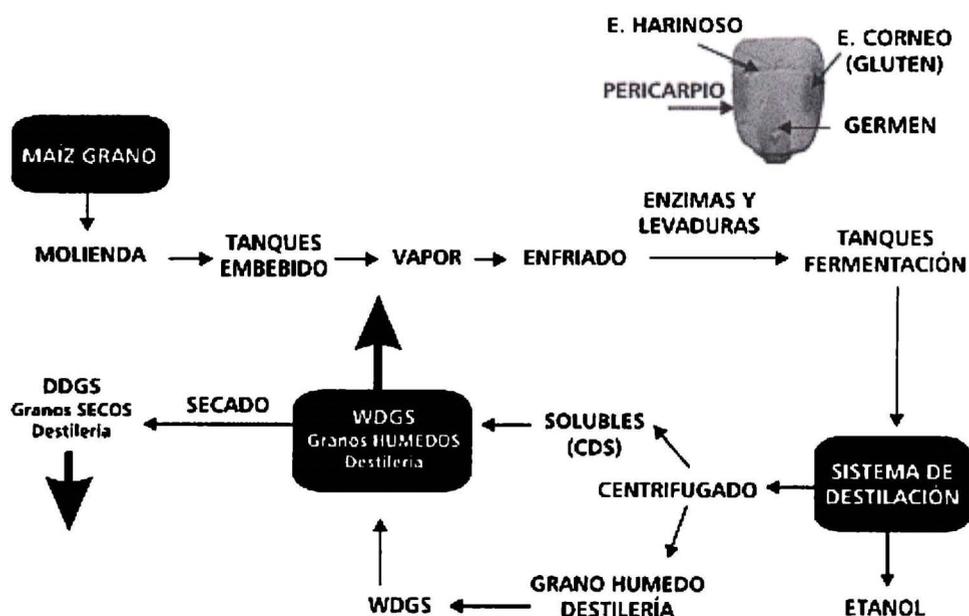
**Cuadro 3.** Resumen de las experiencias nacionales del impacto del Creep Feeding (CF, con CF (+CF) y sin CF (-CF)) en el peso al destete.

Suplemento	Nivel de suplementación	Peso al destete (Kg)		Diferencia (Kg)	Tratamiento asociado	Referencias
		+CF	-CF			
Ración comercial 18,0% PC	1% peso vivo	144	127	17	Carga alta	Betancurt y col. 2011
Ración comercial 18,0% PC	1% peso vivo	150	132	18	Carga baja	Betancurt y col. 2011
Ración comercial 18,4% PC	1% peso vivo	191	153	38	-DT	Bentancor y col. 2013
Ración comercial 18,4% PC	1% peso vivo	185	146	39	+DT	Bentancor y col. 2013
Ración comercial 19,0% PC	1% peso vivo	167	146	21	-	Simeone y col. 2015
Ración comercial 19,0% PC	Ad libitum	201	146	55	-	Simeone y col. 2015
Ración comercial 21,0% PC	Ad libitum	169	144	25	Carga alta	Michelena y col. 2010
Ración comercial 21,0% PC	Ad libitum	185	150	35	Carga baja	Michelena y col. 2010
Ración comercial 23,0% PC	1% peso vivo	160	138	22	Carga alta	Viñoles y col. 2013
Ración comercial 23,0% PC	1% peso vivo	172	144	28	Carga baja	Viñoles y col. 2013
Ración balanceada 18%PC	1% peso vivo	186	170	16	-	Menoni d' Oliveira y Ustra. 2015
Afrechillo de arroz 15,6% PC	Ad libitum	170	169	1	-DT	Viñoles y col. 2016
Afrechillo de arroz 15,6% PC	Ad libitum	152	155	-3	+DT	Viñoles y col. 2016
Sal comercial 18,0% PC	Ad libitum	141	172	-31	-DT	Alvarez y col. 2017
Sal comercial 18,0% PC	Ad libitum	132	159	-27	+DT	Alvarez y col. 2017
Afrechillo de arroz 21,0% PC	Ad libitum	159	172	-13	-DT	Alvarez y col. 2017
Afrechillo de arroz 21,0% PC	Ad libitum	147	159	-12	+DT	Alvarez y col. 2017

### 2.7.2.9 Nueva alternativa para el Creep Feeding: granos secos de destilería con solubles (DDGS)

Con el incremento de la producción de etanol como biocombustible, la disponibilidad de cereales para la producción ganadera está disminuyendo (Gottschalk, 2007). Este escenario determina que exista una mayor disponibilidad de subproductos de la industria del etanol, los cuales pueden presentarse como WDGS por su sigla en inglés, wet distiller's grains with solubles (granos de destilería con solubles húmedos) con 30% de materia seca o como DDGS, distiller's dried grains with solubles (granos secos de destilería con solubles) con un 90% materia seca (USGC, 2012b).

El DDGS es un subproducto de los granos de cereales fermentados de la producción de etanol (USGC, 2012a). Los mismos se obtienen mediante secado de los residuos a partir de diversos ingredientes ricos en almidón, siendo el maíz y el sorgo las principales materias primas. Dicho proceso (producción de etanol) consta de 5 fases (Figura 8): 1) selección, limpieza y molienda del grano; 2) sacarificación o paso del almidón a glucosa mediante la utilización de levaduras apropiadas; 3) fermentación de la glucosa para producir etanol (cada molécula de glucosa produce 2 moléculas de etanol y 2 de CO<sub>2</sub>); 4) destilación del etanol mediante proceso de vaporización por calentamiento, y 5) recogida de los residuos y secado de los mismos con aire caliente hasta un 10-12% de humedad, para su posterior comercialización en forma de gránulo (De Blas y col., 2007).



**Figura 8.** Esquema del proceso de destilería para la producción de etanol y subproductos de destilería.

**Fuente.** Adaptado de Erickson y col., 2007.

Las características bromatológicas encontradas en el DDGS permiten clasificarlo como de buen valor nutricional, debido a su alto contenido de proteína cruda (25-32%) y fósforo (>0,7%), excelente fuente de proteína no degradable (PNDR), altamente palatable, con un valor energético de 2,8 Mcal/kg y con una mejor

eficiencia de conversión comparado con el grano original húmedo (WDGS) (USGC, 2012b). Los granos de destilería pueden remplazar las fuentes de proteína en la dieta del ganado ya que cuando el almidón es fermentado para producir el etanol, la fibra, la proteína y la grasa se concentran aproximadamente tres veces (Klopfenstein y col., 2008). Así es que el contenido en grasa de los residuos de destilería es alto (en torno al 5-10%) de carácter insaturado (56% de ácido linoleico), y el proceso de hidrólisis y secado posterior al que se somete el producto original aumenta la concentración de ácidos grasos libres. Por ello, la acidez oleica es alta pero no indicativa de deterioro o enranciamiento (De Blas y col., 2007). Pero a efectos de evitar que esos altos valores de grasa depriman la función ruminal, las raciones deben mantener niveles de grasa inferiores al 5% de la MS (excluyendo la grasa de bypass) (Clariget y La Manna, 2016). A pesar de que la fibra aportada por el DDGS es altamente digestible y parece ser una buena fuente de energía para la vaca, no es considerada fibra efectiva por el bajo tamaño de partícula, por lo que no puede ser remplazada la fibra del forraje (Hippen y García, 2012).

A pesar de dichas propiedades, siempre es importante obtener un análisis de nutrientes real de los subproductos a usarse, debido a que su contenido puede variar ampliamente (USGC, 2012a). Las causas de dicha variación están dadas por la calidad del producto inicial y las condiciones del proceso (temperaturas y tiempo de cocción, destilación, deshidratación y granulado), el alto contenido de grasa (ácidos grasos insaturados), de fibra detergente neutra y el bajo contenido de lignina, así como posibles problemas en la digestibilidad de la proteína, debido a daño térmico (Macayaquirós y Rojas-bourrillón, 2009). El aporte proteico en el DDGS de maíz es aproximadamente de un 27 a 30%, pero un porcentaje de esas proteínas no presentan degradabilidad debido al calor aplicado durante los procesos de fermentación, destilación y secado. La reducción de la degradabilidad de la proteína es detectada por la importante presencia del nitrógeno en forma insoluble en detergente ácido (ADIN, acid detergent insoluble nitrogen), que consiste en una forma indisponible para el metabolismo animal (USGC, 2012a).

El ADIN es común en los alimentos como los subproductos de destilería que han sido obtenidos a partir de tratamientos térmicos en condiciones de humedad, ya que dichos alimentos pueden haber sufrido reacciones de Maillard, que incrementan los valores de ADIN (McDonald y col., 2006). El incremento en el ADIN está inversamente relacionado con la digestibilidad (McDonald y col., 2006). Este nitrógeno no solo no es degradado a nivel ruminal, sino que tampoco lo haría en ninguna parte del tracto digestivo. Por éste motivo es importante evaluar las cantidades de ADIN en aquellos alimentos que fueron sometidos al calor, y de esta forma estimar correctamente el valor nutritivo de los alimentos (Mieres, 1996). La cantidad de ADIN se expresa como PC - FDA (ADIN - PC), o sea proteína cruda ligada a fibra detergente ácida. Esta proteína ligada a fibra expresada como porcentaje de la proteína total también es conocida como proteína insoluble o indisponible (PCI) (Mieres, 1996). Los valores que se obtienen de ADIN pueden ser tenidos en cuenta al momento de valorar si los alimentos han sufrido pérdidas de valor nutritivo por calentamiento:

- ADIN > 12% del nitrógeno total, se produce una reducción de la digestibilidad de la proteína por calentamiento.
- ADIN > 15% del nitrógeno total, intenso calentamiento, con pérdidas considerables de nitrógeno en alimento (Cozzolino, 1994).

Posterior al cálculo de la PCI, se recomienda calcular que porcentaje de la proteína cruda está disponible (PCD) y con ese valor realizar la formulación de las raciones (Mieres, 1996).

En cuanto a los minerales, el DDGS es bajo en calcio pero alto en fósforo y azufre. Este alto nivel de fósforo es debido a la hidrólisis de fito-fósforo durante la fermentación. Teniendo esto en cuenta, se ha sugerido que la suplementación de fósforo inorgánico puede reducirse o eliminarse con una dieta que contenga niveles adecuados de DDGS (Mjoun y col., 2008). En cuanto al azufre, si se consume más del 0.4% de azufre del alimento (con base en materia seca) y el agua, puede ocurrir polioencefalomalacia en el ganado. Además, el azufre interfiere con la absorción y metabolismo del cobre, lo cual empeora en presencia del molibdeno. Por lo tanto, en zonas geográficas en las que se encuentran niveles altos de azufre en los forrajes y en el agua, será necesario reducir el nivel de DDGS que se añade (USGC, 2012a). El nivel de estos minerales debe ser monitoreado en la ración que va a ser suministrada a los animales para lograr un correcto balance.

#### **2.7.2.9.1 Usos de los granos secos de destilería con solubles**

Debido a las características nutricionales mencionadas, se ha reportado que el DDGS constituye un excelente suplemento energético y proteico para animales pastoreando forrajes de baja calidad (USGC, 2012a), pero con la salvedad de ser más barato que el maíz u otras fuentes de proteína. A su vez, al utilizarlo no existe riesgo de que el almidón produzca un descenso en la digestibilidad del forraje (Murillo y col., 2016). Esto puede afectar positivamente el ambiente del rumen y reducir la incidencia de acidosis, alteración que se observa comúnmente en el ganado de carne.

Existen varios estudios que han comprobado los beneficios del uso de DDGS en el ganado (Islas y Soto-Navarro, 2011; Murillo y col., 2016). En Estados Unidos, el ganado de engorde en finalización es alimentado con éxito hasta con el 40% de DDGS de la materia seca de la ración, en sustitución del maíz en grano. A su vez, se observó que el valor de energía neta de ganancia del DDGS para ganado de engorde fue 21% más alta que el del maíz rolado en seco (Ham y col., 1994). Estudios más recientes (Murillo y col., 2016) observaron que al incluir el DDGS de maíz en la suplementación, se incrementa la ganancia diaria, la conversión del suplemento, el consumo, la digestibilidad aparente, la degradación ruminal, los patrones de fermentación ruminal así como las concentraciones de glucosa y urea nitrogenada. El mayor índice de conversión se obtuvo con la suplementación a razón del 0,25 % del peso vivo (Murillo y col., 2016). La grasa suplementaria que presenta el DDGS puede mejorar la reproducción en los rodeos que experimentan tasas de gestación sub-óptimas (menos del 90%). La alimentación con suplementos con perfiles similares de ácidos grasos al del aceite de maíz, los cuales se encuentran en el DDGS), mejoraron las tasas de gestación (Loy y Miller, 2002).

En Uruguay la información relacionada con el uso de DDGS en ganado bovino para carne es escasa. La eficiencia de conversión y el valor alimenticio (obtenido dividiendo el porcentaje de mejora en eficiencia de conversión por el porcentaje de inclusión) para el DDGS de maíz, fueron reportados en una revisión bibliográfica sobre su uso (Elizalde y Riffel, 2012). De dicho análisis surge que el reemplazo del grano de maíz por DDGS puede mejorar la eficiencia de conversión (5 – 10 %), dependiendo

de su porcentaje de inclusión. En cuanto al valor alimenticio del DDGS, se indica un 15% de mejora en la eficiencia de alimentación cuando se reemplazan niveles intermedios de maíz (30 – 40% de la MS de la ración). En niveles de inclusión inferiores (10 – 20%) el valor alimenticio es similar al maíz o levemente superior (5%), mientras que por encima de 40% el valor se reduce al 91 % del grano de maíz (Elizalde y Riffel, 2012). Esta respuesta, como fue mencionado anteriormente, podría estar asociada con las características de este subproducto, siendo que los granos de destilería poseen un elevado contenido de fibra digestible y grasa, y una escasa cantidad de almidón. La mejora en la eficiencia de alimentación cuando se reemplaza maíz por DDGS en niveles bajos e intermedios (hasta 40% de la ración en base seca) también podría deberse a una reducción en la acidosis subclínica (Erickson y col., 2007), la cual reduce la ganancia de peso y la eficiencia de conversión (Stock y col., 1990).

En cuanto a las experiencias nacionales en el uso de DDGS con terneros, existen datos utilizando DDGS de sorgo en terneros de destete precoz a corral (Simeone y col., 2016). Sin embargo, las recomendaciones actuales en cuanto al uso del DDGS de maíz se basan en información generada en el extranjero. En este sentido, si bien la tecnología de las plantas de producción nacional o regional es similar a la utilizada en otras partes del mundo, se ha descrito una variabilidad en el proceso de producción entre plantas, así como en la materia prima utilizada (diferencias entre híbridos, efecto del ambiente) (Belyea y col., 2010); lo cual generaría subproductos con cierto grado de variación asociado a las características locales de producción. Es por esto, que si bien la información externa es de utilidad, es importante avanzar en materia de investigación a nivel nacional a fin de generar información de valor para el productor ganadero, asesores técnicos y empresas relacionadas con la nutrición animal, caracterizando nutricionalmente al DDGS producido regionalmente, y avanzando en la evaluación de la respuesta animal al incluir estos subproductos en dietas en sistemas de CF.

### **3 HIPÓTESIS**

La suplementación de los terneros con DDGS molido de maíz, por medio del sistema Creep Feeding, mejora sus tasas de ganancias de peso durante la lactancia y evita la reducción en las mismas al realizar el destete temporario. El uso de la suplementación asociada al destete temporario de los terneros permite adelantar la concepción y aumentar la preñez de las vacas.

### **4 OBJETIVOS**

#### **4.1 Objetivo General**

Evaluar el impacto de la alimentación diferencial de terneros con DDGS molido de maíz, sometidos o no a destete temporario, sobre sus tasas de crecimiento y la eficiencia reproductiva de las vacas.

#### **4.2 Objetivos Específicos**

Evaluar los efectos de la suplementación diferencial del ternero al pie de la madre y el destete temporario sobre:

- 1) La tasa de ganancia diaria y el peso al destete de los terneros.
- 2) La evolución de peso y de la condición corporal de las vacas.
- 3) Momento de concepción y porcentaje de preñez final de las vacas.

## **5 MATERIALES Y MÉTODOS**

### **5.1 Protocolo**

El experimento contó con la aprobación de la Comisión de Ética en el Uso de Animales de Experimentación de INIA (CEUA) con el número de expediente INIA 2014.31b.

### **5.2 Duración y ubicación**

El experimento comenzó el 9 de diciembre del 2015, con un período de acostumbramiento de 10 días y finalizó el 18 de marzo del 2016. Fue realizado en la Unidad Experimental Glencoe de INIA Tacuarembó, ubicado en el Departamento de Paysandú, (latitud S 32° 00' 24"; longitud O 57° 08' 05", a 108 metros de altitud) perteneciente al Instituto Nacional de Colonización, (Padrón N°8699) sobre suelos de Basalto.

### **5.3 Animales**

Se utilizaron 104 vacas Hereford (29 primíparas, 23 de segunda cría y 52 multíparas), y sus terneros con  $73 \pm 1,5$  días de edad. El peso vivo inicial de las vacas fue  $495 \pm 45$  kg con una condición corporal promedio de  $5,1 \pm 0,9$  (escala 1 - 8; Vizcarra y col., 1986). El peso promedio de los terneros al inicio del experimento fue de  $95,6 \pm 16,6$  kg. El entore duró 62 días, comenzando el 9 de diciembre de 2015 y finalizando el 9 de febrero de 2016, y se utilizó un toro Hereford (en total 4 toros) por tratamiento, de similar edad y con previa evaluación reproductiva.

### **5.4 Diseño experimental**

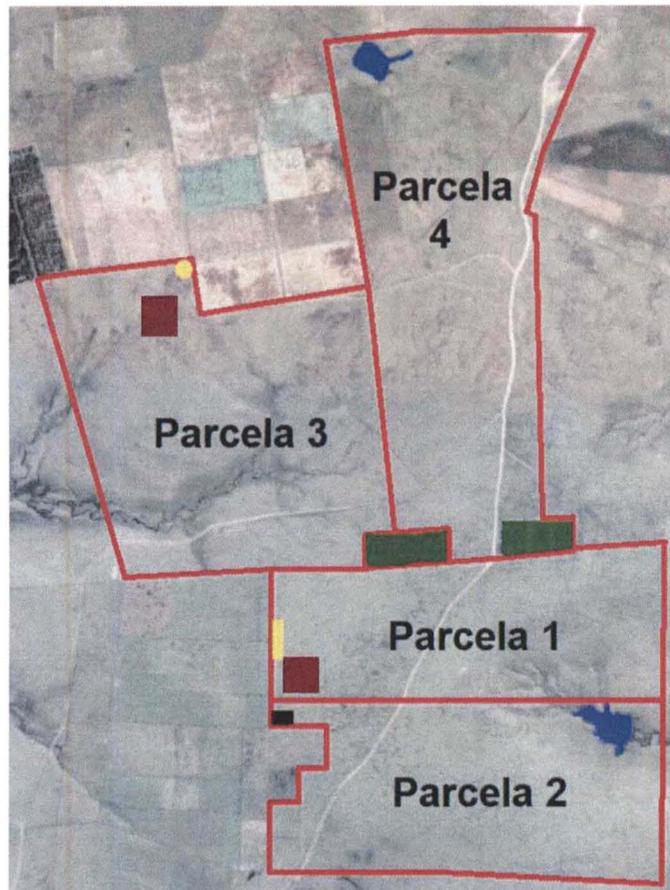
El diseño experimental fue en parcelas divididas en bloques completos al azar, con dos repeticiones, la parcela grande estuvo determinada por la suplementación (con y sin CF). En las parcelas 1 (24,01 ha) y 3 (27,45 ha) se delimitó un área de suplementación para los terneros, permaneciendo las parcelas 2 (34,04 ha) y 4 (37,85 ha) sin área de suplementación (Figura 9). En cada parcela grande se formaron dos grupos de terneros, a los cuales se les aplicó o no el DT con tablilla nasal, constituyéndose así la parcela chica. Como resultado se formaron cuatro grupos experimentales:

Sin CF sin DT (-CF-DT; n=27)

Sin CF con DT (-CF+DT; n=24)

Con CF sin DT (+CF-DT; n=27)

Con CF con DT (+CF+DT; n=27)



**Figura 9.** Plano detallando la división de las cuatro parcelas en la Unidad Experimental Glencoe. Los cuadrados marrones representan la ubicación del área de suplementación, en azul: aguadas naturales; en amarillo: bebederos; en verde: sombra natural y en negro: sombra artificial.

## 5.5 Infraestructura y suplementación

El CF, área con comederos que permite únicamente el acceso a los terneros, fue desarrollado en base a los principios propuestos previamente (Carreras, 2012). El área de suplementación fue ubicada cerca del agua y de la sombra, teniendo en cuenta los lugares que normalmente el ganado frecuenta durante el verano. Para su confección, se creó un rectángulo con postes de madera uniéndolos con una tabla horizontal a unos 70 cm del suelo y piques verticales cada 40 cm (Figura 10). En el interior de dicha área se colocaron 5 comederos de plástico (tanques de 200 litros cortados a lo largo), bajo un pequeño techo de dos aguas construido con chapa de zinc con el fin de proteger la ración del agua de lluvia. Por encima de todo se colocó una malla sombríte con el objetivo de crear un área con sombra más confortable, que durante el período de suplementación (verano) estimulara la permanencia de los terneros en dicha área. Al lado del área del CF se colocó un salero para las vacas, donde se las suplementó *ad libitum* con suplemento tradicional 11/12 (Sales Torrevieja) compuesto por: Fosfato Bi cálcico, Carbonato de Calcio y Magnesio, Oxido férrico, Sulfato de Cobre, Sulfato de Cobalto, Yodato de Potasio, Sulfato de Zinc, Selenito de Sodio. La reposición del suplemento mineral se realizó siempre por la mañana y tratando de que diariamente existiera disponibilidad del mismo. La única finalidad de la suplementación de las vacas con sal mineral fue para que frecuentaran el área del CF y con ellas sus terneros. Para evitar cualquier interferencia con los resultados, las 4 parcelas experimentales contaron con saleros.



**Figura 10.** Creep Feeding de la parcela 1 con el salero para las vacas a su derecha.

La suplementación de los terneros se realizó desde el comienzo del entore hasta el destete definitivo (98 días), con DDGS de maíz molido al 40% de la dieta en forma diaria (siendo el 100% el consumo potencial de esos terneros). Para determinar el porcentaje de inclusión del DDGS en la dieta se testaron distintos niveles de inclusión (20%, 30% y 40% de la dieta) hasta determinar el porcentaje que sumado al aporte lácteo permitiera cubrir los requerimientos de energía metabolizable y proteína cruda para una ganancia de 1,200 kg/día. La producción y composición de la leche fueron estimadas a partir de mediciones realizadas en experimentos previos en el rodeo de cría de la unidad experimental, durante los primeros 120 días de lactancia. Se estimó que los terneros complementarían la dieta con forraje, de forma de cubrir los requerimientos totales de energía y proteína. Se ajustó la cantidad de suplemento cada 2 semanas, según el peso vivo y cálculo de requerimientos del NRC (2001). Pevio al inicio de la suplementación, durante 7 días, se enseñó a comer a 6 terneros juntos a sus madres (acostumbradas a la suplementación con concentrados), para posteriormente ser introducidos en sus respectivos grupos de CF. Al resto de los terneros de los grupos con CF, se les administró un puñado de suplemento en la boca, para que saborearan el mismo. El período de acostumbramiento duró 10 días, comenzando con 100 gramos y llegando al día 10 a los 700 gramos por ternero. El suplemento fue brindado siempre por la mañana, inclusive los días de lluvia. Se repuntaron al área de suplementación todas las vacas y sus terneros durante al menos 15-20 días para favorecer el aprendizaje.

## **5.6 Destete temporario**

Se realizó DT 14 días después del comienzo del entore, durante 15 días, desde el 23 de diciembre hasta el 7 de enero, mediante la aplicación de tablillas nasales de plástico y con la permanencia de los terneros al pie de la madre. Se colocó la tablilla nasal a la mitad de los terneros de cada una de las 4 parcelas experimentales, teniendo la precaución de que tuvieran un peso superior a los 70 kg, y que quedaran distribuidos uniformemente por sexo y fecha de nacimiento.

## 5.7 Sanidad

Se procedió de acuerdo al calendario anual del Programa Nacional de Investigación en Producción de Carne y Lana de la Unidad Experimental Glencoe de INIA Tacuarembó. El plan sanitario consistió en la dosificación con un anti parasitario (Levamisol) y vacunaciones: Fiebre Aftosa, Queratoconjuntivitis y Clostridiales

## 5.8 Esquema de actividades y determinaciones

El esquema de trabajo propuesto para la realización del experimento se detalla en la figura 11.

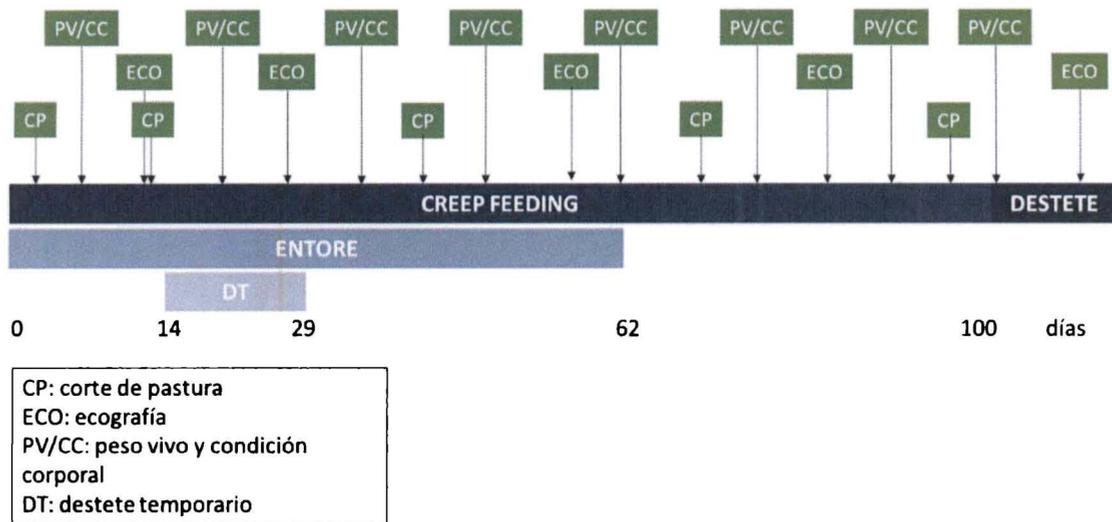


Figura 11. Esquema de actividades realizadas durante el experimento

### 5.8.1 Determinaciones en la pastura

El pastoreo continuo fue realizado en un área de campo natural representativa de la zona de Basalto, perteneciente al ecosistema *Campos* (Allen y col., 2011).

La disponibilidad de forraje fue evaluada 10 días previos al inicio del experimento y cada cuatro semanas, coincidiendo la última medición con el fin del experimento. Para su estimación (en materia seca) se utilizó un sistema de calibración basada en una escala equidistante del 1 al 5 que se ajustó según la biomasa de forraje de cada potrero, donde 1 representó la menor disponibilidad y 5 la mayor disponibilidad (Haydock y Shaw, 1975). Para cada punto de la escala, se realizaron dos muestreos por parcela utilizando cuadros de 20 x 50 cm, y se realizaron cinco mediciones de altura por cuadro antes de realizar el corte al ras del suelo con tijera eléctrica. Una vez definidos los puntos de la escala, se recorrió cada potrero tirando el cuadro 100 veces, cada 20 pasos, siguiendo el trazado de líneas diagonales imaginarias en cada potrero, para determinar la frecuencia de los puntos de la escala en cada potrero. Posteriormente, fue registrado el peso húmedo y el peso seco de cada corte, para calcular el porcentaje y el total de materia seca (MS). Para eso, las muestras fueron secadas individualmente en estufa, a 60°C hasta peso constante (aproximadamente 48 h). Para los dos cortes de cada escala, se estimó el porcentaje de materia seca (% MS), creándose una ecuación de regresión lineal que permitió estimar la cantidad de MS/ha en todo el potrero, según la técnica de doble muestreo

(Haydock y Shaw, 1975).

### 5.8.1.1 Evolución de la asignación de forraje

La asignación de forraje inicial fue superior a los 8 kg MS/kg PV, según el método de Sollenberger y col. (2005), para todas las parcelas y no se realizaron ajustes posteriores. Teniendo en cuenta que el período experimental fue extenso, se calculó la evolución mensual de la asignación de forraje (kg MS/kg PV por ha) a efectos de comprobar que en ningún momento la misma haya sido limitante (menor a 3,31 kg MS/kg PV) (Sollenberger y col., 2005).

### 5.8.1.2 Valor nutritivo de las pasturas

Las muestras de MS fueron molidas en INIA Tacuarembó y se enviaron al Laboratorio de Nutrición Animal de INIA "La Estanzuela", donde se determinaron los porcentajes de proteína cruda (PC), fibra neutro detergente (FDN) y fibra ácido detergente (FDA).

### 5.8.2 Determinaciones del valor nutritivo del concentrado

Se extrajeron dos muestras representativas de 40 g aproximadamente, y se enviaron al Laboratorio de Nutrición Animal del INIA "La Estanzuela", donde se determinaron los porcentajes de proteína cruda (PC), fibra ácido detergente (FDA), nitrógeno adherido a fibra (ADIN) y extracto etéreo (EE) (Cuadro 4).

Es importante tener en cuenta los valores de ADIN (nitrógeno insoluble en detergente ácido) valor que permite estimar la cantidad de nitrógeno que no está disponible para su degradación a nivel ruminal e intestinal (Mieres, 1996). Utilizando la metodología publicada por Mieres, (1996),  $\% \text{PCD} = \% \text{PC} \times [100 - (\text{ADIN} - \text{PC} - 12\%)] / 100$ , se calculó el valor de proteína cruda disponible (PCD) para las dos muestras (Cuadro 4).

**Cuadro 4.** Composición química de los granos secos de destilería con solubles (DDGS) de maíz. Se presentan los porcentajes de proteína cruda (PC (%)), fibra ácido detergente (FDA (%)), nitrógeno adherido a fibra (ADIN (%)), extracto etéreo (EE (%)) y proteína cruda disponible (PCD (%)), en las dos muestras obtenidas (1 y 2)

Muestras	PC (%)	FDA (%)	ADIN-PC (%)	EE (%)	PCD (%)
<b>Ración DDGS Maíz (1)</b>	32,1	23,0	40,8	10,8	22,8
<b>Ración DDGS Maíz (2)</b>	31,7	22,7	41,2	10,8	22,4

### 5.8.3 Determinaciones en los animales

#### 5.8.3.1 Peso vivo

Todos los animales fueron pesados al inicio del experimento y cada 14 días

hasta el final del período experimental. Los pesos se registraron siempre por la mañana, para minimizar el efecto del llenado, respetando el orden de los grupos y utilizando la misma balanza (True-test GR 3000, Muñoz y Arquero, Montevideo, Uruguay). Se calculó la ganancia diaria promedio entre mediciones de peso vivo.

### **5.8.3.2 Condición Corporal**

Coincidiendo con la medición del peso vivo de los animales se determinó la condición corporal de todas las vacas por apreciación visual, utilizando el método de Vizcarra y col. (1986), escala de 1 – 8 (1 = animal emaciado y 8 = animal con exceso de grasa). La evaluación fue realizada siempre por la misma persona.

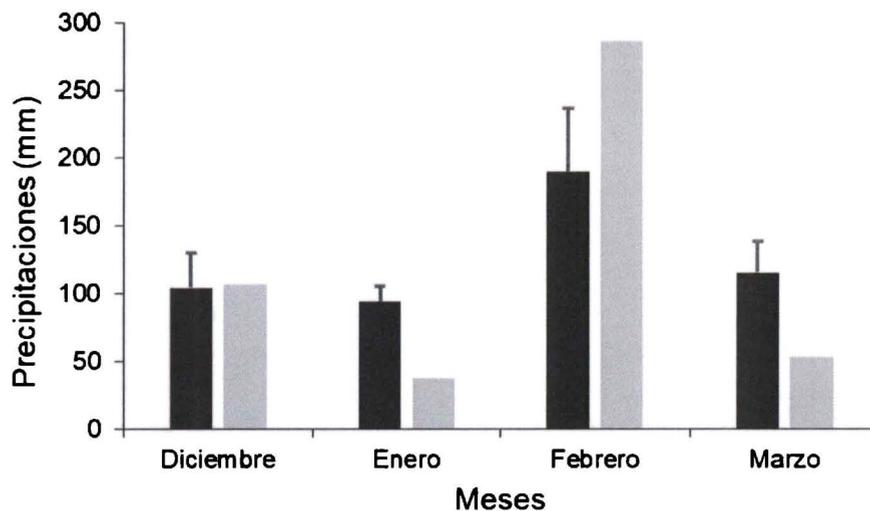
### **5.8.3.3 Diagnóstico y edad gestacional**

Las ecografías fueron realizadas utilizando un ecógrafo Agroskan con un transductor lineal dual de 5,0/7,5 MHz de uso transrectal (Biotay SA, Montevideo, Uruguay) al momento de colocar y de retirar la tablilla nasal a los terneros y a partir de allí cada 30 días hasta el final del experimento. Se realizó el diagnóstico de gestación y se determinó la edad de los embriones/fetos. Utilizando la edad gestacional se calculó la fecha de concepción (fecha del diagnóstico de gestación – edad gestacional), y con dicha fecha se determinó el momento de concepción, definido como los días desde el inicio del servicio en que la vaca quedó preñada.

## **5.8.4 Registros meteorológicos**

### **5.8.4.1 Precipitaciones**

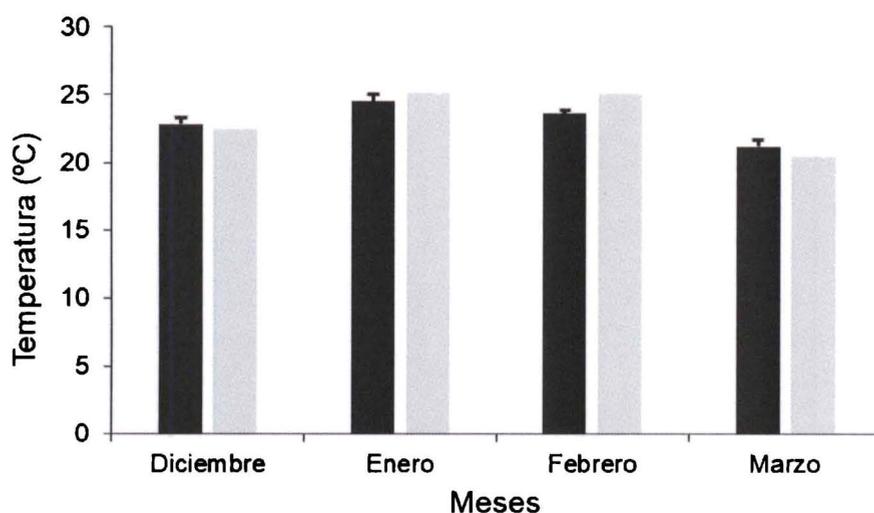
Durante todo el período experimental se registraron las precipitaciones (diciembre-marzo), realizándose de forma manual por medio de un pluviómetro, ubicado a 2,5 km del área experimental. En la Figura 12 se compara con los registros promedio de la estación Glencoe desde 2002.



**Figura 12.** Representación del promedio de precipitaciones desde el año 2002 (barra negra) y el registro durante el período experimental (barra gris).

#### 5.8.4.2 Temperatura

La temperatura promedio durante el período experimental fue registrada utilizando un termómetro grado Celsius de la Estación Automática-Campbell. En la Figura 13 se puede observar la comparación entre el histórico mensual de la estación desde el año 2009 y los registros durante el período experimental.



**Figura 13.** Representación del promedio de temperaturas mensuales desde 2009 (barra negra) y el registro durante el período experimental (barra gris).

#### 5.8.5 Registros diarios

Se registraron todas las actividades realizadas, así como cualquier situación particular que se observó durante el período experimental (acidosis, temporal, lluvia). Diariamente se juntó el rechazo de suplemento que se pesó cuando no estaba mojado.

### 5.8.6 Análisis estadístico

Las variables continuas (disponibilidad de MS, altura del forraje, asignación de forraje, peso de los terneros y las vacas, condición corporal de las vacas, ganancia de peso diaria de los terneros) fueron analizadas utilizando los procedimientos MIXED y General Linear Model (GLM) de SAS, ajustando el peso vivo (en vacas y terneros) y la condición corporal en vacas por su determinación inicial. Se evaluaron las distribuciones de los residuales mediante el procedimiento univariate y se eliminaron los datos extremos. Las comparaciones entre grupos se realizaron por análisis de varianza. Se evaluaron los efectos fijos DT, CF, observación (obs), y la triple interacción DT\*CF\*obs. El efecto aleatorio fue la parcela, y la interacción parcela\*DT anidado con la parcela.

La variable categórica (preñada/no preñada) y el momento de concepción (intervalo inicio de entore-concepción) fueron analizadas utilizando el procedimiento GENMOD de SAS y el test de supervivencia de minitab, respectivamente. Las diferencias entre medias se consideraron significativas si  $P < 0,05$  y tendencia para valores de  $P > 0,05$  y  $< 0,1$ . Todos los valores se presentan como la diferencia mínima de los cuadrados (DMC)  $\pm$  error estándar (EE).

## 6 RESULTADOS

### 6.1 Resultados en la pastura

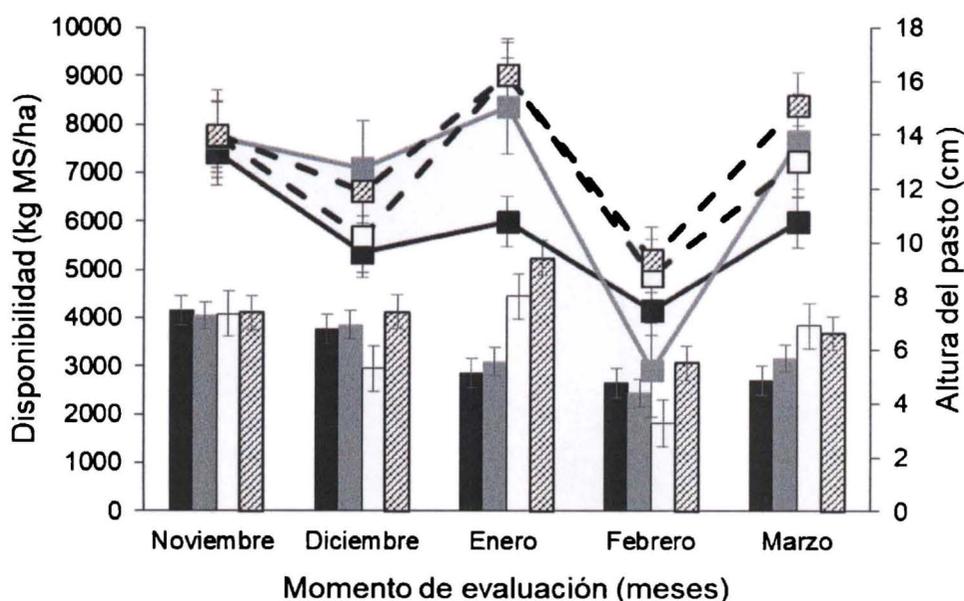
#### 6.1.1 Disponibilidad, altura y asignación de forraje

La disponibilidad, altura y asignación promedio de todo el período experimental para cada parcela se presenta en el Cuadro 5. No hubo diferencias entre parcelas en disponibilidad ( $P=0,41$ ), altura ( $P=0,50$ ), aunque se observó una tendencia para la asignación de forraje ( $P=0,09$ ).

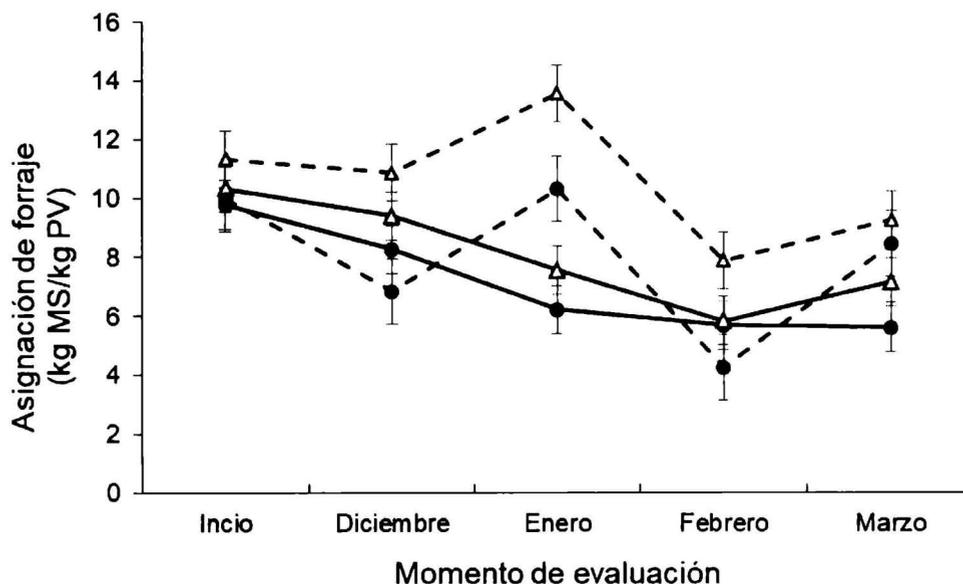
**Cuadro 5.** Disponibilidad (kg MS/ha), altura (cm) y asignación de forraje (kg MS/kg PV) promedio por parcela en todo el período experimental.

Parcela	Disponibilidad de forraje (kg MS/ha)	Altura de forraje (cm)	Asignación de forraje (kg MS/kg PV)
1	3231 ± 689	10,4 ± 2,13	6,4 ± 1,85
2	3319 ± 646	12,1 ± 3,94	7,5 ± 1,81
3	3425 ± 1058	12,5 ± 2,97	7,4 ± 2,50
4	4040 ± 793	13,3 ± 2,71	10,4 ± 2,16

En la Figura 14 se presenta la evolución de la disponibilidad (kg MS/ha) y de la altura del forraje (cm), mientras que en la Figura 15 se presenta la evolución de la asignación de forraje (kg MS/kg PV), durante el período experimental para las cuatro parcelas.



**Figura 14.** Evolución de la disponibilidad de forraje (kg MS por hectárea; barras) y de la altura del forraje (cm; líneas con cuadrados) en las 4 parcelas experimentales: parcela 1 (barra y cuadrado negros), parcela 2 (barra y cuadrado grises), parcela 3 (barra y cuadrado blancos) y parcela 4 (barra y cuadrado con rayas).



**Figura 15.** Evolución de la asignación de forraje (kg MS/kg PV) en las 4 parcelas experimentales: parcela 1 (línea continua y círculo negro), parcela 2 (línea continua y triángulo blanco), parcela 3 (línea punteada y círculo negro) y parcela 4 (línea punteada y triángulo blanco).

### 6.1.2 Valor nutritivo de las pasturas

La proteína cruda, fibra detergente neutra y fibra detergente ácida promedio de todo el período experimental para cada parcela se presenta en el Cuadro 6. No hubo diferencias entre parcelas en la composición bromatológica del forraje.

**Cuadro 6.** Proteína cruda (%), fibra neutro detergente (%) y fibra ácido detergente (%) promedio de todo el período experimental.

Parcela	Proteína cruda (%)	Fibra detergente neutra (%)	Fibra detergente ácida (%)
1	6,3±0,34	61,7±1,11	33,5±0,51
2	5,7±0,34	60,9±1,11	33,6±0,51
3	5,9±0,34	62,3±1,11	32,8±0,51
4	6,3±0,34	62,8±1,11	32,3±0,51

### 6.2 Resultados en los terneros

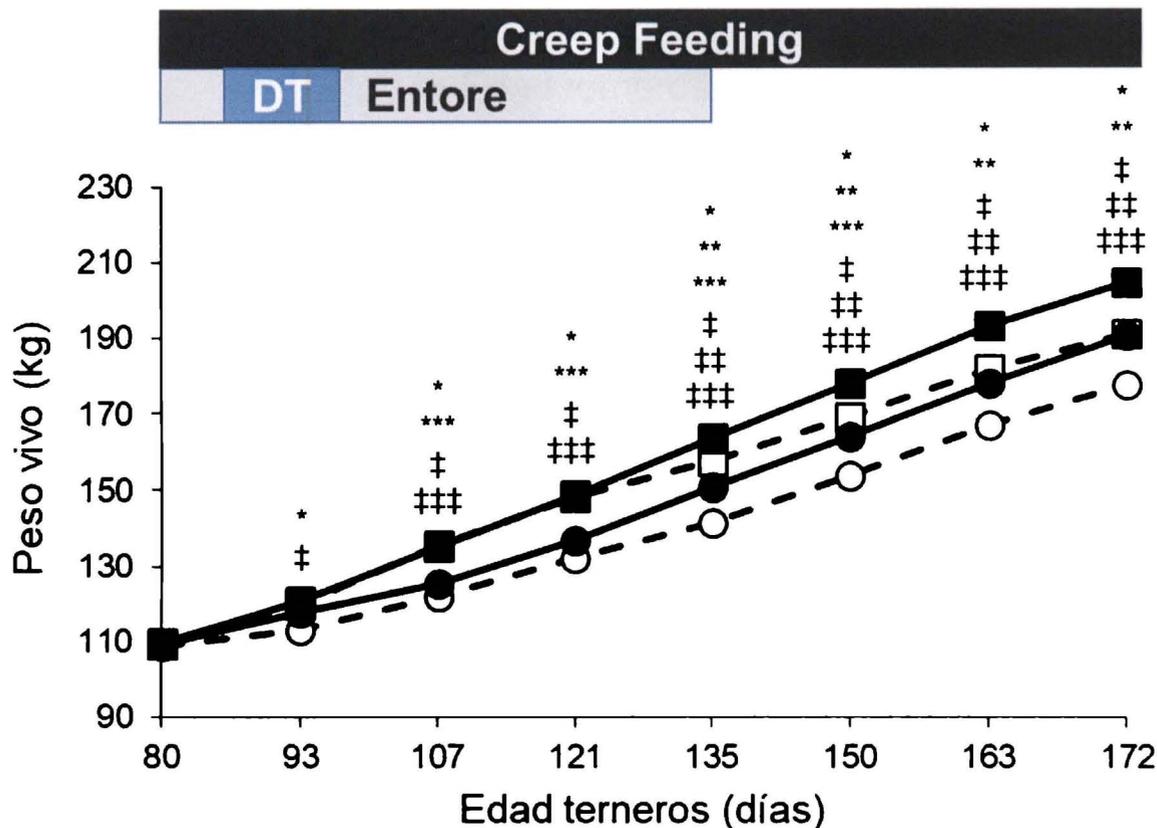
En el cuadro 7 se presenta la significancia de los factores y las interacciones consideradas en el modelo estadístico para las diferentes variables evaluadas en el experimento.

**Cuadro 7.** Significancia de los distintos factores (creep feeding= CF, destete temporario= DT y observación=obs) y sus interacciones para las variables evaluadas en el modelo estadístico. PV= peso vivo, GD= ganancia diaria, CC= condición corporal, MC= momento de concepción y preñez.

Variables	Efecto			
	CF	DT	CF*DT	CF*DT*Obs
PV terneros	<0,001	<0,01	N/S	<0,001
GD terneros	<0,0001	<0,01	N/S	<0,001
PV vacas	N/S	N/S	N/S	0,03
GD vacas	N/S	N/S	N/S	0,01
CC vacas	0,02	N/S	N/S	<0,0001
MC vacas	N/S	N/S	N/S	-
Preñez	N/S	N/S	N/S	-

### 6.2.1 Peso vivo

La evolución de peso vivo de los terneros estuvo afectada por el CF y el DT (Cuadro 7; Figura 16). A partir de los 93 días de edad los terneros -CF+DT fueron más livianos que los de los grupos +CF+DT, -CF-DT y +CF-DT (Figura 16). El efecto negativo del DT se mantuvo hasta el destete definitivo (Figura 16). El efecto del CF sobre el peso vivo comenzó a evidenciarse a partir de la cuarta medición (135 días de edad). El CF permitió un aumento de peso en los terneros sometidos a DT de tal magnitud que permitió recuperar la pérdida ocasionada por la aplicación de ésta técnica (Figura 16). Al momento del destete definitivo, los terneros +CF-DT fueron los más pesados ( $205 \pm 1,6$  kg), seguidos por los grupos -CF-DT ( $191 \pm 1,6$  kg), +CF+DT ( $190 \pm 1,6$  kg), siendo los del grupo -CF+DT los más livianos ( $178 \pm 1,7$  kg; kg) (Figura 16;  $P < 0,001$ ).



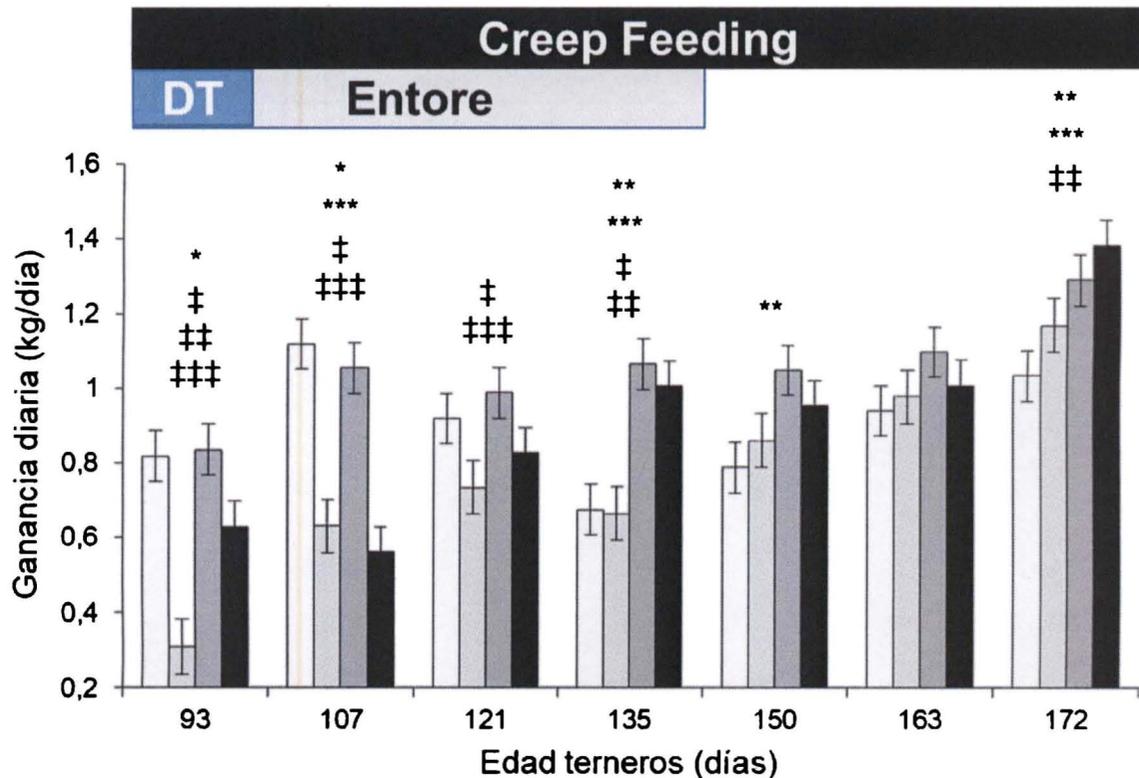
**Figura 16.** Evolución del peso vivo de los terneros en función de la edad para los grupos -CF-DT (□; n=27); -CF+DT (○; n=24); +CF-DT (■; n=27); +CF+DT (●; n=27). La barra negra muestra el período de Creep Feeding, la barra gris el período de entore y la barra azul el período de destete temporario (DT) realizado desde el día 87 al 102 de edad de los terneros. \*=Diferencia significativa entre -CF-DT vs -CF+DT. \*\*=Diferencia significativa entre -CF-DT vs +CF-DT. \*\*\*=Diferencia significativa entre -CF-DT vs +CF+DT. †=Diferencia significativa entre -CF+DT vs +CF-DT. ‡=Diferencia significativa entre -CF+DT vs +CF+DT. ††=Diferencia significativa entre +CF-DT vs +CF+DT.

### 6.2.2 Ganancia de peso vivo diaria

Los efectos CF y DT fueron significativos para la ganancia de peso vivo diaria, pero no la interacción entre ambos factores (Cuadro 7). Los terneros +CF tuvieron una mayor tasa de ganancia de peso diaria ( $0,982 \pm 0,02$  kg) respecto a los -CF ( $0,832 \pm 0,02$  kg) y los -DT ( $0,977 \pm 0,02$  kg) mayor que los +DT ( $0,837 \pm 0,02$  kg). La evolución de la ganancia de peso fue diferente entre grupos (Cuadro 7, Figura 17). El efecto del DT sobre la ganancia de peso fue más marcado a los 93 y 107 días de edad de los terneros, período de aplicación de la tablilla nasal y una vez retirada la misma, respectivamente (Figura 17). El CF permitió duplicar las ganancias diarias de peso de los terneros durante la aplicación de la tablilla (+CF+DT= $0,622 \pm 0,066$  kg/día vs -CF+DT= $0,310 \pm 0,070$  kg/día;  $P=0,001$ ). Los terneros del grupo -CF+DT aumentaron sus ganancias en la medición posterior a niveles similares a los del grupo +CF+DT, obteniéndose ganancias similares para ambos grupos (+CF+DT= $0,563 \pm 0,066$  kg/día vs -CF+DT= $0,635 \pm 0,070$  kg/día). Sin embargo, a los 121 días de edad (19 días pos retiro de la tablilla) se continuó observando efecto del DT, aunque en este caso se

observaron diferencias significativas solamente entre los grupos +CF+DT ( $0,827\pm 0,068$  kg/día) y +CF-DT ( $0,988\pm 0,068$  kg/día) (Figura 17).

A los 135 días de edad la ganancia de ambos grupos +CF (+CF-DT y +CF+DT) supera a las de ambos grupos -CF (-CF-DT y -CF+DT). En las observaciones de los días 150 y 172, se observan diferencias del grupo +CF-DT respecto al grupo -CF-DT; y en la observación del día 172 entre el grupo +CF+DT respecto de ambos grupos -CF (-CF-DT y -CF+DT; Figura 17).



**Figura 17.** Evolución de la ganancia diaria de peso de los terneros en función de la edad para los grupos -CF-DT (barra blanca; n=27); -CF+DT (barra gris clara; n=24); +CF-DT (barra gris oscura; n=27); +CF+DT (barra negra; n=27). La barra negra muestra el período de Creep Feeding (CF), la barra gris el período de entore y la barra azul el período de destete temporal (DT) realizado desde el día 87 al 102 de edad de los terneros. \*=Diferencia significativa entre -CF-DT vs -CF+DT. \*\*=Diferencia significativa entre -CF-DT vs +CF-DT. \*\*\*=Diferencia significativa entre -CF-DT vs +CF+DT. †=Diferencia significativa entre -CF+DT vs +CF-DT. ‡=Diferencia significativa entre -CF+DT vs +CF+DT. ††=Diferencia significativa entre +CF-DT vs +CF+DT.

### 6.2.3 Consumo de suplemento y eficiencia de conversión

En el Cuadro 8 se presenta el consumo de suplemento por ternero durante todo el período experimental, la diferencia de peso vivo al destete entre los tratamientos +CF vs -CF, y la eficiencia de conversión calculada como los kilos necesarios de DDGS para ganar un kilo extra de peso vivo.

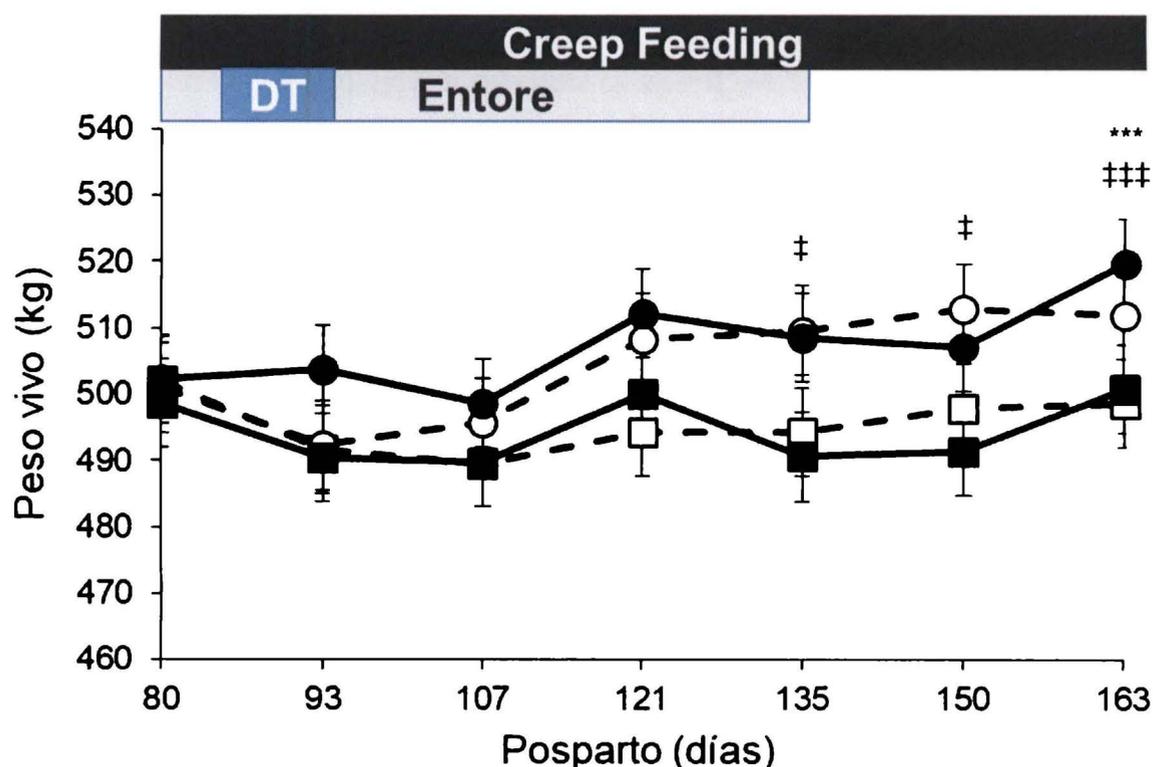
**Cuadro 8.** Consumo de suplemento (kg) por ternero para las dos parcelas con creep feeding. La diferencia en peso vivo (PV) expresada en kg al destete con su control respectivo (parcela 1 vs 2 y parcela 3 vs 4) y la eficiencia de conversión (kg de suplemento necesario para ganar un kg extra de peso vivo) y el promedio de ambas parcelas experimentales para las tres variables descritas anteriormente.

	Parcela 1	Parcela 3	Promedio
Consumo (kg)	74,038	79,486	76,762
Diferencia en PV (kg)	12,100	14,490	13,295
Eficiencia de conversión	6,12	5,49	5,80

### 6.3 Determinaciones en las vacas

#### 6.3.1 Peso vivo

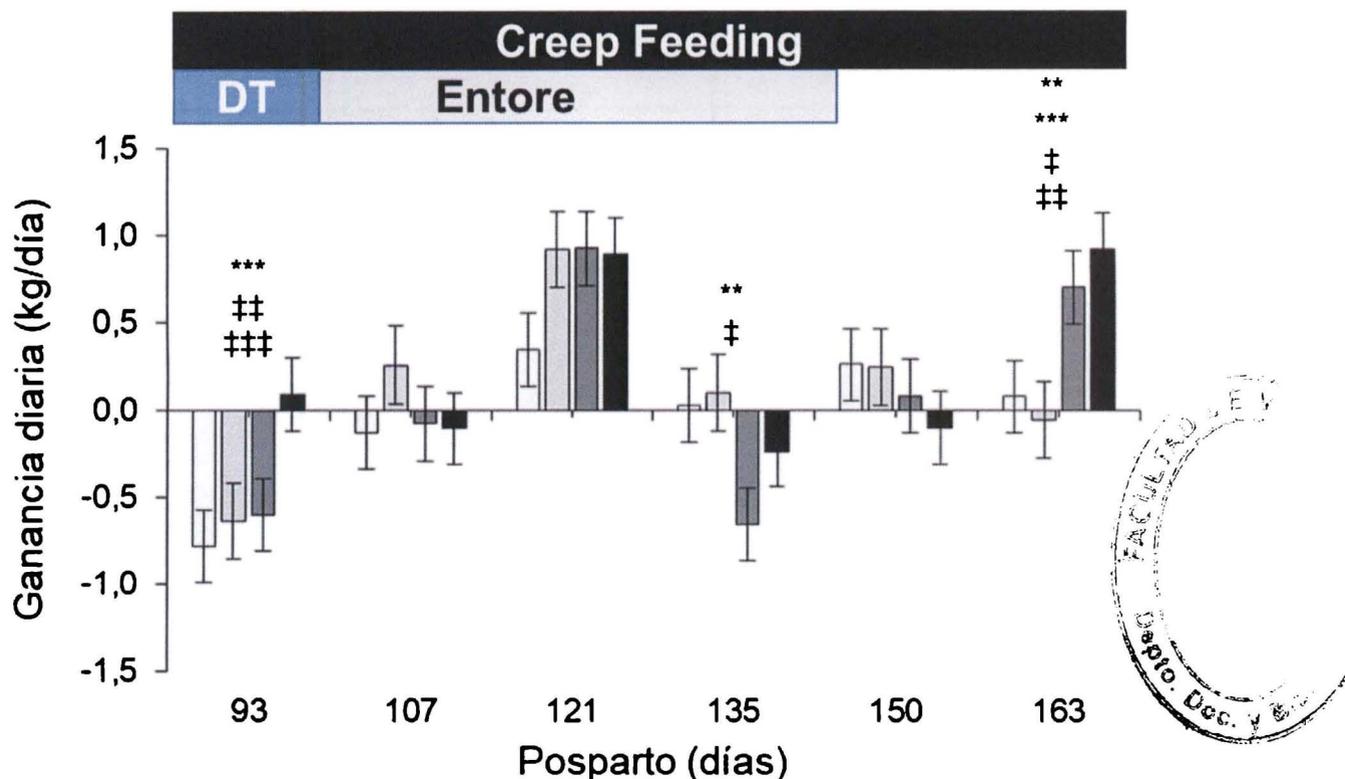
No hubo efecto del CF, DT ni de la interacción entre ambos factores en el peso vivo de las vacas (Cuadro 8). Sin embargo, la evolución del peso vivo de las vacas estuvo afectada por la interacción CF\*DT (Cuadro 8, Figura 18). Las vacas +CF+DT ( $520 \pm 6,7$  kg) finalizaron con más peso que las de los grupos -CF-DT ( $499 \pm 6,7$  kg), y +CF-DT ( $501 \pm 6,7$  kg, Figura 18). A los 135 y 150 días posparto, se detectaron diferencias puntuales entre las vacas -CF+DT con las +CF-DT (Figura 18).



**Figura 18.** Evolución del peso vivo de las vacas en función de los días posparto para los grupos -CF-DT (□; n=27); -CF+DT (○; n=24); +CF-DT (■; n=26); +CF+DT (●; n=27). La barra negra muestra el período de Creep Feeding (CF), la barra gris el período de entore y la barra azul el período de destete temporal (DT) realizado desde el día 87 al 102 posparto. \*\*\*=Diferencia significativa entre -CF-DT vs +CF+DT. †=Diferencia significativa entre -CF+DT vs +CF-DT. ††=Diferencia significativa entre +CF-DT vs +CF+DT.

### 6.3.2 Ganancia de peso vivo diaria

No hubo efecto del CF, DT ni de la interacción entre ambos factores en la ganancia de peso vivo de las vacas (Cuadro 7). La evolución de la ganancia de peso vivo estuvo afectada por el CF y el DT (Cuadro 7; Figura 19). A los 93 días posparto, y coincidiendo con el período de DT, las vacas +CF+DT obtuvieron las mayores ganancias de peso vivo respecto a los otros tres grupos (Figura 19). A los 135 días posparto las ganancias de peso vivo de las vacas de todos los grupos disminuyen marcadamente, produciéndose pérdidas de peso en los grupos +CF; diferenciándose estadísticamente las vacas +CF-DT de las -CF-DT y -CF+DT (Figura 19). A los 163 días posparto se recuperan las ganancias de las vacas de los grupos +CF, diferenciándose estadísticamente de los grupos -CF (Figura 19).

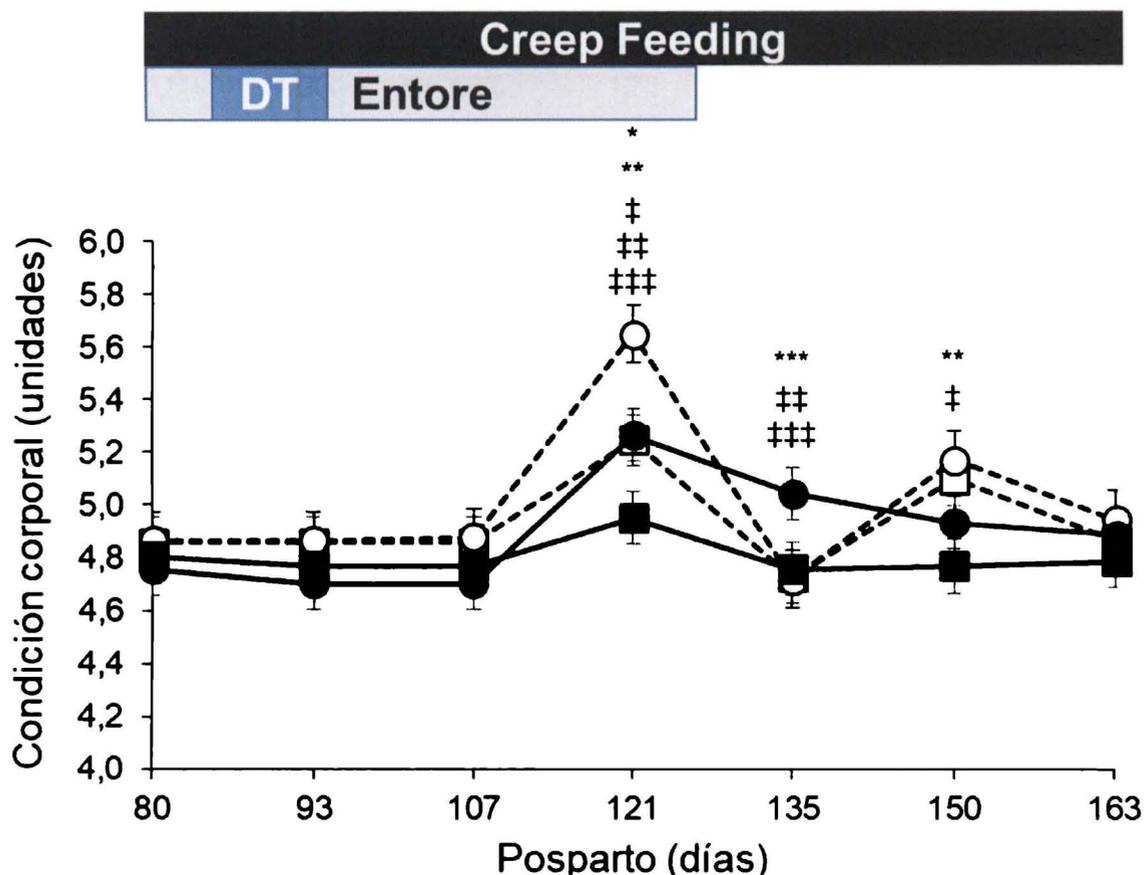


**Figura 19.** Evolución de la ganancia diaria de peso de las vacas en función de los días posparto para los grupos -CF-DT (barra blanca; n=27); -CF+DT (barra gris clara; n=24); +CF-DT (barra gris oscura; n=26); +CF+DT (barra negra; n=27). La barra negra muestra el período de Creep Feeding (CF), la barra gris el período de entore y la barra azul el período de destete temporal (DT) realizado desde el día 87 al 102 posparto. \*\*=Diferencia significativa entre -CF-DT vs +CF-DT. \*\*\*=Diferencia significativa entre -CF-DT vs +CF+DT. †=Diferencia significativa entre -CF+DT vs +CF-DT. ‡=Diferencia significativa entre -CF+DT vs +CF+DT. ††=Diferencia significativa entre +CF-DT vs +CF+DT.

### 6.3.3 Condición corporal

El CF afectó la condición corporal de las vacas, pero no se observó un efecto significativo del DT ni de la interacción entre ambos factores (Cuadro 8). Las vacas cuyos terneros fueron suplementados tuvieron una menor condición corporal ( $5,0 \pm 0,04$  unidades) compradas con las que sus terneros no recibieron suplemento

( $5,1 \pm 0,04$  unidades). La evolución de la condición corporal estuvo afectada por el CF y el DT (Cuadro 7, Figura 20). En el día 121 posparto se observa un aumento en la condición corporal de las vacas de todos los grupos, excepto para las del grupo +CF-DT, que se mantuvo (Figura 20). A pesar de registrarse una disminución en la siguiente observación, las vacas del grupo +CF+DT mantienen una condición corporal por encima de las de los otros tres grupos (Figura 20). Posteriormente la condición corporal de las vacas de los grupos -CF-DT y -CF+DT se recupera (Figura 20). En la última observación (163 días), no hubo diferencias en la condición corporal entre ninguno de los grupos (Figura 20).



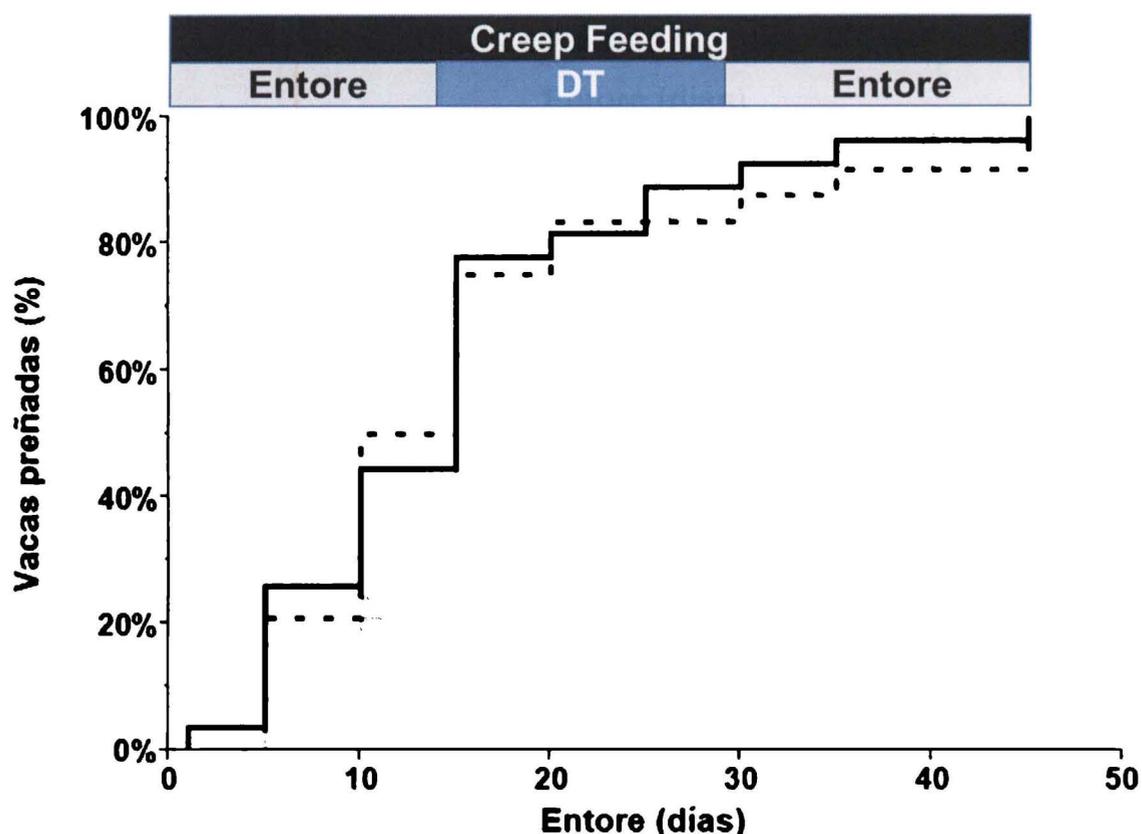
**Figura 20.** Evolución de la condición corporal de las vacas en función de los días posparto para los grupos -CF-DT (□; n=27); -CF+DT (○; n=24); +CF-DT (■; n=26); +CF+DT (●; n=27). La barra negra muestra el período de Creep Feeding (CF), la barra gris el período de entore y la barra azul el período de destete temporario (DT) realizado desde el día 87 al 102 posparto. \*=Diferencia significativa entre -CF-DT vs -CF+DT. \*\*=Diferencia significativa entre -CF-DT vs +CF-DT. \*\*\*=Diferencia significativa entre -CF-DT vs +CF+DT. †=Diferencia significativa entre -CF+DT vs +CF-DT. ‡=Diferencia significativa entre -CF+DT vs +CF+DT. ††=Diferencia significativa entre +CF-DT vs +CF+DT.

#### 6.3.4 Momento de concepción y preñez

El CF y DT no afectaron el momento de la concepción, ni la preñez final de las vacas (Cuadro 7, Figura 21). El momento de concepción promedio para cada tratamiento fue: -CF-DT:  $20,0 \pm 2,1$  d; -CF+DT=  $19,0 \pm 2,2$  d; +CF-DT=  $15,8 \pm 2,4$  d; +CF+DT=  $14,7 \pm 1,9$  d.

La tasa de preñez final fue similar entre grupos: -CF-DT: 25/27 (92,6%); -

CF+DT=24/24 (100%); +CF-DT= 24/26 (92,3%); +CF+DT= 27/27 (100%).



**Figura 21.** Porcentaje de preñez acumulado en vacas en función de los días desde el inicio del entore para los grupos -CF-DT (línea punteada gris), -CF+DT (línea entera gris), +CF-DT (línea punteada negra), +CF+DT (líneas entera negra). La barra negra muestra el período de Creep Feeding (CF), la barra gris el período de entore y la barra azul el período de destete temporal (DT) realizado desde el día 14 al 29 del entore.

**Cuadro 9.** Resumen de los resultados obtenidos en vacas.

VACAS	-CF-DT	-CF+DT	+CF-DT	+CF+DT
Ganancia de peso diaria (kg/día)	0,282 ± 0,07	0,457 ± 0,07	0,368 ± 0,07	0,519 ± 0,07
Peso vivo (kg)	499 ± 6,7	533 ± 6,8	501 ± 6,7	520 ± 6,7
Condición Corporal (unidad)	5,1 ± 0,05	5,1 ± 0,06	4,9 ± 0,05	5,0 ± 0,05
Momento de preñez (días)	20 ± 2,1	19,0 ± 2,2	15,8 ± 2,4	14,7 ± 1,9
Tasa de preñez final	92,6%	100%	92,3%	100%

**Cuadro 10.** Resumen de los resultados obtenidos en terneros.

TERNEROS	-CF-DT	-CF+DT	+CF-DT	+CF+DT
Ganancia de peso diaria (kg/día)	0,899 ± 0,02	0,764 ± 0,02	1,054 ± 0,02	0,910 ± 0,02
Ganancia de peso diaria durante la aplicación de DT (kg/día)	0,818 ± 0,07	0,310 ± 0,07	0,836 ± 0,07	0,622 ± 0,07
Peso al destete (kg)	191 ± 1,6	178 ± 1,7	205 ± 1,6	190 ± 1,6

## 7 DISCUSIÓN

La hipótesis de que la suplementación de los terneros con DDGS molido de maíz, por medio del sistema CF, mejoraría sus tasas de ganancias de peso y permitiría obtener mayores pesos al destete se cumplió. Aunque el CF permitió duplicar las ganancias de peso durante el período de DT, las mismas fueron inferiores a las de los grupos que permanecieron sin DT. Por otra parte, no se observó un efecto positivo del CF asociado al DT en la eficiencia reproductiva de las vacas.

El efecto negativo del DT sobre las ganancias de peso de los terneros ocurrió durante y luego de la aplicación de la tablilla nasal (5 días pos DT). Incluso, en la observación realizada el día 19 pos DT (121 días de edad), todavía eran significativas las diferencias en tasa de ganancia de peso entre los terneros de los grupos +CF+DT y +CF-DT. Esto coincide con trabajos previos que afirman que las menores tasas de ganancia de peso se mantienen hasta 14 días después de finalizado el DT, producto de que la producción láctea de las vacas se normaliza gradualmente (Quintans y col., 2010). Consecuentemente, observamos que el DT determinó que los terneros fueran más livianos al destete, disminución similar al promedio de 13 kg observado en estudios nacionales, con un rango de 7,3 a 18,6 kg (De Nava, 1994; Quintans y col., 2013b, 2010, 2009, 2006; Quintans y Vázquez, 2002). Sin embargo, el efecto negativo del DT sobre el peso al destete definitivo es contradictorio, habiendo trabajos que no reportan diferencias significativas (Bentancor y col., 2013; Simeone y col., 2017). La ausencia del efecto negativo del DT sobre el peso al destete ha sido adjudicada a la alta disponibilidad de forraje (>1800 kg MS/ha) en campo natural (Bentancor y col., 2013) y pasturas mejoradas, lo que posibilita una rápida recuperación de la producción láctea pos DT (Simeone y col., 2017). En éste experimento la disponibilidad y la asignación de forraje en ningún momento fueron limitantes, observándose en todas las mediciones disponibilidades mayores a 1800 kg MS/ha (Carámbula, 2010) y asignaciones superiores a 4 kg MS/ kg PV (Sollenberger y col., 2005). Nuestros resultados destacan la importancia de hacer un buen uso de la herramienta de DT y no subvalorar su impacto negativo en el peso al destete, una de las variables que tiene gran impacto en el ingreso de los predios criadores. Para esto es fundamental aplicarla en las vacas que realmente la necesitan (Quintans y col., 2010; Soca y col., 1992), realizando un monitoreo del status fisiológico de las vacas (de Nava 2011) y combinarla con otras técnicas que contrarresten sus efectos negativos, como por ejemplo el CF.

El CF tuvo un impacto positivo en la tasa de ganancia y el peso al destete de los terneros, siendo estos resultados consistentes con los anteriormente reportados (Bentancor y col., 2013; Betancurt y col., 2011; Martin y col., 1981; Michelena y col., 2010; Viñoles y col., 2013). Los terneros suplementados llegaron al destete con un peso 14 y 12 kg (sin y con DT, respectivamente) superior al de los no suplementados. Estos valores son similares a los reportados en la literatura internacional (Martin y col., 1981; Pacola y col., 1989), pero no son tan elevados como estudios nacionales previos, donde se reportan diferencias mayores a los 20 kg (Viñoles y col., 2013) e incluso diferencias de 39 kg (Bentancor y col., 2013). Probablemente, estas diferencias sean explicadas por el tipo y cantidad del suplemento utilizado en estos trabajos (raciones comerciales 18-23% de PC, y con niveles de suplementación por encima del 1% del PV), ya que el momento que comenzó a observarse una respuesta positiva del CF sobre el peso vivo de los terneros (9 semanas) fue similar. Otra factor

que puede haber reducido las diferencias entre los grupos +CF y -CF, es la tendencia a una mayor asignación de forraje promedio recibida por una de las repeticiones del grupo -CF (parcela 4). Este manejo con una alta disponibilidad y asignación de forraje permitió que los terneros control (-CF-DT) mantuvieran altas tasas de ganancia de peso, producto de una mayor producción de leche de las vacas y posibilidad de selección del forraje disponible (Viñoles y col., 2013).

El uso del CF permitió aumentar las ganancias de los terneros durante el DT, pero no fue suficiente para igualar la performance del grupo -CF -DT en ese período. Si bien durante el período de DT, los terneros con CF lograron duplicar las ganancias de aquellos sin CF, en la medida realizada 5 días posteriores al DT, se igualaron las ganancias de ambos grupos. Esto ocurre porque los terneros del grupo -CF+DT duplicaron su ganancia de peso en la medición pos DT, pero no alcanzaron a las de los grupos -DT, probablemente asociado a desajustes digestivos ocasionados por el retorno al consumo de leche y a que la recuperación en la producción láctea de las vacas fue gradual (Quintans y col., 2010). La explicación de que se mantengan las ganancias de los terneros +CF+DT puede asociarse a la preferencia de los terneros por la leche (Eversole, 2001), por lo que habrían dejado de comer suplemento en el período posterior al retiro de la tablilla evitándose el efecto aditivo del mismo sobre las ganancias. Otro estudio nacional (Bentancor y col., 2013) también constató que las ganancias de peso de los terneros +CF se duplican durante el DT, mientras que a los 14 días pos DT no se verificaron diferencias entre tratamientos. De todas formas, el CF permitió igualar los pesos al destete de los terneros +DT, por lo que sería una alternativa válida para evitar las pérdidas de peso de los terneros asociadas a ésta herramienta.

La eficiencia de conversión fue de 5,8 kg de DDGS por cada kg extra de peso vivo, ubicándose en el rango de valores (4,5-6,1) que corresponde con animales que pastorean pastura de baja calidad, que las vacas tienen baja producción de leche o son terneros nacidos en otoño (Hamilton, 2002). Si bien la eficiencia obtenida no fue tan buena como en otros trabajos nacionales, que encuentran eficiencias menores a 5 (Bentancor y col., 2013; Betancurt y col., 2011; Michelena y col., 2010), es de todas formas muy buena, sobre todo teniendo en cuenta que se utilizó un subproducto. Las buenas eficiencias obtenidas en este estudio y estudios previos, evidencian la viabilidad productiva de suplementar terneros entre 2-5 meses de edad, cuando están en su curva exponencial de crecimiento, la cual está limitada en campos de basalto en verano, no permitiendo la expresión del potencial genético de los terneros (Pigurina y col., 2000; Viñoles y col., 2013). Por otra parte, la viabilidad económica de ésta tecnología depende del costo del suplemento, la eficiencia de conversión y el precio recibido por los terneros (Hamilton, 2002). Es por esto, que puede sugerirse que el DDGS es un subproducto viable desde el punto de vista económico y productivo para ser aplicado en la técnica de CF.

El CF redujo la condición corporal promedio de las vacas en 0,1 unidades. La condición corporal de las vacas +CF-DT se mantuvo constante, mientras que se observaron aumentos de diferente magnitud en las vacas de los otros tres grupos, destacando el efecto positivo de su asociación con el DT. Un efecto similar ocurrió con las ganancias y el peso vivo de las vacas. Aunque las ganancias de peso fueron muy variables, las mayores ganancias o menores pérdidas ocurren siempre asociadas al DT. Esto determina que al final de experimento las vacas +CF+DT, tuvieran un peso

superior al de las vacas +CF-DT y -CF-DT, pero similar a las del grupo -CF+DT, evidenciándose el efecto complementario entre ambas técnicas. Los resultados previos respecto al efecto del CF en peso vivo y condición corporal son contradictorios, con autores que no reportan cambios (Bentancor y col., 2013; Betancurt y col., 2011; Pigurina y col., 2000), y otros que observan aumentos de peso vivo (entre 7,66 y 11 kg) en las vacas cuyos terneros son suplementados (Nogueira y col., 2006; Pacola y col., 1989; Viñoles y col., 2016). El aumento en peso vivo fue reportado en dos de los tres casos utilizando vacas de primera cría, por lo que ésta parece ser la categoría que mejor responde al CF, efecto que no fue posible aislar en éste experimento, en que se utilizaron vacas de tres edades diferentes. La pérdida de condición corporal asociada al CF en éste experimento, podría atribuirse al comportamiento materno, que afecta el tiempo dedicado al pastoreo. Se ha descrito que durante las primeras etapas de suplementación, las madres de los terneros dejan de pastorear mientras sus crías permanecen dentro del área de suplementación (Ferrón y col., 2009). Las vacas multíparas tienen un comportamiento más apegado a su cría (Le Neindre y D'Hour, 1988; Ungerfeld y col., 2011), lo que podría llevar a que el tiempo que permanecen esperando a sus terneros sea más extendido que el de vacas primíparas. El efecto del CF sobre la evolución del peso vivo de las vacas se vio afectado por el DT, probablemente porque la aplicación de la técnica determina cambios metabólicos en la vaca que provocan una redistribución de los nutrientes.

La asociación del CF y el DT no tuvo efecto en el momento de concepción ni en la preñez final. En un estudio nacional donde se evaluó el uso conjunto de ambas técnicas, se observó un adelanto en la concepción de 10 días en vacas de primera cría asociado al DT y un aumento en la preñez final asociado al CF (Bentancor y col., 2013). Sin embargo, el CF asociado al DT elimina el adelanto en la concepción mencionado anteriormente (Bentancor y col., 2013). De todas formas, el impacto del CF sobre la reproducción, de la misma manera que ocurre con los cambios en el balance energético de las vacas, es controversial (Betancurt y col., 2011; Menoni d'Oliveira y Ustra, 2015; Michelena y col., 2010; Nogueira y col., 2006; Viñoles y col., 2013). En cuanto al DT, cuando la técnica es aplicada correctamente, permite adelantar el momento de la concepción (Viñoles y col., 2016) y elevar la tasa de preñez (Quintans, 2005). El mecanismo a través del cual el DT impacta en la reproducción ha sido más estudiado. La restricción del amamantamiento promueve cambios en las concentraciones de hormonas metabólicas (insulina e IGF-I) que poseen receptores en el hipotálamo, pituitaria y ovario (Giudice, 1992) y tienen impacto directo en el eje hipotálamo-pituitario (Richards y col., 1995) y sobre el crecimiento folicular ovárico (Webb y col., 2004). Vacas cuyos terneros son sometidos a DT, presentan mayores concentraciones de insulina producto de una disminución del 60% en la producción de leche (Quintans y col., 2010). Por lo tanto la restricción del amamantamiento promovería un redireccionamiento de los nutrientes y una señal metabólica positiva a través de la insulina (Quintans y col., 2010) e IGF-I periféricos (Soca y col., 2013). Es importante destacar que los efectos pueden no haber sido visualizados producto del reducido tamaño de muestra para evaluar una variable discreta (preñada/no preñada). Sin embargo, eso no ocurre al evaluar una variable continua (momento de concepción), donde probablemente, el estatus metabólico de las vacas, medido a través de la condición corporal, explicaría que las técnicas aplicadas en éste experimento, no se tradujeran en un mejor desempeño reproductivo.

## **8 CONCLUSIONES**

Concluimos que el CF con DDGS de maíz aplicado desde los 80 hasta los 172 días de edad en terneros Hereford que pastorean sobre suelos de basalto desde diciembre hasta marzo, permitió aumentar el peso al destete de los terneros y contrarrestar los efectos negativos del DT, evidenciando la viabilidad del uso conjunto de ambas técnicas. Ante la buena eficiencia de conversión obtenida y teniendo en cuenta que el suplemento utilizado es un subproducto de bajo costo, concluimos que el DDGS de maíz molido es viable desde el punto de vista económico y productivo para ser aplicado en la técnica de CF. Sin embargo, el CF y el DT no tuvieron impacto sobre el desempeño productivo y reproductivo en vacas con elevada condición corporal.

## 9 BIBLIOGRAFÍA

1. Alberio, R.H., Butler, H.M., Palma, G., Schiersmann, G., Algorta, D., Ortiz, A. (1984). Actividad reproductiva y fertilidad luego de un destete temporario de vacas de cría multíparas con diferentes estados corporales. *Rev Arg Prod Anim* 4 (5): 555–566.
2. Allen, V. (1993). Creep grazing: cómo hacer de la cría vacuna un negocio. Primer Congreso Mundial de Cría Vacuna - CRÍA 93. Buenos Aires, Argentina, pp. 1–9.
3. Allen, V.G., Batello, C., Berretta, E.J., Hodgson, J., Kothmann, M., Li, X., McIvor, J., Milne, J., Morris, C., Peeters, A., Sanderson, M. (2011). An international terminology for grazing lands and grazing animals. *Grass Forage Sci*;66: 2–28.
4. Alvarez, J.P., Da Silva, A., Viñoles, C. (2017). Efecto del Creep Feeding con Afrechillo de Arroz y una sal comercial y el destete temporario sobre parámetros productivos de los terneros y la eficiencia reproductiva de vacas primíparas. *Creep Feed. Tecnología para aumentar el peso al destete. INIA Serie técnica* 238 pp. 29–32.
5. Bavera, G.A., Peñafort, C.H. (2006). Alimentación diferenciada del ternero al pie de la madre. Disponible en: [http://www.produccion-animal.com.ar/informacion\\_tecnica/cria\\_amamantamiento/35-alimentacion\\_diferenciada.pdf](http://www.produccion-animal.com.ar/informacion_tecnica/cria_amamantamiento/35-alimentacion_diferenciada.pdf) . Fecha de consulta: 10/11/15
6. Belyea, R.L., Rausch, K.D., Clevenger, T.E., Singh, V., Johnston, D.B., Tumbleson, M.E. (2010). Sources of variation in composition of DDGS. *Anim Feed Sci Technol* 159: 122–130.
7. Bentancor, M., Bistolfi, A., Zerbino, L. (2013). Efecto del Creep Feeding y el Destete Temporario sobre el desarrollo de los terneros y la eficiencia reproductiva de vacas primíparas. Tesis de grado. Facultad de Veterinaria. UDELAR. 49 p.
8. Beretta, V., Simeone, A. (2008). Alimentando terneros de destete precoz. 10a Jornada Anual de la Unidad de Producción Intensiva de Carne. Montevideo, Uruguay. p16-19
9. Betancurt, C., Quagliotti, I., Rosano, H. (2011). Efecto de la carga y la alimentación diferencial de las terneras sobre la eficiencia reproductiva de las vacas y la tasa de crecimiento de las terneras. Tesis de grado. Facultad de Veterinaria. Uruguay. 72 p.
10. Blanco, L., Montedónico, G., De Nava, G., Vázquez, A.I., Quintans, G. (2003). Evaluación de tres técnicas de control de amamantamiento en condiciones comerciales. *INIA Treinta y Tres Actividad Difusión* No 332. pp. 34–44.
11. Bray, C. (1934). Creep feeding beef calves. *Journal of Animal Science Abstract* 1934: 96–98.
12. Breuel, K.F., Lewis, P.E., Inskeep, E.K., Butcher, R.L. (1993). Endocrine profiles and follicular development in early-weaned postpartum beef cows. *J Reprod Fertil* 97: 205–212.
13. Briske, D., Heitschmidt, R. (1991). An ecological perspective. p. 11-26. En: *Grazing Management: An Ecological Perspective*. R. K. Heitschmidt and J.W. Stuth (edit.) Timber Press, Portland Oregon
14. Byerley, D.J., Staigmiller, R.B., Berardinelli, J.G., Short, R.E. (1987). Pregnancy rates of beef heifers bred either on puberal or third estrus. *J Anim Sci* 65: 645–650.
15. Capuco, A.V., Smith, J.J., Waldo, D.R., Rexroad, C.E. (1995). Influence of

- prepubertal dietary regimen on mammary growth of Holstein heifers. *J Dairy Sci* 78: 2709–2725.
16. Carámbula, M. (2010). Pasturas y forrajes; potenciales y alternativas para producir forraje. Montevideo, Hemisferio Sur. 357 p.
  17. Carreras, H. (2012). Suplementación del rodeo de cría (Creep Feeding). Disponible en: [http://www.produccion-animal.com.ar/informacion\\_tecnica/cria\\_amamantamiento/21suplementacion.pdf](http://www.produccion-animal.com.ar/informacion_tecnica/cria_amamantamiento/21suplementacion.pdf). Fecha consulta: 10/11/15
  18. Carriquiry, M., Espasandin, A.C., Astessiano, A.L., Casal, A., Claramunt, M., Do Carmo, M., Genro, C., Gutierrez, V., Laporta, J., López-Mazz, C., Meikle, A., Olmos, F., Perez-Clariget, R., Scarlato, S., Trujillo, A.I., Viñoles, C., Soca, P. (2012). La cría vacuna sobre campo nativo: un enfoque de investigación jerárquico para mejorar su productividad y sostenibilidad. *Veterinaria (Montevideo)* 48 (sup1): 41-48
  19. Chiquete, E., Tolosa, P. (2013). Conceptos tradicionales y emergentes sobre el balance energético. *Rev Endocrinol Nutr* 21: 59–67.
  20. Clariget, J., La Manna, A. (2016). Consideraciones para no excederse de grasa en dieta de bovinos. Montevideo, Uruguay. Disponible en: <http://www.inia.uy/Documentos/Privados/UCTT/Sequ%C3%ADa/Consideraciones%20para%20no%20excederse%20de%20grasa%20en%20dieta%20de%20bovinos.pdf>. Fecha consulta: 5/5/2017
  21. Cozzolino, D. (1994). Guía para la interpretación de resultados de los análisis de laboratorio. INIA Hoja Divulgación No 37, pp. 1–4.
  22. Crowe, M.A., Diskin, M.G., Williams, E.J. (2014). Parturition to resumption of ovarian cyclicity: comparative aspects of beef and dairy cows. *Animal* 8: 40–53.
  23. Crowe, M.A., Padmanabhan, V., Mihm, M., Beitins, I.Z., Roche, J.F. (1998). Resumption of follicular waves in beef cows is not associated with periparturient changes in follicle-stimulating hormone heterogeneity despite major changes in steroid and luteinizing hormone concentrations. *Biol Reprod* 58: 1445–1450.
  24. Crowe, M.A., Goulding, D., Baguisi, A., Boland, M.P., Roche, J.F. (1993). Induced ovulation of the first postpartum dominant follicle in beef suckler cows using a GnRH analogue. *J Reprod Fertil* 99: 551–555.
  25. Davis, C.L., Dackley, J.K. (2002). Desarrollo, nutrición y manejo del ternero joven. Buenos Aires, Inter – Médica, 314 p.
  26. De Blas, C., Mateos, G.G., Rebollar, P.G. (2007). DDGS de Maíz (Granos de destilería, DDG, y solubles, DDS). Sitio Argentino de Producción Animal pp. 1–5. Disponible en: [http://www.produccion-animal.com.ar/tablas\\_composicion\\_alimentos/07-DDGS\\_de\\_maiz.pdf](http://www.produccion-animal.com.ar/tablas_composicion_alimentos/07-DDGS_de_maiz.pdf). Fecha de consulta: 10/5/2017
  27. De Castro, T. (2011). Anestro posparto en la vaca de cría. En Ungerfeld, R. Reproducción en los animales domésticos. Montevideo, Melibea, V1, pp. 211–221.
  28. De Nava, G. (2013). Reproducción bovina aplicada: desarrollo y validación de programas de inseminación a tiempo fijo en Uruguay. Buenos Aires, Ed. Hemisferio Sur, 136 p.
  29. De Nava, G. (2011). Reproducción en los rodeos de cría pastoriles: el enfoque de un veterinario de campo. 39 Jornadas Uruguayas de Buiatría. Paysandú, Uruguay, pp. 68–77.
  30. De Nava, G., Guggeri, P., Rodríguez Sabarrós, M., Gil, A. (2008). Impacto de un Programa de inseminación a tiempo fijo en vaquillonas sobre la

- productividad de la vaca de primera cría. 36 Jornadas Uruguayas de Buiatría. Paysandú, Uruguay, pp. 187–188.
31. De Nava, G. (1994). The effects of restricted suckling and prepartum nutritional level on reproductive performance of primiparous crossbred beef cows. Tesis de Maestría. Massey University, 136 p.
  32. DIEA. (2016). Anuario estadístico agropecuario. Ministerio de Agricultura Ganadería y Pesca. Disponible en: <http://www.mgap.gub.uy/unidad-ejecutora/oficina-de-programacion-y-politicas-agropecuarias/publicaciones/anuarios-diea/anuario2016> Fecha de consulta: 05/04/2017
  33. DIEA. (2011). Censo General Agropecuario. Resultados definitivos. Ministerio de Agricultura Ganadería y Pesca. Disponible en: <http://www.mgap.gub.uy/unidad-ejecutora/oficina-de-programacion-y-politicas-agropecuarias/publicaciones/anuarios-diea/anuario-2012> Fecha de consulta: 05/04/2017.
  34. Dziuk, P.J., Bellows, R.A. (1983). Management of reproduction of beef cattle, sheep and pigs. *J Anim Sci* 57:355-379
  35. Elizalde, J.C.; Riffel, S. (2012). Un nuevo alimento para un nuevo engorde: el uso de subproductos de destilería En: 14a Jornada anual de la Unidad de Producción Intensiva de Carne. Paysandú, Uruguay. p. 52-65
  36. Erickson, G.E., Bremer, V.R., Klopfenstein, T.J., Stalker, A., Rasby, R. (2007). Utilization of Corn Co-Products in the Beef Industry. 2ed Edition. Lincoln, University of Nebraska - Lincoln. 27 p.
  37. Eversole, D. (2001). Creep Feeding Beef Calves. Virginia Cooperative Extension. Virginia Polytechnic Institute and State University, Publication 400-003. p. 1-5. Disponible en: <http://pubs.ext.vt.edu/400/400-003/400-003.html> Fecha de consulta: 05/04/2017.
  38. Ferrón, M., Vidal, G., Giorello, D., Montossi, F., Viñoles, C. (2009). Efecto de la suplementación sobre la tasa de crecimiento de los terneros y la eficiencia reproductiva de las vacas múltiparas y primíparas. I Jornada de Investigación, Enseñanza Y Extensión. Rivera, Uruguay. pp 8-12
  39. Fuller, R., (1988). Suckled calf production. Chalcombe Publications. Southampton. pp 13-15
  40. García, A. (1991). El medio ambiente ruminal. En: Carámbula, M., Vaz Martins, D., Indarte, E. Pasturas y Producción Animal en Áreas de Ganadería Extensiva. Unidad de Difusión e Información Tecnológica del INIA Treinta y Tres, pp. 201–203.
  41. Gelvin, A.A., Lardy, G.P., Landblom, D.G., Caton, J.S. (2004). Effect of field pea-based creep feed on intake, digestibility, ruminal fermentation, and performance by nursing calves grazing native range in western North Dakota. *J Anim Biosalud* 82:3589–3599.
  42. Giraldo, D., Uribe, L.F. (2012). Estrategias para mejorar la condición corporal postparto en vacas de carne. *Scielo* 11:71–89.
  43. Giudice, L.C. (1992). Insulin-Like Growth Factors and Ovarian Follicular Development. *Endocr Soc* 13:641–669.
  44. Goic, L. (1995). Suplementación predestete (creep feeding): una buena alternativa para el criador en períodos de baja productividad de la pradera. INIA Remehue. Boletín técnico No 227. 8 p.
  45. Gottschalk, A. (2007). The impacts of the U.S. corn/ethanol policy on the U.S. cattle industry. Proceedings, The Range Beef Cow Symposium 20. Fort Collins,

- Colorado, USA. 8 p.
46. Guggeri, D., Meikle, A., Carriquiry, M., Montossi, F., De Barbieri, I., Viñoles, C., (2014). Effect of different management systems on growth, endocrine parameters and puberty in Hereford female calves grazing Campos grassland. *Livest Sci* 167:455–462.
  47. Guilbault, L.A., Thatcher, W.W., Drost, M., Haibel, G.K. (1987). Influence of a physiological infusion of prostaglandin F2 $\alpha$  into postpartum cows with partially suppressed endogenous production of prostaglandins. 1. Uterine and ovarian morphological responses. *Theriogenology* 27:931–946.
  48. Ham, G.A., Stock, R.A., Klopfenstein, T.J., Larson, E.M., Shain, D.H., Huffman, R.P. (1994). Wet corn distillers byproducts compared with dried corn distillers grains with solubles as a source of protein and energy for ruminants. *J Anim Sci* 72:3246–3257.
  49. Hamilton, T. (2002). Creep Feeding Beef Calves. Ontario Ministry of Agriculture, Food & Rural Affairs. Adgex 420/50. Disponible en: <http://www.omafra.gov.on.ca/english/livestock/beef/facts/02-027.htm> Fecha de consulta 5/06/2017.
  50. Haydock, K.P., Shaw, N.H. (1975). The comparative yield method for estimating dry matter yield of pasture. *Aust J Exp Agric Anim Husb* 15:663–670.
  51. Henao, G., González, V. (2008). Relación de la variación del peso vivo y de la condición corporal con la dinámica folicular posparto en vacas cebú primerizas. *Rev Fac Nac Agron Medellín* 61:4394–4399.
  52. Hess, B.W., Lake, S.L., Scholljegerdes, E.J., Weston, T.R., Nayigihugu, V., Molle, J.D.C., Moss, G.E. (2005). Nutritional controls of beef cow reproduction. *J Anim Sci* 83 (CS 13):E90–E106.
  53. Hippen, A., García, A. (2012). La variabilidad de los granos de destilería para la producción lechera. pp. 1–5. Disponible en: [http://www.produccion-animal.com.ar/tablas\\_composicion\\_alimentos/67-variabilidad\\_destileria.pdf](http://www.produccion-animal.com.ar/tablas_composicion_alimentos/67-variabilidad_destileria.pdf) Fecha de consulta:15/5/2017
  54. Ibarra, D., de Castro, T., Laborde, D., García Lagos, F., Valdéz, L., Rodríguez, M., Benquet, N., Irázabal, P., Elizalde, M. (2000). ¿Es posible preñar vacas con baja condición corporal de entore? *Revista Plan Agropecuario* No 94.
  55. Islas, A., Soto-Navarro, S.A. (2011). Effect of supplementation of dried distillers grains with solubles on forage intake and characteristics of digestion of beef heifers grazing small-grain pasture. *J Anim Sci* 89:1229–1237.
  56. Jenkin, G. (1992). Oxytocin and prostaglandin interactions in pregnancy and at parturition. *J Reprod Fertil Suppl* 45:97–111.
  57. Klopfenstein, T.J., Erickson, G.E., Bremer, V.R. (2008). Board-invited review: Use of distillers by-products in the beef cattle feeding industry. *J Anim Sci* 86: 1223–1231.
  58. Kucsevsa, C., Balbuena, O., (2012). Suplementación de bovinos para carne. Aspectos Prácticos. EEA Colonia Benítez, INTA Chaco, Formosa, pp. 1–12. Disponible en: <https://inta.gob.ar/documentos/suplementacion-de-bovinos-para-carne> Fecha de consulta:9/6/2017.
  59. Kyle, S.D., Callahan, C.J., Allrich, R.D. (1992). Effect of Progesterone on the Expression of Estrus at the First Postpartum Ovulation in Dairy Cattle. *J Dairy Sci* 75:1456–1460.
  60. Le Neindre, P., D'Hour, P. (1988). Effects of a post-partum separation on maternal responses in primiparous and multiparous cows. *Anim Behav* 37:166–168.

61. Lesmeister, J.L., Burfening, P.J., Blackwell, R.L. (1973). Date of first calving in beef cows and subsequent calf production. *J Anim Sci* 36:1–6.
62. Loy, D., Miller, W. (2002). Ethanol coproducts for cattle. Iowa State University. University Extension. IBC-18. 1–4.
63. Lusby, K.S., Gill, D.R. (1999). Creep feeding. *Beef Cattle Handbook*. Oklahoma State University. BCH - 5476. Disponible en: [http://www.iowabeefcenter.org/Beef%20Cattle%20Handbook/Creep\\_feeding.pdf](http://www.iowabeefcenter.org/Beef%20Cattle%20Handbook/Creep_feeding.pdf). Fecha de consulta: 10/09/2017.
64. Lusby, K.S. (1995). Creep Feeding Beef Calves, Cooperative Extension Service, Division of Agricultural Sciences and Natural Resources, Oklahoma State University. 42p.
65. Macaya-quirós, S., Rojas-bourrillón, A. (2009). Uso de granos secos con solubles (DDGS) provenientes de la destilería del maíz en suplementos para vacas lactantes en pastoreo de Estrella Africana (*Cynodon nlemfluensis*). *Rev Agron Costarric* 33:237–248.
66. Marshall, D.M., Minqiang, W., Freking, B.A. (1990). Relative calving date of first-calf heifers as related to production efficiency and subsequent reproductive performance. *J Anim Sci* 68:1812–1817.
67. Martin, T.G., Lemenager, R.P., Srinivasan, G., Alenda, R. (1981). Creep Feed as a Factor Influencing Performance of Cows and Calves. *J Anim Sci* 53:33–39.
68. McDonald, P., Edwards, R., Greenhalgh, J., Morgan, C. (2006). *Animal Nutrition*. 6ª ed, Zaragoza. Acribia, 587 p.
69. McNeilly, A. (1988). Suckling and the control of gonadotropin secretion. En: Knobil, E., Neill, J. (Eds). *The Physiology of Reproduction*. Raven Press, NY, EEUU. pp 20-24
70. Menchaca, A., Núñez, R., García Pintos, C., Cuadro, F. (2013). Implementación de programas de IATF en rodeos de cría. Seminario de Actualización técnica cría vacuna. INIA Serie técnica No 208, p.229–246.
71. Menoni d' Oliveira, N., Ustra, A. (2015). Evaluación de alternativas de suplementación diferencial de terneros al pie de la madre. Efecto sobre el peso al destete y la eficiencia reproductiva de las madres. Tesis de grado. Facultad de Agronomía. UDELAR. 120 p.
72. Michelena, A., Martín, A., Echenique, V. (2010). Efecto de la dotación y la alimentación diferencial sobre la tasa de crecimiento de los terneros y el desempeño reproductivo de las vacas. Tesis de grado. Facultad de Veterinaria. UDELAR. 71 p.
73. Mieres, J. (1996). ADIN y PCI, qué son, qué miden y cómo se calculan. INIA Hoja Divulgación No 40, 2 p. Disponible en: <http://www.ainfo.inia.uy/digital/bitstream/item/5150/1/Hoja-de-Divulgacion-40-Produccion-animal.pdf> Fecha de consulta: 10/04/2017
74. Mjoun, K., Kalscheur, K.F., Hippen, A.R., Schingoethe, D.J. (2008). Ruminant Phosphorus Disappearance from Corn and Soybean Feedstuffs1. *J Dairy Sci* 91:3938–3946.
75. Montossi, F. (2008). Seminario de actualización técnica: Cría Vacuna. INIA Treinta y Tres. Serie Técnica NO 174, 6 p.
76. Murillo, M., Herrera, E., Ruiz, O., Reyes, O., Carrete, F.O., Gutierrez, H. (2016). Effect of supplemental corn dried distillers grains with solubles fed to beef steers grazing native rangeland during the forage dormant season. *Asian-Australasian J Anim Sci* 29:666–673.

77. Murphy, M.G., Boland, M.P., Roche, J.F. (1990). Induced ovulation of the first postpartum dominant follicle in beef suckler cows using a GnRH analogue. *J Reprod Fertil* 90:523–533.
78. Nabinger, C., De, P.C., Carvalho, F., Cassiano Pinto, E., Mezzalira, J.C., Brambilla, D.M., Boggiano, P. (2011). Servicios ecosistémicos de las praderas naturales: ¿es posible mejorarlos con más productividad? *Arch Latinoam Prod Anim* 19:3–4.
79. Nett, T.M., Cermak, D., Braden, T., Manns, J., Niswender, G. (1988). Pituitary receptors for GnRH and estradiol, and pituitary content of gonadotropins in beef cows. II. Changes during the postpartum period. *Domest Anim Endocrinol* 5:81–89.
80. Nogueira, E., Morais, M.G., Andrade, V.J., Rocha, E.D.S., Silva, A.S., Brito, A.T. (2006). Efeito do creep feeding sobre o desempenho de bezerros e a eficiência reprodutiva de primíparas Nelore, em pastejo. *Arq Bras Med Veterinária e Zootec* 58:607–613.
81. National Reserch Council. (2001). *Nutrient Requirements of Dairy Cattle: 7a ed*, 2001. Washington, DC: The National Academies. p.385
82. OPYPA. (2016). Oficina de Programación y Política Agropecuaria. Disponible en: <http://www.mgap.gub.uy/unidad-ejecutora/oficina-de-programacion-y-politicas-agropecuarias/publicaciones/anuarios-opypa/2016> Fecha de consulta: 06/05/2017
83. OPYPA. (2012). Anuario 2012. Mesa de Ganadería sobre Campo Natural: una oportunidad para pensar y actuar. Disponible en: <http://www.mgap.gub.uy/portal/hgxxp001.aspx?7,7,667,O,S,0,MNU;E;66;9;MNU> Fecha de consulta: 20/05/2017.
84. Pacola, L., Do Nascimento, J., Moreira, H. (1977). Alimentação suplementar de bezerros zebus: influência sobre a idade dos machos ao abate e das fêmeas à primeira cobrição. *Bol Indústria Anim* 34:177–201.
85. Pacola, L., Razook, A., Bonilha Neto, L., De Figueiredo, L. (1989). Suplementação de bezerros em cocho provativo. *Bol Indústria Anim* 46:167–175.
86. Parfet, J.R., Marvin, C.A., Allrich, R.D., Diekman, M.A., Moss, G.E. (1986). Anterior pituitary concentrations of gonadotropins. GnRH-receptors and ovarian characteristics following earlyweaning in beef cows. *J Anim Sci* 62:717–722.
87. Parker, W. (1994). *Stocking Rate Analysis*. New Zealand Society of Animal Production 1994, Vol.54. Massey University. New Zealand. p 267
88. Paruelo, J.M., Piñeiro, G., Baldi, G., Baeza, S., Lezama, F., Altesor, A., Oesterheld, M. (2010). Carbon Stocks and Fluxes in Rangelands of the Río de la Plata Basin. *Rangel Ecol Manag* 63:94–108.
89. Pigurina, G. (2000). Situación de la cría en el Uruguay. *INIA Serie Técnica* 108, pp,1–6.
90. Pigurina, G., Abreu, N., Settembri, N., Ulibarri, P. (2000). Efecto de la alimentación diferencial del ternero sobre el peso al destete y la performance reproductiva de sus madres. *INIA Serie Actividades de Difusión* 239:31–33.
91. Quintans, G. (2008). Técnicas de control de amamantamiento. Disponible en: <http://www.ainfo.inia.uy/digital/bitstream/item/1165/1/12198220108100510.pdf>. Fecha de consulta: 15/01/2017 pp. 38-39
92. Quintans, G., Echeverría, J., Scarsi, A., Rovira, P. (2013a). Efecto del suministro de ración en comederos de autoconsumo en terneros destetados precozmente. Seminario Actualización Técnica Cría Vacuna. *INIA Serie*

- Técnica No 208. pp. 207–218.
93. Quintans, G., Scarsi, A., Velazco, J.I., Lopez-Mazz, C., Banchemo, G. (2013b). Destete temporario con tablilla nasal 14 días y suplementación durante el mismo período en vacas multiparas: resultados preliminares. Seminario Actualización Técnica Cría Vacuna 208, pp. 197–205.
  94. Quintans, G., Banchemo, G., Carriquiry, M., López-Mazz, C., Baldi, F. (2010). Effect of body condition and suckling restriction with and without presence of the calf on cow and calf performance. *Anim Prod Sci* 50:309-314.
  95. Quintans, G., Vázquez, A.I., Weigel, K.A. (2009). Effect of suckling restriction with nose plates and premature weaning on postpartum anestrous interval in primiparous cows under range conditions. *Anim Reprod Sci* 116:10–18.
  96. Quintans, G., Jiménez de Aréchaga, C. (2006). Efecto del destete temporario sobre la fertilidad de vacas primíparas Braford y la ganancia de peso de los terneros. *Revista Argentina de Producción Animale* 26:307-308
  97. Quintans, G., Jiménez de Aréchaga, C., Velazco, I., Pereyra, F., Briano, D., López, J.A., Viana, S., López, C. (2006). Efecto de la aplicación del destete temporario en función de la actividad ovárica durante el entore sobre el porcentaje de preñez en vacas de carne. (Poster). 29o Congreso Argentino de Producción Animal, Mar Del Plata, Argentina.
  98. Quintans, G. (2005). Control del amamantamiento. *Revista INIA Uruguay No 5* pp. 9–11.
  99. Quintans, G., Gorozurreta, I., Jiménez de Aréchaga, C., Vázquez, A.I. (2003). Destete a corral por 10 días, destete precoz y con tablilla nasal en vacas primíparas en buen estado corporal. *Prod. Anim. Unidad Exp. Palo a Pique, INIA Treinta y Tres, Actividad Difusión* 332 pp. 45–52.
  100. Quintans, G., Vázquez, A.I. (2002). Effect of premature weaning and suckling restriction with nose plates on the reproductive performance of primiparous cows under range conditions. Sixth International Symposium in Domestic Ruminants, Crieff, Scotland. pp. A65 (Abstr.).
  101. Quintans, G., Yldiz, S., Gebby, F.E., Hutchinson, J.S.M., Broadbent, P.J., Sinclair, K.D. (2000). Opioid peptides and the suckling and nutritionally-induced suppression of LH release in post-partum beef cows. 14o International Congress on Animal Reproduction. Abstracts. V1, p 171.
  102. Radostitis, O.M., Blood, D.C. (1985). *Herd Health*. 6th Ed. Philadelphia. W.B. Saunders Company. USA. p.536
  103. Randel, R.D. (1990). Nutrition and postpartum rebreeding in cattle. *J Anim Sci* 68:853–862.
  104. Rearte, D. (1993) Alimentación y composición de la leche en los sistemas pastoriles. INTA. Buenos Aires .Ed Gráfica Lambertini. p. 54
  105. Rege, J.E.O., Famula, T.R. (1993). Factors affecting calving date and its relationship with production traits of Hereford dams. *Anim Prod* 57:385–395.
  106. Richards, M.W., Spicer, L.J., Wettemann, R.P. (1995). Influence of diet and ambient temperature on bovine serum insulin-like growth factor-I and thyroxine: relationships with non-esterified fatty acids, glucose, insulin, luteinizing hormone and progesterone. *Anim Reprod Sci* 37:267–279.
  107. Rovira, J. (1996). Manejo nutritivo de los rodeos de cría en pastoreo. Buenos Aires. Ed. Hemisferio Sur. 336 p.
  108. Rulofson, F., Zollinger, W.A. (1993). Creep-Feeding Beef Calves. Oregon State University Extension Service, pp. 1-7.
  109. Saravia, A., César, D., Montes, E., Taranto, V., Pereira, M. (2011).

- Manejo del rodeo de cría sobre campo natural. Revista Plan Agropecuario. p.76.
110. Scaglia, G. (2004). Alimentación preferencial del ternero. Boletín Divulgación 83. INIA Treinta y Tres. 16 p.
  111. Schallenberger, F. (1985). Gonadotrophins and ovarian steroids in cattle. III. Pulsatile changes of gonadotrophin concentrations in the jugular vein post partum. Acta Endocrinol (Copenh) 109:37–43.
  112. Short, R.E., Bellows, R.A., Staigmiller, R.B., Bernardinelli, J.G., Custer, E.E. (1990). Physiological Mechanisms Controlling Anestrus and Infertility in Postpartum Beef Cattle. J Anim Sci 68:799–816.
  113. Simeone, A., Beretta, V., López, M., Martino, G., Torres, L. (2017). Destete temporario en la cría: ¿Qué tanto afecta al peso el destete definitivo de los terneros? 19a Jornada Anual de la Unidad de Producción Intensiva de Carne, Montevideo, Uruguay, p. 26–35.
  114. Simeone, A., Beretta, V., Franco, J., Caorsi, C.J., Pancini, S., Martínez, E., Zanetti, F., Cortazzo, N., Anzolabehere, M. (2016). Nuevos datos para seguir aprendiendo a usar el DDGS de sorgo en dietas de corral. 18a Jornada Anual de la Unidad de Producción Intensiva de Carne, Montevideo, Uruguay, p. 46–54.
  115. Simeone, A., Beretta, V., Caorsi, C.J., Freitas, G.G. de, Fernández, L., Olaizola, J., Pérez, F., Piegas, J.M., Risso, S., Silveira, X., Surraco, S. (2015). Aumentando el producto bruto en Sistemas criadores: Vías de mejora del peso de los terneros a los seis meses. 17a Jornada Anual de la Unidad de Producción Intensiva de Carne, Montevideo, Uruguay, p. 16–33.
  116. Simeone, A., Beretta, V. (2002). Destete precoz en ganado de carne. Montevideo, Ed. Hemisferio Sur, 118 p.
  117. Simeone, A. (2000). Destete temporario, destete precoz, comportamiento reproductivo en vacas de cría en Uruguay. Estrategias para acortar el anestro posparto en vacas de carne. INIA Serie Técnica N°108, pp. 35–40.
  118. Simeone, A. (1995). Una alternativa tecnológica para incrementar la productividad del rodeo de cría. Revista Cangúe No5: 22–27.
  119. Sinclair, K.D., Molle, G., Revilla, R., Roche, J.F., Quintans, G., Marongiu, L., Sanz, A., Mackey, D.R., Diskin, M.G. (2002). Ovulation of the first dominant follicle arising after day 21 post partum in suckling beef cows. Anim Sci 75:115–126.
  120. Snelling, W.M., Cushman, R.A., Fortes, M.R.S., Reverter, A., Bennett, G.L., Keele, J.W., Kuehn, L. a, McDanel, T.G., Thallman, R.M., Thomas, M.G. (2012). Physiology and Endocrinology Symposium: How single nucleotide polymorphism chips will advance our knowledge of factors controlling puberty and aid in selecting replacement beef females. J Anim Sci. 90:1152–1165.
  121. Soares de Lima, J. (2009). Los sistemas de cría vacuna en el Uruguay. Situación Actual y oportunidades de superación. Revista INIA N°20: 16–20.
  122. Soares de Lima, J., Montossi, F. (2014). Los Sistemas de Cría Vacuna sobre Basalto : ante todo , sistemas de producción de carne. INIA Serie Técnica NO 217, p. 199–207.
  123. Soares de Lima, J., Montossi, F. (2012). La cría vacuna en la nueva realidad ganadera: análisis y propuestas de INIA. Revista INIA N°31:6–10.
  124. Soca, P., Carriquiry, M., Claramunt, M., Ruprecht, G., Meikle, A. (2013). Metabolic and endocrine profiles of primiparous beef cows grazing

- native grassland. 2. Effects of body condition score at calving , type of suckling restriction and flushing on plasmatic and productive parameters. *Anim Prod Sci* 54:862–868.
125. Soca, P., Do Carmo, M., Claramunt, M. (2007). Sistemas de cría vacuna en ganadería pastoril sobre campo nativo sin subsidios: propuesta tecnológica para estabilizar la producción de terneros con intervenciones de bajo costo y de fácil implementación. *Avances en Producción Animal* 32:3–26.
  126. Soca, P., Orcasberro, R. (1992). Propuesta de manejo del rodeo de cría en base a estado corporal, altura del pasto y aplicación de destete temporario. *Jornada Producción Animal Paysandú Evaluación Física y Económica. Alternativas Tecnológicas para la cría en predios Ganaderos*, pp. 54–56.
  127. Soca, P., Orcasberro, R., Cordoba, G., Laborde, D., Beretta, V., Franco, J. (1992). Efecto del destete temporario sobre la performance de rodeos de cría. *Evaluación Física y Económica Alternativas Tecnológicas en Predios Ganaderos Estación Exp. M. A. Cassinoni. Fac. Agronomía, Universidad de la República*, pp. 45–53.
  128. Sollenberger, L.E., Moore, J.E., Allen, V.G., Pedreira, C.G.S. (2005). Reporting forage allowance in grazing experiments. *Crop Sci* 45:896–900.
  129. Soriano, A. (1991). Río de la Plata grasslands, in: Coupland, R.T. (Ed.), *Natural Grasslands: Introduction and Western*. En: Hemisphere, Amsterdam, Elsevier, p.367-407
  130. Stagg, K., Spicer, L.J., Sreenan, J.M., Roche, J.F., Diskin, M.G. (1998). Effect of calf isolation on follicular wave dynamics, gonadotropin and metabolic hormone changes, and interval to first ovulation in beef cows fed either of two energy levels postpartum. *Biol Reprod* 59:777–783.
  131. Stahringer, R.C. (2010). Pautas para el manejo de la condición corporal y amamantamiento. V *Jornadas Taurus de Reproducción Bovina*. Buenos Aires, Argentina, pp. 18–27.
  132. Stahringer, R.C. (2003). Mecanismos fisiológicos del anestro. Vol INTA E.E.A Colonia Benítez, Chaco, Argentina, pp. 1–6. Disponible en: [http://www.produccion-animal.com.ar/informacion\\_tecnica/cria/46-mecanismos\\_anestro\\_posparto.pdf](http://www.produccion-animal.com.ar/informacion_tecnica/cria/46-mecanismos_anestro_posparto.pdf) Fecha de consulta: 10/06/2017.
  133. Stahringer, R.C., Piccinali, R.L. (2003). Uso del Destete Temporario y del Destete Precoz para Mejorar la Fertilidad en Ganado de Carne. INTA Estac. Exp. Colonia Benítez, Chaco, Argentina, pp. 1–10. Disponible en: <http://inta.gob.ar/documentos/uso-del-destete-temporario-y-del-destete-precozpara-mejorar-la-fertilidad-en-ganado-de-carne/> Fecha de consulta 10/06/2017.
  134. Stevenson, J.S., Lamb, G.C., Hoffmann, D.P., Minton, J.E. (1997). Interrelationships of lactation and postpartum anovulation in suckled and milked cows. *Livest Prod Sci* 50:57–74.
  135. Stevenson, J.S., Knoppel, E.L., Minton, J.E., Salfen, B.E., Garverick, H.A. (1994). Estrus, ovulation, luteinizing hormone, and suckling-induced hormones in mastectomized cows with and without unrestricted presence of the calf. *J Anim Sci* 72:690–699.
  136. Stobo, I.J.F., Roy, J.H.B., Gaston, H.J. (1967). The protein requirement of the ruminant calf. I. The effect of protein content of the concentrate mixture on the performance of calves weaned at an early age. *Anim Prod* 9:7–21.
  137. Stock, R.A., Sindt, M.H., Parrott, J.C., Goedeken, F.K. (1990). Effects of grain type, roughage level and monensin level on finishing cattle performance.

- J Anim Sci 68:3441–3455.
138. Tervit, H.R., Smith, J.F., Kaltenbach, C.C. (1977). Post-partum anoestrus in bed cattle: A review, N.Z. Soc Anim Prod 37:109.
  139. Ungerfeld, R., Hötzel, M.J., Scarsi, a, Quintans, G. (2011). Behavioral and physiological changes in early-weaned multiparous and primiparous beef cows. *Animal* 5:1270–5.
  140. Uruguay XXI (2016). Informe Anual de Comercio Exterior. Disponible en: <http://www.uruguayxxi.gub.uy/informacion/wp-content/uploads/sites/9/2017/01/Informe-Anual-de-Comercio-Exterior-2016.pdf> Fecha de consulta: 10/07/2017.
  141. USGC (2012a.) DDGS: manual del usuario. Cons. Norteam. Granos. 129 p. Disponible en: [https://www.grains.org/sites/default/files/ddgs-handbook/DDGS\\_Handbook-Spanish2012.pdf](https://www.grains.org/sites/default/files/ddgs-handbook/DDGS_Handbook-Spanish2012.pdf) Fechade consulta: 04/05/2017
  142. USGC (2012b.) A guide to Distiller's Dried Grains with Solubles (DDGS). 3rd Ed. U.S. Grain Counc. USA. 406 p. Disponible en: [http://www.ethanolrfa.org/wp-content/uploads/2015/11/2012\\_DDGS\\_Handbook-1.pdf](http://www.ethanolrfa.org/wp-content/uploads/2015/11/2012_DDGS_Handbook-1.pdf) Fecha de consulta:04/05/2017
  143. Viñoles, C. (2016). Desafíos del entore de 14 meses. *Revista INIA (Uruguay) N°44*: 6–9.
  144. Viñoles, C., Cuadro, P., De Barbieri, I., Santa Cruz, R. (2016). Efecto del Creep Feeding con Afrechillo de Arroz y el Destete Temporario sobre el crecimiento de los terneros y la eficiencia reproductiva de vacas Hereford. XLIV Jornadas Uruguayas de Buiatría, Paysandú, Uruguay, pp. 212–214.
  145. Viñoles, C., Giorello, D., Soares de Lima, J.M., Montossi, F. (2015). Entore precoz: una alternativa para aumentar la competitividad de la cría. *Product. pasturas Estiv. en la región noreste. INIA Serie técnica N°222*.p. 89–92.
  146. Viñoles, C., Banchemo, G., Quintans, G., Pérez-Clariget, R., Soca, P., Ungerfeld, R., Bielli, A., Fernández Abella, D., Formoso, D., Pereira Machín, M., Meikle, A. (2009). Estado actual de la investigación vinculada a la Producción Animal Limpia, Verde y Ética en Uruguay. *Agrociencia* 13:59–79.
  147. Viñoles, C., Jaurena, M., De Barbieri, I., Do Carmo, M., Montossi, F., (2013). Effect of creep feeding and stocking rate on the productivity of beef cattle grazing grasslands. *New Zeal. J Agric Res* 56:279–287.
  148. Vizcarra, J.A. (1989). Algunas estrategias para el manejo del rodeo de cría. *Jorn. sobre Estrategias Supl. pasturas en Sist. intensivos. MGAP - DDGGTT- CIAAB*. p.15.
  149. Vizcarra, J.A., Ibañez, W., Orcasberro, R. (1986). Repetibilidad y reproductibilidad de dos escalas para estimar la condición corporal de vacas Hereford. *Investig Agronómicas* 7:45–47.
  150. Webb, R., Garnsworthy, P.C., Gong, J.G., Armstrong, D.G. (2004). Control of follicular growth: local interactions and nutritional influences. *J Anim Sci* 82 E-Suppl:E63-74.
  151. Wettemann, R.P., Bossis, I. (2000). Energy Intake Regulates Ovarian Function in Beef Cattle. *J Anim Sci* 77:1–10.
  152. Williams, G.L. (1990). Suckling as a regulator of postpartum rebreeding in cattle: a review. *J Anim Sci* 68:831–852.
  153. Wiltbank, J.N., Roberts, S., Nix, J., Rowden, L. (1985). Reproductive performance and profitability of heifers fed to weigh 272 or 318 kg at the start

- of the first breeding season. *J Anim Sci* 60:25–34.
154. Wright, D.F., Pringle, R.M. (1983). Stocking rate effects in dairying. *Proc. New Zeal. Soc. Anim. Prod.* 43:97–100.
155. Yavas, Y., Wallon, J.S. (2000). Induction of ovulation in postpartum suckled beef cows: A review. *Theriogenology* 54:1–23.
156. Yavas, Y., Walton, J.S. (2000). Postpartum acyclicity in suckled beef cows: A review. *Theriogenology* 54:25–55.
157. Zanton, G.I., Heinrichs, A.J. (2005). Meta-Analysis to assess effect of prepubertal average daily gain of Holstein heifers on first-lactation production. *J Dairy Sci* 88:3860–3867.