



## SUPLEMENTACION PREFERENCIAL DEL TERNERO: UNA ALTERNATIVA PARA MEJORAR LA PRODUCTIVIDAD DE LA CRÍA PASTOREANDO CAMPO NATIVO EN SUELO DE BASALTO

*Viñoles C.<sup>1</sup>, Guggeri, D., Soares de Lima J.M., Montossi F.*

*Programa Nacional de Carne y Lana INIA Tacuarembó*

<sup>1</sup>*Correspondencia: cvinoles@tb.inia.org.uy*

### Resumen

La productividad de los sistemas criadores depende de los kg de terneros destetados por vaca entorada. La estacionalidad de los partos en nuestros sistemas criadores limita la producción de leche y la tasa de ganancia de los terneros pre-destete. La suplementación preferencial del ternero (creepfeeding) y el destete precoz, se ha utilizado como alternativas para aumentar la ganancia y peso de los terneros. Sin embargo, no existen estudios que evalúen la edad al destete y el creepfeeding sobre la productividad de los vientres en el largo plazo. Este trabajo presenta información acerca del efecto del creepfeeding sobre la eficiencia reproductiva de la vaca y fundamentalmente el efecto de largo plazo en la terneras desde los 2 meses de edad hasta su segundo entore, con 2 años de edad. El creepfeeding no afecta la eficiencia reproductiva de las vacas, pero aumenta la tasa de ganancia y peso al destete de las terneras, promoviendo un adelanto en la manifestación de la pubertad. La menor edad a la pubertad, se asocia con un mejor funcionamiento del eje somatotrófico (mayores niveles circulantes de IGF-I, expresión hepática del receptor de GH, expresión de ARNm de IGF-I e IGF-II en el útero) y mayores concentraciones de progesterona, que determinan una preñez más temprana al entore de 13-15 meses. Terneras destetadas en forma precoz, son más livianas al primer servicio y al parto, pero esto no afecta el desarrollo de los terneros, la producción de leche ni la fertilidad de las vacas al segundo servicio. Sin embargo, la progenie de vacas que reciben creepfeeding, es más liviana y sus dimensiones son menores al nacimiento, y tienen tasas de ganancias menores asociadas a la menor producción de leche de sus madres. El creepfeeding no tiene efectos de largo plazo en el segundo entore, que supera el 89% de preñez cuando las vacas son sometidas a altos planos nutricionales pre y pos-parto. Por lo tanto, el uso de esta herramienta en terneras de reemplazo debe ser considerada evaluando en forma global las ventajas y desventajas que presenta en las diferentes etapas del ciclo productivo de las vacas de cría.

### Introducción

La ganadería de carne está transitando un período de precios y relaciones flaco/gordo notoriamente superiores a las históricas, lo que permite valorizar la producción y lograr una mejor rentabilidad en predios criadores. En este contexto, es importante brindar herramientas para que los productores puedan elevar la productividad y de esa forma mejorar el ingreso económico de sus sistemas.

Publicaciones recientes de este equipo de trabajo demuestran la conveniencia económica de la incorporación

de pasturas mejoradas, la suplementación estratégica, la reducción de la edad al primer entore, el engorde de vacas falladas, y el aumento del peso de venta de los productos de la cría (Montossi y Soares de Lima, 2011, Soares de Lima y Montossi, 2012). El uso de éstas estrategias puede significar un incremento de un 100% en el ingreso del predio criador y ello se magnifica cuando la relación de precio ternero/novillo gordo es igual o superior a 1.3. En este escenario, la reducción de la edad de entore es un factor clave en la mejora de la eficiencia del sistema. Estos ejemplos son parte de la realidad de la ganadería moderna de Nueva Zelanda, Australia y EEUU, donde una importante proporción de vaquillonas de reemplazo tienen 15 meses al primer entore. Uruguay tiene un importante camino para recorrer en este sentido, particularmente en conocer las implicancias productivas y económicas de la reducción de la edad de entore a los 15 meses en nuestros rodeos de cría.

### Limitantes a nivel productivo

Una de las características de los sistemas criadores del país, es la estacionalidad de los partos, lo que determina que la fase de mayor crecimiento de los terneros ocurra durante el verano. En suelos de Basalto superficiales y medios, de baja capacidad de retención de agua, existe una alta probabilidad de registrar déficits hídricos en estos meses y por ende, reducidas tasas de crecimiento y baja calidad de las pasturas nativas (Berretta y Bemhaja, 1998). A partir de los 2 meses de edad, los requerimientos de los terneros no pueden ser cubiertos por la leche materna, y la disponibilidad de forraje también es limitante para que los terneros expresen su potencial genético de crecimiento. Es aquí donde la nutrición focalizada con concentrados (creepfeeding (CF)) y pasturas (creepgrazing) pueden ser estratégicamente utilizados para favorecer el crecimiento de esta categoría (Pigurina *et al.*, 2000, Scaglia, 2004). El uso de concentrados reviste menores riesgos, ya que una situación de sequía podría afectar el crecimiento de pasturas mejoradas, y poner en riesgo la inversión realizada.

### Alternativas bajo estudio: La incorporación del Creepfeeding

El CF o suplementación exclusiva del ternero es una práctica muy antigua (Bray, 1934), que consiste en administrar suplementos nutricionales (concentrados) a terneros lactantes. La comida es administrada utilizando escamoteadores u otro tipo de barrera física que impida el ingreso de las vacas al área de suplementación. Sin embargo, los terneros tienen acceso irrestricto a la leche materna. Las recomendaciones para elegir el área adecuada, y el manejo de los terneros para enseñarlos a

comer, fueron descritas anteriormente (Viñoles *et al.*, 2012a).

#### Efecto del creepfeeding en las madres

La baja eficiencia reproductiva de los vientres (64%), determinada por la duración del anestro posparto y la elevada edad al primer entore, es la principal limitante de nuestros sistemas criadores (Viñoles *et al.*, 2009). El manejo del amamantamiento y la nutrición, pueden ser manipuladas para mejorar los indicadores de eficiencia reproductiva (Short *et al.*, 1990). El efecto benéfico del destete precoz (DP) sobre la recuperación de la condición corporal y la preñez de las vacas ha sido descrito (Quintans *et al.*, 2009). Se ha sugerido que el CF, además de incrementar la tasa de ganancia de peso de los terneros, promueve incrementos en el peso vivo, condición corporal y porcentaje de preñez en las vacas (Stricker *et al.*, 1979). Sin embargo, el efecto del CF sobre los porcentajes de preñez de las vacas ha generado resultados inconsistentes (Fordyce *et al.*, 1996; Nogueira *et al.*, 2006). En nuestras condiciones de producción, el CF no afectó el peso vivo ni la condición corporal de las vacas multíparas, por lo que no tuvo impacto en su desempeño reproductivo (Michelena *et al.*, 2008; Betancurt *et al.*, 2009) (Viñoles *et al.*, 2013b). Estos resultados son opuestos a los obtenidos por Cremin *et al.*, (1991), quienes describen un incremento en la ganancia de peso en las madres cuyos terneros fueron suplementados *ab libitum*. En forma similar, Gelvin *et al.*, (2004) observan que las vacas cuyos terneros fueron suplementados tendieron a presentar una mayor ganancia de peso vivo, respecto a vacas cuyos terneros no fueron suplementados, pero no observaron un efecto en la condición corporal de las vacas. Nuestros resultados coinciden con los descritos por otros autores, que no observan efecto de la suplementación de los terneros sobre los cambios en peso vivo y condición corporal de las vacas (Prichard *et al.*, 1989; Fordyce *et al.*, 1996). Los resultados sugieren que el menor consumo de forraje por los terneros suplementados es insuficiente para promover un impacto positivo en el balance energético de las vacas, probablemente porque no se reduce la demanda de energía para la producción de leche (Viñoles *et al.*, 2013b). Sin embargo, el CF asociado al destete temporario durante 14 días, mejora los porcentajes de preñez de vacas de primera cría (Bentancor *et al.*, 2013).

#### Efecto del Creepfeeding sobre los terneros de reemplazo

Se han desarrollado diferentes sistemas de manejo para acelerar el crecimiento de las terneras y la aparición de la pubertad (Patterson *et al.*, 1992). Estos manejos se basan en la importancia de la ganancia de peso pre-destete o en los primeros meses de vida sobre el desarrollo de las terneras (Wiltbank *et al.*, 1966). El DP permite a las terneras obtener mayores ganancias de peso respecto a terneras destetadas en forma tardía (Neville y McCormick, 1981; Myers *et al.*, 1999). La combinación del DP y la administración de una dieta alta en energía hasta los 400 días de vida, es un método efectivo para inducir la pubertad precoz (<300 días en vaquillonas para carne) (Gasser *et al.*, 2006a; Gasser *et al.*, 2006b). Sin embargo, en nuestros

sistemas de producción, las terneras destetadas en forma precoz logran bajas tasas de ganancias, que en las mejores situaciones se igualan a las obtenidas por terneras que permanecen la pie de la madre (Simeone y Beretta, 2002; de Castro *et al.*, 2004). A pesar de que el CF permite acelerar las tasas de ganancia de peso y aumentar los pesos al destete, no se han realizado estudios que evalúen su impacto sobre la aparición de la pubertad (Faulkner *et al.*, 1994; Holloway y Totusek, 1973).

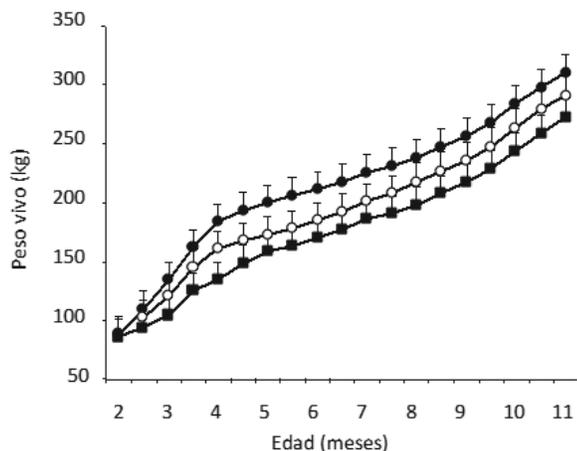
Experimentos realizados durante 3 años consecutivos sobre suelos de Basalto, comparando el efecto de la edad al destete (2 vs 5 meses), y la administración o no de un concentrado de los 2 a los 5 meses, han confirmado la ventaja del destete tardío (DT) asociado al CF (DT+CF), comparadas con terneras no suplementadas (DT-CF) y terneras destetadas en forma precoz (DP; Cuadro 1; (Viñoles y Soares de Lima, 2010). En promedio, las tasas de ganancia de peso de las terneras que accedieron al CF fueron 33% superiores a los que no lo hicieron y las de éstas 32% superiores a las terneras DP, lo que determinó que los pesos al destete fueran 14% y 16% superiores, respectivamente.

**Cuadro 1.** Ganancia de peso de terneras destetadas en forma precoz (2 meses de edad) y en forma tardía (5 meses de edad) que fueron o no suplementadas al pie de la madre (con o sin creepfeeding; Medias  $\pm$  Error Standard).

	Destete precoz	Destete tardío	
		Sin creepfeeding	Con creepfeeding
Peso al destete (kg)	134 $\pm$ 15 <sup>a</sup>	160 $\pm$ 15 <sup>b</sup>	183 $\pm$ 15 <sup>c</sup>
Ganancia (kg/d)			
Período I	0.470 $\pm$ 0.04 <sup>a</sup>	0.691 $\pm$ 0.04 <sup>b</sup>	0.917 $\pm$ 0.04 <sup>c</sup>
Período II	0.654 $\pm$ 0.02 <sup>a</sup>	0.660 $\pm$ 0.02 <sup>a</sup>	0.625 $\pm$ 0.02 <sup>a</sup>
Total	0.562 $\pm$ 0.02 <sup>a</sup>	0.676 $\pm$ 0.02 <sup>b</sup>	0.771 $\pm$ 0.02 <sup>c</sup>

<sup>a</sup> vs <sup>b</sup> vs <sup>c</sup> en la misma fila compara el efecto tratamiento. Período I= desde los 2 a los 5 meses. Período II= período de los 5 a los 12 meses.

Sin embargo, en el período de alimentación conjunta (5 a 11 meses de edad), las similares tasas de ganancia de peso determinaron que las diferencias de peso continuaran siendo evidentes hasta el final de período de recría de las terneras (Cuadro 1; Figura 1).



**Figura 1.** Evolución del peso vivo desde los 2 a los 11 meses de edad en terneras destetadas en forma precoz a los 2 meses de edad (ϕ) y destetadas en forma tardía a los 5 meses de edad, que recibieron (°; creepfeeding) o no recibieron (™; sin creepfeeding) un suplemento entre los 2 y 5 meses de edad (Medias ± Error Standard).

#### Eficiencia de conversión

La eficiencia de conversión de los terneros ha sido de 4,2-5,3 kilos de concentrado por cada kilo extra de ganancia de peso, lo que demuestra que el CF es una alternativa costo efectiva para aumentar el peso de los terneros al destete (Viñoles *et al.*, 2013b).

#### Composición corporal y hormonas metabólicas

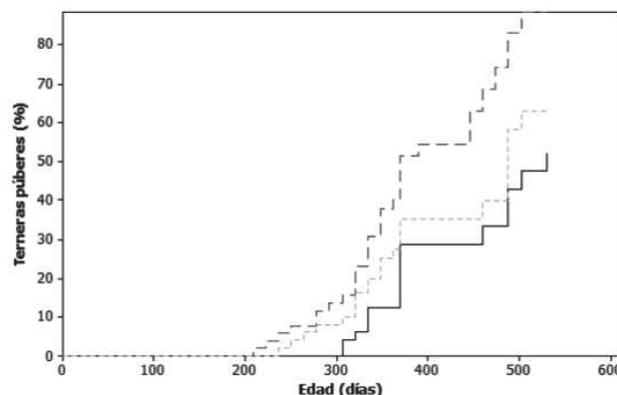
El CF cambia la composición corporal de terneros machos, aumentando la cantidad de tejido adiposo en la carcasa (Horn *et al.*, 2010). El tejido adiposo segrega una hormona denominada leptina, a la cual se le ha atribuido un efecto permisivo en la manifestación de la pubertad en rumiantes (Williams *et al.*, 2002). En nuestros experimentos, la composición corporal (porcentaje de lípidos, proteína y agua en la carcasa), medida por la prueba de la urea, no estuvo afectada por la edad al destete (DT vs DP) o el CF (Viñoles *et al.*, 2013a). Esto explica que las concentraciones de leptina hayan sido similares entre grupos de animales (Viñoles *et al.*, datos sin publicar).

El eje somatotrófico ((hormona del crecimiento (GH) - factor de crecimiento similar a la insulina (IGF) - y sus seis proteínas de unión (IGFBP)), está involucrado en el metabolismo energético, y tiene una correlación positiva con el crecimiento y eficiencia reproductiva de los ruminantes (Rhoads *et al.*, 2008). El IGF-I es sintetizado principalmente en el hígado, mediante la unión de la GH a su receptor hepático específico (Jones *et al.*, 1991, Simpson *et al.*, 1991). Nuestros resultados confirman que las terneras DT+CF tuvieron mayores niveles de IGF-I a los 5 meses de edad ( $164 \pm 11$  ng/ml) respecto a las terneras DT-CF ( $97 \pm 11$  ng/ml), siendo menores los niveles de éstas últimas respecto a las DP ( $60 \pm 11$  ng/ml;  $P < 0.05$ ; Viñoles, datos sin publicar). Por lo tanto, el efecto benéfico del mayor plano nutricional de las terneras podría estar asociado a un funcionamiento más eficiente del eje somatotrófico, susceptible de ser programado por cambios en el plano

nutricional (Ozanne, 2001).

#### Efecto de creepfeeding en la edad a la pubertad y preñez al primer servicio

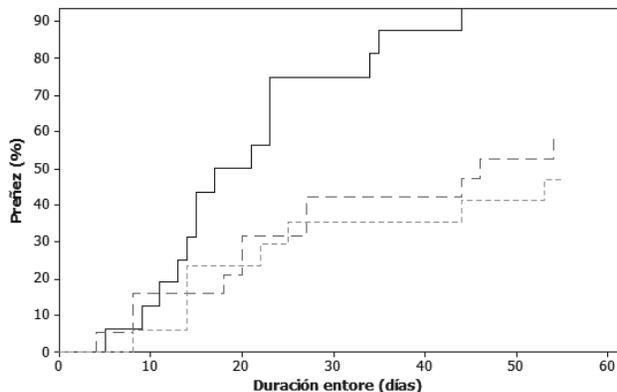
Las vaquillonas entran en pubertad cuando alcanzan una proporción del peso adulto proyectado (Freetly *et al.*). La ventaja en peso vivo de las terneras DT+CF, determinó que un mayor porcentaje llegara ciclando al primer servicio, respecto a terneras DT-CF o DP (Figura 2; (Viñoles y Soares de Lima, 2010).



**Figura 2.** Porcentaje acumulado de terneras púberes que fueron destetadas en forma precoz a los dos meses de edad (DP, trazado grueso continuo), o fueron destetadas en forma tardía a los 5 meses de edad y que no recibieron (DT-CF, trazado punteado fino) o recibieron un suplemento entre los 2 a los 5 meses de edad (DT+CF, trazado punteado grueso).

Al primer servicio, las vaquillonas DT+CF, tuvieron una mayor expresión del receptor de la hormona de crecimiento (GH) en el hígado, respecto a terneras DT-CF y DP (Guggeri *et al.*, 2012). Estos cambios en la sensibilidad hepática a la acción de la GH, explican las mayores concentraciones de IGF-I ( $211 \pm 24$  ng/ml) observadas en éstas vaquillonas, respecto a las no suplementadas ( $185 \pm 24$  ng/ml) y las DP ( $185 \pm 24$  ng/ml;  $P < 0.05$ ). El endometrio de las terneras DT+CF tuvo una mayor expresión de ARNm para IGF-I los días 7 y 16 del ciclo, y de IGF-II el día 16 del ciclo, comparadas con terneras DT-CF y las DP (Viñoles *et al.*, 2012b). El IGF-I e IGF-II, son factores que actúan en forma positiva sobre el desarrollo embrionario temprano, lo que le permite elongarse y producir interferón tau, hormona que estimula el reconocimiento materno de la preñez y el bloqueo de la lisis del cuerpo lúteo (Spencer *et al.*, 2007). Además, las vaquillonas DT+CF tuvieron mayores concentraciones de progesterona los días 7 y 16 del ciclo estral ( $7.8 \pm 1.2$  ng/ml), respecto a las DT-CF ( $4.5 \pm 1.1$  ng/ml) y a las DP ( $3.1 \pm 1.1$  ng/ml;  $P < 0.05$ ; Viñoles *et al.*, 2012b).

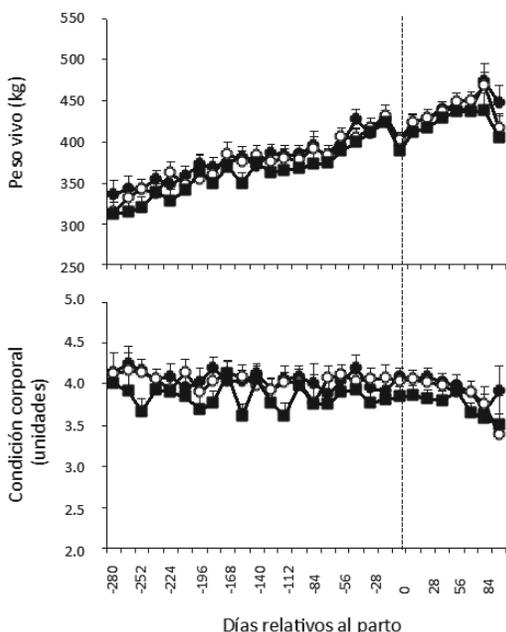
El ambiente uterino más propicio de las terneras DT+CF, se vio reflejado en una preñez más temprana respecto a las DT-CF y las DP (Figura 3). Estas diferencias fueron evidentes cuando se sincronizaron los celos y se realizó inseminación artificial durante 5 días y repaso con toros por 45 días. La probabilidad de preñez al final del entore fue mayor para el grupo DT+CF ( $0.94 \pm 0.06$ ) respecto al grupo DT-CF ( $0.58 \pm 0.1$ ), siendo éste último similar al grupo DP ( $0.47 \pm 0.1$ ; Figura 3).



**Figura 3.** Curvas de distribución de ocurrencia de la preñez en terneras destetadas en forma precoz a los dos meses de edad (DP, trazado fino) y terneras destetadas a los 5 meses de edad y suplementadas al pie de la madre entre los 2 y 5 meses de edad (DT+CF, línea continua) o no suplementadas al pie de la madre (trazado grueso) entoradas a los 13-15 meses de edad.

*Efecto del creepfeeding sobre la habilidad materna de las vacas*

En la Figura 4 podemos observar que las vaquillonas DT+CF (342±18 kg) y las DT-CF tuvieron un peso similar al inicio del primer servicio (325±18 kg), siendo las DP las más livianas (301±18 kg; P<0.05). Las vacas DP continuaron siendo más livianas durante el período pre (363±9 kg) y pos-parto (417±9 kg; P<0.01) respecto a las vacas DT-CF (375±9 kg y 430±9 kg) y las DT+CF (378±9 kg y 428±9 kg) y parieron con una menor condición corporal (3.8±0.03 unidades), respecto a las DT-CF (4.0±0.03 unidades) y las DT+CF (4.1±0.03 unidades; P<0.001; Figura 4). Sin embargo, en todos los grupos se observó una evolución positiva del peso vivo de las vaquillonas.



**Figura 4.** Evolución del peso vivo y la condición corporal pre y posparto en vacas destetadas a los 5 meses de edad que fueron suplementadas al pie de la madre (DT+CF; ◐) entre los 2 y 5 meses de edad, no suplementadas al pie de la madre (DT-CF; ◑) y destetadas en forma precoz con 2 meses de edad (DP; ◒).

edad (DP; ◒) que parieron por primera vez con 2 años de edad.

Los terneros hijos de vacas DT+CF fueron más livianos y sus dimensiones fueron menores que los hijos de vacas DT-CF, pero no se observaron diferencias entre los hijos de vacas DT-CF y DP (Cuadro 2). Se ha descrito que la sobre-nutrición de corderas adolescentes durante el período peri-concepción, determina un menor desarrollo placentario, y un menor peso del cordero al nacimiento (Wallace et al., 2004). Nuestros resultados sugieren que el nivel nutricional que recibieron las terneras suplementadas al pie de la madre, provocaría una programación fetal de su primera progenie. Sin embargo, los terneros hijos de vacas DT+CF tuvieron menores tasas de ganancia de peso (0.607±0.1 kg/d) y menor peso vivo al destete (152±5 kg), que los terneros hijos de vacas DT-CF (0.734±0.1 y 179±6 kg) y DP (0.669±0.1 kg/d y 162±6 kg; P<0.05). Estos resultados contradicen reportes previos, donde se demuestra que corderos nacidos con menor peso, realizan una fase de crecimiento compensatorio hasta las 8 semanas de edad (Gardner et al., 2009). Considerando que la tasa de ganancia de peso de los terneros hasta los 3 meses de edad está altamente relacionada con la producción de leche de las madres (Neville, 1962), resulta claro que el crecimiento posnatal de las crías podría estar afectado por la habilidad materna de las vacas.

**Cuadro 2.** Dimensiones del cuerpo de terneros hijos de vacas de primera cría que fueron destetadas en forma precoz a los 2 meses (DP) o destetadas a los 5 meses de edad (DT) y recibieron creepfeeding (+CF) o no (-CF) desde los 2 a los 5 meses de edad.

	Peso	Largo cuerpo	Largo tronco	Altura anterior	Altura posterior
DP (n=21)	33±1 <sup>ab</sup>	81±2 <sup>ab</sup>	58±1 <sup>ab</sup>	69±1 <sup>xy</sup>	73±1 <sup>a</sup>
DT-CF (n=26)	34±1 <sup>a</sup>	82±2 <sup>a</sup>	59±1 <sup>a</sup>	69±1 <sup>x</sup>	73±1 <sup>a</sup>
DT+CF (n=26)	31±1 <sup>b</sup>	78±2 <sup>b</sup>	56±1 <sup>b</sup>	67±1 <sup>y</sup>	71±1 <sup>b</sup>

<sup>a</sup> vs <sup>b</sup> P<0.05; <sup>x</sup> vs <sup>y</sup> P=0.07

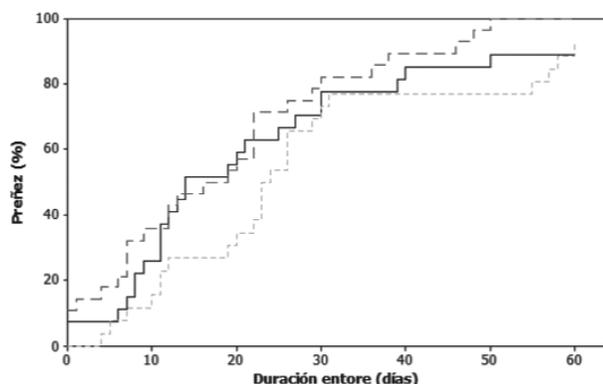
Trabajos previos demuestran que la progenie de vacas que fueron suplementadas cuando eran terneras es más liviana al destete, lo que se ha atribuido a una menor producción de leche, producto de la mayor deposición de grasa en la glándula mamaria (Martin et al., 1981). El efecto de las tasas de ganancia de peso en etapas tempranas del crecimiento sobre el desarrollo de la glándula mamaria, fue posteriormente confirmado por Zanton y Heinrichs, (2005), quienes realizando un meta-análisis confirmaron que tasas de ganancia de peso > 0.8 kg/d, reducen el crecimiento del tejido mamario productor de leche. En coincidencia con éstos autores, la producción de leche en la primera lactancia de vacas que fueron suplementadas al pie de la madre fue menor (4,9 0,9 kg) que el de vacas no suplementadas (6,1 0,9 kg; P<0,05), sin observarse diferencias entre éstas últimas y las destetadas en forma precoz (5,8 0,9 kg; P>0,05). Sin embargo, el contenido de grasa (3,5 0,3 kg) y proteína (3,2 0,1 kg) de la leche fue similar entre grupos (P>0,05). Por lo tanto, altas tasas de ganancia de peso durante el período de desarrollo alométrico de la glándula mamaria, promueven un efecto



negativo sobre la producción de leche en vacas de carne.

#### Efecto de la suplementación sobre la fertilidad al segundo servicio

El momento en que las vacas quedaron preñadas durante el segundo entore, y el porcentaje de preñez al final del entore, fueron similares entre grupos (Figura 5). Un alto porcentaje de vacas se preñaron durante el primer mes de entore, superando en todos los casos el 80% de preñez final. Una de las mayores preocupaciones de los productores con respecto al entore de 15 meses, es la capacidad de esas vacas de volverse a preñar en el segundo entore (Hickson et al., 2008). Estos resultados demuestran que vacas entoradas con 15 meses de edad, pueden alcanzar niveles adecuados de fertilidad al segundo servicio, si son mantenidas en un plano nutricional adecuado durante el período pre y posparto, que les permitan alcanzar los pesos objetivos de 420-450 kg al segundo servicio (Morris y Smeaton, 2009).



**Figura 5.** Curvas de distribución de ocurrencia de la preñez en terneras destetadas en forma precoz a los dos meses de edad (DP, trazado discontinuo fino) y terneras destetadas a los 5 meses de edad y suplementadas al pie de la madre entre los 2 y 5 meses de edad (DT+CF, trazado continuo) o no suplementadas al pie de la madre (trazado discontinuo grueso) al segundo entore, con 2 años de edad.

#### Reflexiones finales

El creepfeeding, administrado entre los 2 a los 5 meses de edad, tiene un impacto positivo en la eficiencia reproductiva de las terneras de reemplazo, y ella se maximiza cuando se realiza un entore precoz a los 13-15 meses de edad. Sin embargo, la menor producción de leche en la primera lactancia reduce el peso de los terneros al destete. La administración de planos nutricionales adecuados durante el período pre y posparto, determina que se logren buenos índices de preñez en el segundo servicio de las vacas. Por lo tanto, el uso de esta herramienta en terneras de reemplazo debe ser considerada evaluando en forma global las ventajas y desventajas que presenta en las diferentes etapas del ciclo productivo de las vacas de cría.

INIA está investigando e identificando oportunidades y desventajas del uso de diferentes alternativas para lograr el entore precoz de terneras en nuestras condiciones, y

hacer disponible la información para aquellos productores que quieran recorrer este camino de mejora de la productividad e ingreso económico de sus sistemas.

#### Referencias bibliográficas

- BENTANCOR, M., BISTOLFI, A., ZERBINO, L. & VIÑOLES, C. 2013. Efecto del creep feeding y el destete temporario sobre el desarrollo de los terneros y la eficiencia reproductiva de vacas Hereford Primíparas. In XLI Jornadas Uruguayas de Buiatría pp. Enviado.
- BERRETTA, E.J. & BEMHAJA, M. 1998. Producción estacional de comunidades naturales sobre suelos de basalto en la Unidad Queguay chico. In Serie Técnica 102. Seminario de actualización en tecnología para basalto. INIA., pp. 16-27.
- BETANCURT, C., QUAGLIOTTI, I., ROSANO, H., CUADRO, P. & VIÑOLES, C. 2009. Efecto de la carga y la suplementación sobre la tasa de crecimiento de las terneras y la performance reproductiva de las vacas. XXXVII Jornadas Uruguayas de Buiatría 150-151.
- BRAY, C.I. 1934. Creep feeding beef calves. Journal of Animal Science 1 96-98.
- CREMIN, J.D., JR., FAULKNER, D.B., MERCHEN, N.R., FAHEY, G.C., JR., FERNANDO, R.L. & WILLMS, C.L. 1991. Digestion criteria in nursing beef calves supplemented with limited levels of protein and energy. J Anim Sci 69 1322-1331.
- DE CASTRO, T., IBARRA, D., VALDEZ, L., LAPITZ, L., BENQUET, N., GARCÍA LAGOS, F., FARRO, G. & LANZERI, S. 2004. Does early weaning influence age at puberty in beed heifers? Animal Reproduction Science. Research and Practice III. 15th International Congress on Animal Reproduction 82-83.
- FAULKNER, D.B., HUMMEL, D.F., BUSKIRK, D.D., BERGER, L.L., PARRETT, D.F. & CMARIK, G.F. 1994. Performance and nutrient metabolism by nursing calves supplemented with limited or unlimited corn or soyhulls. J Anim Sci 72 470-477.
- FORDYCE, G., COOPER, N.J., KENDALL, I.E., O'LEARY, B.M. & RUVERT, J. 1996. Creep feeding and parturition supplementation effect on growth and fertility of Brahman-cross cattle in the dry tropics. Australian Journal of Experimental Agriculture 36 389-395.
- FREELY, H.C., KUEHN, L.A. & CUNDIFF, L.V. 2011. Growth curves of crossbred cows sired by Hereford, Angus, Belgian Blue, Brahman, Boran, and Tuli bulls, and the fraction of mature body weight and height at puberty. J Anim Sci 89 2373-2379.
- GARDNER, D.S., OZANNE, S.E. & SINCLAIR, K.D. 2009. Effect of early-life nutritional environment on fecundity and fertility of mammals. Philosophical Transactions The royal Society B 364 3419-3427.
- GASSER, C.L., BEHLKE, E.J., GRUM, D.E. & DAY, M.L. 2006a. Effect of timing of feeding a high-concentrate diet on growth and attainment of puberty in early-weaned heifers. J Anim Sci 84 3118-3122.



- GASSER, C.L., GRUM, D.E., MUSSARD, M.L., FLUHARTY, F.L., KINDER, J.E. & DAY, M.L. 2006b. Induction of precocious puberty in heifers I: enhanced secretion of luteinizing hormone. *J Anim Sci* 84 2035-2041.
- GELVIN, A.A., LARDY, G.P., SOTO-NAVARRO, S.A., 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 Sci* 82 3589-3599.
- GUGGERI, D., CARRIQUIRY, M., MEIKLE, A. & VIÑOLES, C. 2012. Effect of age at weaning and the plane of nutrition before weaning on growth and somatotrophic axis gene expression in the liver of beef heifers In International Congress of Animal Reproduction.
- HICKSON, R.E., ANDERSON, W.J., KENYON, P.R., LOPEZ-VILLALOBOS, N. & MORRIS, S.T. 2008. A survey of beef cattle farmers in New Zealand, examining breeding heifers. *New Zealand Veterinary Journal* 56 176-183.
- HOLLOWAY, J.W. & TOTUSEK, R. 1973. Relationship between Prewaning Nutritional Management and the Growth and Development of Angus and Hereford Females. *Journal of Animal Science* 37 800-806.
- HORN, A., GUGGERI, D. & VIÑOLES, C. 2010. Efecto de la suplementación energética pre y pos-destete sobre la edad de faena de los terneros y la edad a la pubertad en terneras Hereford. In XXXVIII Jornadas Uruguayas de Buiatría 133-134.
- JONES, E.J., ARMSTRONG, J.D. & HARVEY, R.W. 1991. Changes in metabolites, metabolic hormones, and luteinizing hormone before puberty in Angus, Braford, Charolais, and Simmental heifers. *J Anim Sci* 69 1607-1615.
- MARTIN, T.G., LEMENAGER, R.P., SIRINIVASAN, G. & ALENDIA, R. 1981. Creep feed as a factor influencing performance of cows and calves. *Journal of Animal Science* 53 33-39.
- MICHELENA, A., MARTÍN, A., ECHENIQUE, V. & VIÑOLES, C. 2008. Efecto de la dotación y la alimentación diferencial sobre la tasa de crecimiento de los terneros y el desempeño reproductivo de las vacas. In XXXVI Jornadas Uruguayas de Buiatría pp. 237-238.
- MONTOSSI, F. & SOARES DE LIMA, J.M. 2011. Después de 20 años de crecimiento de la ganadería del Uruguay: desarrollo de propuestas tecnológicas desde la cría para el próximo salto productivo. *Revista INIA* 26 31-38.
- MORRIS, S. & SMEATON, D. 2009. Chapter 4. Reproduction in the beef cow herd. In *Profitable farming of beef cows*, pp. 42-69.
- MYERS, S.E., FAULKNER, D.B., IRELAND, F.A. & PARRETT, D.F. 1999. Comparison of three weaning ages on cow-calf performance and steer carcass traits. *Journal of Animal Science* 77 323-329.
- NEVILLE, W.E. 1962. Influence of Dam's milk production and other factors on 120' and 240.day weight of Hereford calves. *Journal of Animal Science* 21 315-320.
- NEVILLE, W.E. & MCCORMICK, W.C. 1981. Performance of early and normal weaned beef calves and their dams. *Journal of Animal Science* 52 715-724.
- NOGUEIRA, E., MORAIS, M.G., ANDRADE, V.J., ROCHA, E.D.S., SILVA, A.S. & BRITO, A.T. 2006. Effect of creep feeding on average daily gain and weaning weight of calves and on reproductive efficiency of primiparous Nelore cows under grazing. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia* 58 607-613.
- OZANNE, S.E. 2001. Metabolic programming in animals. *Br Med Bull* 60 143-152.
- PATTERSON, D.J., PERRY, R.C., KIRACOFÉ, G.H., BELLOWES, R.A., STAIGMILLER, R.B. & CORAH, L.R. 1992. Management considerations in heifer development and puberty. *Journal of Animal Science* 70 4018-4035.
- FIGURINA, 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. In INIA. *Actividades de Difusión* 239, pp. 31-32.
- QUINTANS, G., VAZQUEZ, A.I. & WEIGEL, K.A. 2009. Effect of suckling restriction with nose plates and premature weaning on postpartum anestrus interval in primiparous cows under range conditions. *Anim Reprod Sci* 116 10-18.
- RHOADS, M.L., MEYER, J.P., LAMBERSON, W.R., KEISLER, D.H. & LUCY, M.C. 2008. Uterine and hepatic gene expression in relation to days postpartum, estrus, and pregnancy in postpartum dairy cows. *J Dairy Sci* 91 140-150.
- SCAGLIA, G. 2004. Alimentación preferencial del ternero. In *Boletín de Divulgación INIA* 83, pp. 16.
- SHORT, R.E., BELLOWES, R.A., STAIGMILLER, R.B., BERARDINELLI, J.G. & CUSTER, E.E. 1990. Physiological mechanisms controlling anestrus and infertility in postpartum beef cattle. *J Anim Sci* 68 799-816.
- SIMEONE, A. & BERETTA, V. 2002. Destete precoz en ganado de carne. Editorial Agropecuaria Hemisferio Sur S.R.L. Facultad de Agronomía 118 p.
- SIMPSON, R.B., ARMSTRONG, J.D., HARVEY, R.W., MILLER, D.C., HEIMER, E.P. & CAMPBELL, R.M. 1991. Effect of active immunization against growth hormone-releasing factor on growth and onset of puberty in beef heifers. *J Anim Sci* 69 4914-4924.
- SOARES DE LIMA, J.M. & MONTOSSI, F. 2012. La cría vacuna en la nueva realidad ganadera: análisis y propuestas de INIA. *Revista INIA* 31 6-10.
- SPENCER, T.E., JOHNSON, G.A., BAZER, F.W., BURGHARDT, R.C. & PALMARINI, M. 2007. Pregnancy recognition and conceptus implantation in domestic ruminants: roles of progesterone, interferons and endogenous retroviruses. *Reprod Fertil Dev* 19 65-78.
- STRICKER, J.A., MATCHES, A.G., THOMPSON, G.B., JACOBS, V.E., MARTZ, F.A., WHEATON, H.N., CURRENCE, H.D. & KRAUSE, G.F. 1979. Cow-calf production on tall fescue-ladino clover pastures with and without nitrogen fertilization or creep feeding: spring calves.



Journal of Animal Science 48 13-25.

- VIÑOLES, C., ASTESSIANO, A.L., GUGGERI, D., MEIKLE, A. & CARRIQUIRY, M. 2013a. Effect of age at weaning and creep feeding on carcass composition and IGF-I concentrations in 5-month-old females calves. In ADSA-ASAS Joint Annual Meeting. Accepted.
- VIÑOLES, C., BANCHERO, G., QUINTANS, G., PÉREZ-CLARIGET, R., SOCA, P., UNGERFELD, R., BIELLI, A., FERNANDEZ-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* XIII 59-79.
- VIÑOLES, C., GIORELLO, D., SOARES DE LIMA, J.M. & MONTOSSI, F. 2012a. Alternativas para incrementar la eficiencia de los sistemas de cría. Suplementación exclusiva del ternero al pie de la madre (creep feeding). *Revista INIA* 29 5-8.
- VIÑOLES, C., GUGGERI, D., CARRIQUIRY, M. & MEIKLE, A. 2012b. Effect of age at weaning and plane of nutrition before weaning on progesterone secretion and uterine gene expression at first service in beef heifers. In International Congress of Animal Reproduction.
- VIÑOLES, C., JAURENA, M., DE BARBIERI, I., DO CARMO, M. & MONTOSSI, F. 2013b. Effect of creep feeding and stocking rate on the productivity of beef cattle grazing grasslands. *New Zealand Journal of Agricultural Research* Submitted.
- VIÑOLES, C. & SOARES DE LIMA, J.M. 2010. Efecto de las tasas de ganancia a edades tempranas sobre la edad a la pubertad en terneras Hereford. *Agrociencia* 165.
- WALLACE, J.M., AITKEN, R.P., MILNE, J.S. & HAY, W.W., JR. 2004. Nutritionally mediated placental growth restriction in the growing adolescent: consequences for the fetus. *Biol Reprod* 71 1055-1062.
- WILLIAMS, G.L., AMSTALDEN, M., GARCIA, M.R., STANKO, R.L., NIZIELSKI, S.E., MORRISON, C.D. & KEISLER, D.H. 2002. Leptin and its role in the central regulation of reproduction in cattle. *Domest Anim Endocrinol* 23 339-349.
- WILTBANK, J.N., GREGORY, K.E., SWIGER, L.A., INGALLS, J.E., ROTH LISBERGER, J.A. & KOCH, R.M. 1966. Effects of Heterosis on Age and Weight at Puberty in Beef heifers. *Journal of Animal Science* 25 744-751.
- ZANTON, G.I. & HEINRICHS, A.J. 2005. Meta-analysis to assess effect of prepuberal average daily gain of Holstein Heifers on first-lactation production. *Journal of Dairy Science* 88 3860-3867.