

## Early weaning: an efficient and effective technological alternative for calf rearing corrals in grassland cattle systems in Latin America<sup>1</sup>

## Destete precoz: una alternativa tecnológica eficiente y eficaz para los rodeos de cría en sistemas ganaderos pastoriles de América Latina<sup>1</sup>

A. Simeone and V. Beretta

*Facultad de Agronomía. Universidad de la República. Ruta 3, km 363, Paysandú, Uruguay*

*Email: asimeone@adinet.com.uy*

The effect of early weaning in beef cattle is reviewed. Data on the impact of early weaning for restarting the post-calving sexual activity and consequently, on pregnancy percentage, are offered. Also the interaction of early weaning with the nutritional status of the cow, which was assessed by the body condition before mating, is underlined. Information on the nutritional management alternatives of the early weaned calf is presented classified according to grassland or confinement conditions. The nutritional management of the early weaned calf under grazing conditions is characterized by the management based on concentrate supplementation (18 % crude protein), at a rate of 1 % of the animal live weight. This strategy allowed attaining similar performances to those in which the calf remain with the cow. The nutritional management of the early weaned calf and managed under confinement is suggested as a strategy allowing higher profits than those attained under grazing with feed conversion around 3.5 kg of feed/kg live weight of calf produced. It is concluded that early weaning is an efficient and effective technological alternative for improving the productivity of the calf rearing corral and that there are different ways of realizing it that are adaptable to the cattle production system in question.

Key words: *cattle, suckling, growth, calf, efficiency*

### Introduction

Cattle rearing in Latin America countries are carried out under grassland conditions characterized by poor reproductive efficiency which conveys at the level of the production-breeder system in low weaning percentage when the number cows producing one calf is related to the amount of cows annually serviced. A very long post-partum anestrous accounts for the low weaning percentage due to the low conception rate that hinders the cows to restart the sexual activity before the removal of the bulls when used a seasonal mating system (Simeone 2000). Even though the problems of the sexual performance of cows destined for beef production during the puerperium can be tackled multifactorially, the cow's nutritional status (Wettemann 2013) and the suckling (Williams 1990) have been identified as the two most important factors influencing on the duration of the post-partum anestrous (Short and Adams 1985).

Early weaning, understood as the definitive

Se revisa el efecto del destete precoz en ganado de carne. Se presenta información del impacto del destete precoz en el reinicio de la actividad sexual post-parto y consecuentemente, en el porcentaje de preñez, destacándose la interacción del destete precoz con el estado nutricional de las vacas, que se evaluó por la condición corporal a inicio del entore. La información acerca de las alternativas de manejo nutricional del ternero destetado precozmente se presenta clasificada, según las condiciones pastoriles o de confinamiento. El manejo nutricional del ternero destetado precozmente en condiciones de pastoreo se caracteriza por el manejo basado en suplementación con concentrados (18 % de proteína cruda), a razón del 1 % del peso vivo animal. Esta estrategia permitió alcanzar comportamientos similares a los que el ternero hubiera experimentado de haber permanecido al pie de la vaca. El manejo nutricional del ternero destetado precozmente y manejado en confinamiento se plantea como una estrategia que permite obtener ganancias superiores a las que se logran en pastoreo, con conversión del alimento en torno a 3.5 kg de alimento/kg de peso vivo de ternero producido. Se concluye que el destete precoz es una alternativa tecnológica eficiente y eficaz para mejorar la productividad del rodeo de cría y que existen diferentes formas de realizarlo, que son adaptables al sistema de producción ganadero que se trate.

Palabras clave: *vacunos, amamantamiento, crecimiento, ternero, eficiencia*

### Introducción

La cría vacuna en países de América Latina se realiza en condiciones pastoriles y se caracteriza por baja eficiencia reproductiva, que se traduce a nivel de sistema de producción criador en bajo porcentaje de destete, cuando se relaciona el número de vacas que producen un ternero con la cantidad de vacas que se exponen anualmente a servicio. Ese bajo porcentaje de destete se debe, fundamentalmente, a la baja tasa de concepción que se explica por un anestro postparto muy prolongado, que impide que las vacas reinicien la actividad sexual antes de la retirada de los toros del rodeo, cuando se trabaja con un sistema de monta estacional (Simeone 2000). Si bien la problemática del comportamiento sexual de vacas destinadas a la producción de carne durante el puerperio se puede abordar de forma multifactorial, el estado nutricional de la vaca (Wettemann 2013) y el amamantamiento (Williams 1990) han sido identificados como los dos factores más importantes que inciden en la duración del anestro postparto (Short y Adams 1988).

<sup>1</sup>Paper presented at the V Congreso de Producción Animal Tropical, La Habana, Cuba, 2015

interruption of the cow-calf relationship 60 d post calving, has demonstrated to be a very efficient and effective technological alternative for improving the productivity of the calf rearing corrals. Its effect is mediated by the simultaneous influence of the mentioned two factors and it has been studied as technological tool for solving the problem of low reproductive efficiency of the calf rearing corrals (Simeone and Beretta 2002). The importance of the information created on early weaning in Latin America countries could vary as result of the specific peculiarities of each region which could give rise to a wide variety of approaches.

The objective of this paper is to summarize from the information generated in Latin America and Caribbean countries in general and, specifically, in Uruguay, the present awareness on early weaning, as technological tool of great impact on cattle productivity during the rearing stage, regarding its effect on cow reproduction as well as on calf development.

### **Early weaning and reproductive efficiency in breeding cows.**

#### *Theoretical bases of the early weaning effect.*

The early weaning technique while improving the reproductive performance is directed to the elimination of the endocrine restrictions during suckling (Williams 1990). But, mainly, leads to the improvement of the energetic balance of the post-calving cow through the elimination of the nutritional demands for milk production and the modifications in the energy division towards a recovery of the body condition (Short and Adams 1985). This promotes a fast return to the cyclic sexual activity and, consequently, a significant increase of the pregnancy rate. Nonetheless, and according to its way of action, results encountered demonstrate that the reproductive response to the application of early weaning is higher in those groups of animals forming part of the rearing corral, more energy demanding, that is: a) cows that calved and were mated under bad body condition and b) first calving cows.

Estimations realized by prediction equations for British breed cows (AFRC 1993) indicate that the elimination of the requirements for milk production is equivalent to an energy "savings" of 0.98 Mcal of metabolizable energy (ME) per milk liter not produced by the cow. From this estimation it can be calculated that for one beef cow with a daily production level of 7 L of milk with 3.4 % fat, early weaning would allow the availability, without modifications in the forage basis, of 6.86 Mcal of additional ME, that could be destined to the improvement of the body condition (BC) promoting the restart of the cyclic activity.

The removal of the calf from the cow at 60 d of age eliminates the inhibitory effects of the suckling act in the neuroendocrine hypothalamus-hypophysis-ovary

El destete precoz, entendido como la interrupción definitiva de la relación vaca-ternero a los 60 d postparto, ha demostrado ser una alternativa tecnológica muy eficiente y eficaz para mejorar la productividad de los rodeos de cría. Su efecto está mediado por la influencia simultánea de los dos factores mencionados y ha sido muy estudiado como herramienta tecnológica para solucionar el problema de la baja eficiencia reproductiva de los rodeos de cría (Simeone y Beretta 2002). El énfasis en la información generada acerca del destete precoz en los países de América Latina puede variar como resultado de las particularidades específicas de cada región, lo que da lugar a multiplicidad de enfoques.

El objetivo de este trabajo es resumir a partir de la información generada a nivel de los países de América Latina y el Caribe en general y, específicamente, en Uruguay, el estado actual de los conocimientos acerca del destete precoz, como herramienta tecnológica de gran impacto en la productividad de la ganadería durante la fase de cría, en lo que respecta a su efecto en la reproducción de las vacas como en el desarrollo de los terneros.

### **Destete precoz y eficiencia reproductiva en vacas de cría.**

*Bases teóricas del efecto del destete precoz.* La técnica del destete precoz, en tanto mejora el comportamiento reproductivo, se dirige a levantar restricciones de tipo endocrino durante el amamantamiento (Williams 1990). Pero, fundamentalmente, conlleva a mejorar el balance energético de la vaca en el posparto mediante la eliminación de las exigencias nutricionales para la producción de leche y las modificaciones en la partición de la energía hacia una recuperación del estado corporal (Short y Adams 1988). Esto promueve el rápido retorno a la actividad sexual cíclica y, consecuentemente, un significativo incremento de la tasa de preñez. Sin embargo, y en función de su modo de acción, los resultados hallados demuestran que la respuesta reproductiva a la aplicación del destete precoz es mayor en aquellos grupos de animales, que forman parte del rodeo de cría, más demandantes de energía, a saber: a) las vacas que parieron y llegaron al entore en peor estado corporal y b) las vacas de primer parto.

Estimaciones realizadas mediante ecuaciones de predicción para vacas de razas británicas (AFRC 1993) indican que la eliminación de los requerimientos para producción de leche equivale a un "ahorro" de energía de 0.98 Mcal de energía metabolizable (EM) por cada litro de leche que deja de producir la vaca. A partir de esta estimación se puede calcular que para una vaca de carne con nivel de producción diaria de 7 L de leche con 3.4 % de grasa, el destete precoz permitiría disponer, sin modificaciones en la base forrajera, de 6.86 Mcal de EM adicional, que se podrían destinar a mejorar la condición corporal (CC), promoviendo el reinicio de la actividad cíclica.

La remoción del ternero de la vaca a los 60 d de edad elimina los efectos inhibitorios del acto de

axis and increases the possibilities of the restart of the post calving sexual activity. This effect indicates that the calf presence could have greater effect on the length of post-partum anestrous than the suckling act of the calf *per se* (Griffith and Williams 1996).

*Effect of early weaning on the reproductive performance of breeding cows.* The suckling has an inhibitory effect on early ovulation during the post-partum, but this effect is extended in bony cows (Wettemann 2013). The reproductive response to the application of early weaning has been assessed in multiparous cows in different body condition and in primiparous cows. In table 1 are summarized the main

amamantamiento en el eje neuroendocrino hipotálamo-hipófisis- ovario, y aumenta las posibilidades del reinicio de la actividad sexual postparto. Este efecto indica que la presencia del ternero podría tener mayor efecto en la duración del anestro postparto que el acto de la mamada del ternero *per se* (Griffith y Williams 1996).

*Efecto del destete precoz en el comportamiento reproductivo en vacas de cría.* El amamantamiento tiene efecto inhibitorio en la ovulación temprana durante el postparto, pero este efecto se prolonga en vacas flacas (Wettemann 2013). La repuesta reproductiva a la aplicación del destete precoz se ha evaluado en vacas multíparas en diferente estado corporal y en vacas

Table 1. Gestation percentage in breeding cows grazing natural grasslands as response to the application of early weaning

Characterization of the rearing corral	Conventional weaning at 6-7 months	Early weaning	References
Breeding cows with BC at the beginning of mating higher than 4 <sup>1</sup>	80	95	Simeone <i>et al.</i> 1997a
Breeding cows with BC at the beginning of mating between 2.7 and 3	20	80	Simeone <i>et al.</i> 1997a
Primiparous breeding cows	40	90	Simeone and Lobato 1996

<sup>1</sup>Scale 1 to 8 (Orcasberro 1991)

results obtained in beef cows grazing natural grassland in Uruguay.

From the data of table 1 it can be inferred that all rearing corrals submitted to early weaning register systematically, pregnancy rates around 80 and 90 %. This represents a mean response of 30 to 40 percentile units, regarding the average weaning rate of the rearing corrals managed under extensive conditions. However, when early weaning is applied to the most sensible groups of the rearing corral, as to cows with BC lower than 3 or to primiparous cows, this response grows to values close to 50 percentage units. In these cases, even though there is a pregnancy improvement, the calving interval is not modified regarding the same cows without early weaning, which could even represent a delay in the next calving times. This latter must be considered to the effects of not affecting pregnancy in the following mating. On the contrary, the application of early weaning to cows in good body condition, even though pregnancy percentage is not significantly modified, it has been demonstrated to shorten the calving interval regarding cows in the same condition and mated with its calf that can be used as management tool for the concentration of calvings.

According to these evidences, the possibility that this technique have really positive effect on the rearing enterprise depends on its application in cows showing, at the beginning of mating, a body condition 3 or lower and in primiparous cows. For that, it is recommended, prior to mating, to form cow lots with this BC for later in these lots apply the early weaning,

primíparas. En la tabla 1 se resumen los principales resultados obtenidos en vacas de carne que pastorean campo natural en Uruguay.

De la información de tabla 1, se puede inferir que rodeos sometidos a destete precoz registran, sistemáticamente, tasas de preñez en torno a 80 y 90 %. Esto representa una respuesta media de 30 a 40 unidades porcentuales, con respecto a la tasa media de destete de los rodeos de cría manejados en condiciones extensivas. No obstante, cuando el destete precoz se aplica a los grupos más sensibles del rodeo, como las vacas con CC menor de 3 o las vacas primíparas, esta respuesta crece a valores cercanos a las 50 unidades porcentuales. En estos casos, si bien se registra la mejora de la preñez, no se modifica el intervalo parto-concepción respecto a las mismas vacas sin destete precoz, lo que puede representar, inclusive, retraso en las próximas pariciones. Esto último se debe considerar, a los efectos de no afectar la preñez en el entore siguiente. Contrariamente, la aplicación del destete precoz a vacas en buen estado corporal, si bien no modifica significativamente el porcentaje de preñez, ha demostrado acortar el intervalo parto-concepción, con respecto a vacas en igual estado y entoradas con cría al pie, lo que se puede utilizar como herramienta de manejo para la concentración de los partos.

De acuerdo con estas evidencias, la posibilidad de que esta técnica tenga realmente efecto positivo en la empresa criadora depende de su aplicación en vacas que tengan, a inicio de entore, un estado corporal 3 o inferior, y en vacas primíparas. Por ello, se recomienda, previo al entore, tratar de conformar lotes de vacas con esa

from the criteria related with the weight and age of the calves.

The alternative of realizing this task before mating has the inconvenience of working with the cattle with calves with the known problem of slow herd moving and other situations. For that, it is suggested to form cow lots with different BC at calving, so as at the mating time lots with different groups of cows are available: a) cows in bad BC ( $BC < 3.5$ ), to which early weaning could be applied; b) cows in intermediate condition (BC between 3.5 and 4), to which temporary weaning could be applied and c) cows with good BC ( $BC > 4$ ) not needing any suckling control technique.

Certainly, the classification of the breeding cows by different groups implies the availability of a specific infrastructure regarding the number of paddocks. If at the establishment time there are not sufficient paddocks as for managing three cow lots at calving, it is suggested its classification in two lots at least from BC 3.5 as division criterion. To the cows calving with  $BC < 3.5$  will be applied early weaning, while in cows with  $BC > 3.5$  other alternative techniques will be applied or no intervention will be made.

The economic viability of early weaning, as in any other technology, determines, of course, its adoption. Therefore this type of analysis must be realized for each one of the particular conditions in which it is applied. According to the previous statement, the highest bioeconomic impact will be attained on the basis of the application of temporary early weaning to thin cows (body condition between 3 and 3.5) in which the highest response is expected. The economic results of early weaning practiced temporarily can be measured as the extra benefit obtained per cow, which is determined by the extra income, derived from the implementation of the techniques minus the additional total cost of the new management. The extra income will correspond to the net increase in the pregnancy rate, materialized in the kilograms of calves weaned conventionally (approximately at 180 d of age) in the following year to the application of early weaning (representing 15 months of return on invested capital). In this type of evaluations, temporary early weaning is exceptionally made in a mating, returning the cows in the following to the mating without calf weaning. No changes are made on the forage bases used by the cows. The studies carried out for assessing the effects of the economic results from the application of early weaning, suggest that the utilization of this tool produces positive results concerning the input and product prices, since even under a situation of unfavorable price relation due to low calf prices, early weaning could be equally justified in such categories in which the response in terms of increase in the pregnancy rate is higher than 40 %. As previously indicated, primiparous cows and those arriving

CC, para luego en esos lotes aplicar el destete precoz, a partir de criterios relacionados con el peso y la edad de los terneros.

La alternativa de realizar este trabajo previo al entore, tiene el inconveniente de trabajar con ganado con ternero al pie, con el consabido problema de los arreos lentos y otras situaciones. Por ello, se sugiere formar lotes de vacas con diferente CC al parto, de modo que al momento del entore se tengan potreros con diferentes grupos de vacas: a) vacas en mala CC ( $CC < 3.5$ ), a las que se podría aplicar destete precoz; b) vacas en estado intermedio (CC entre 3.5 y 4), a las que se podría aplicar destete temporario y c) vacas con buena CC ( $CC > 4$ ), que no necesitarían ninguna técnica de control del amamantamiento.

Ciertamente, la clasificación de los vientres del rodeo en diferentes grupos implica la disponibilidad de cierto nivel de infraestructura, en lo que respecta al número de potreros. Si a nivel de establecimiento no se dispone de suficientes potreros como para manejar tres lotes de vacas en parto, se sugiere su clasificación en dos lotes al menos, a partir de la CC 3.5 como criterio de división. A las vacas que paren con  $CC < 3.5$  se aplicaría destete precoz, mientras que a las vacas que lo hacen con  $CC > 3.5$  se usarían otras técnicas alternativas o no se realizaría ninguna intervención.

La viabilidad económica del destete precoz, como la de cualquier otra tecnología, condiciona naturalmente su adopción, por lo que este tipo de análisis deberá ser realizado para cada una de las condiciones particulares en que se aplica. De acuerdo con lo anterior, el mayor impacto bioeconómico se logrará sobre la base de la aplicación del destete precoz coyuntural a vacas flacas (condición corporal entre 3 y 3.5), en las que se espera el mayor nivel de respuesta. El resultado económico del destete precoz realizado en forma coyuntural se puede medir como el beneficio extra que se obtiene por vaca, el cual está determinado por el ingreso extra, derivado de la implementación de la técnica menos el costo total adicional del nuevo manejo. El ingreso extra corresponderá al incremento neto en la tasa de preñez, materializado en los kilogramos de terneros destetados en forma convencional (aproximadamente a los 180 d de edad) en el año siguiente a la aplicación del destete precoz (representa 15 meses de retorno del capital invertido). En este tipo de evaluaciones, el destete precoz coyuntural, se realiza excepcionalmente en un entore, y al siguiente las vacas vuelven al entore con cría al pie, considerándose que no se realizan cambios en la base forrajera que utilizan las vacas. Los estudios realizados a los efectos de evaluar el resultado económico de la aplicación de destete precoz, sugieren que la utilización de esta herramienta arroja resultados positivos en lo que respecta a los precios de insumos y productos, ya que aun en una situación de relación de precios desfavorable por bajos precios del ternero, el destete precoz se podría justificar igualmente en aquellas categorías en las que la respuesta en términos de incremento en el porcentaje de preñez es superior a 40 %. Como se indicó anteriormente,



to mating with poor body condition (between 2.5 and 3) are two rearing categories in which there will be higher response to the application of early weaning. In these cases increase values of 50 % can be attained. The highest response in reproductive terms recorded in these categories will allow: a) pay rations at higher prices, or b) apply early weaning even at the perspective of low prices of the weaning calves.

### **Effect of early weaning on calf development.**

The application of early weaning in rearing corrals implies assuming the compromise of feeding the calves so as to attaining, at least, the same gain rates they would have reached if maintained with the cow until six months of age. Studies carried out by Monje and Hoffer in Argentina (INTA 1996) on the application of early weaning in rearing corrals under extensive cattle production and the creation of proposals for nutritional management of calves have been pioneers on this subject matter and have significantly contributed to the promotion of this technique. Therefore, the profile of the investigation developed in countries such as Uruguay has been the assessment of management alternatives of the calf feeding, adjusted to the specific production conditions. In studies of Simeone and Beretta (2002) great part of the information on this topic has been synthesized.

At the Intensive Beef Production Unit (IBPU) of the Faculty of Agronomy of Uruguay, the nutritional management of early weaned calves was dealt with considering the characteristics of the feeding system under grazing or confinement conditions. In this way, the final product of the studies would be the quantification of daily live weight gain of the early weaned calves according different management alternatives, product of the combination of pasture and supplement in the case of grassland systems and the conversion efficiency of the diet, when dealing with the feeding in the corral. In both cases, the generation of technical coefficients regarding the use of concentrates and coarse feeds has special importance since it constitutes a main input for the evaluation of the economic viability of the practice. Precisely, research studies realized at IBPU, the same as the starting of the early weaning practice at larger scale in the rearing corral of the Experimental Station "M. A. Cassinoni" and in commercial rearing corrals associated with the IBPU in the period 1997-2002, have served as experience for the implementation of the technique allowing today the formulation of recommendations for technicians and cattle producers of the Mercosur countries as the diverse regions of Latin America and the Caribbean.

Synthesizing, results derived from this investigation line on the management of early weaned calves can be grouped in two areas: nutritional management of

las vacas primíparas y aquellas que llegan al entore con baja condición corporal (entre 2.5 y 3), constituyen dos categorías del rodeo en las que existiría mayor repuesta a la aplicación del destete precoz. En estos casos se pueden alcanzar valores de incremento de 50 %. La mayor respuesta en términos reproductivos registrada en estas categorías permitiría: a) pagar raciones a mayores precios, o b) aplicar destete precoz aun ante la perspectiva de bajos precios de los terneros de destete.

### **Efecto del destete precoz en el desarrollo de los terneros.**

La aplicación de destete precoz en rodeos de cría implica asumir el compromiso de alimentar a los terneros, de modo que experimenten, por lo menos, las mismas tasas de ganancia que hubieran logrado de permanecer al pie de la vaca hasta los seis meses de edad. Los trabajos desarrollados por Monje y Hoffer en Argentina (INTA 2005) acerca de la aplicación del destete precoz en rodeos de cría en condiciones de ganadería extensiva y la generación de propuestas para el manejo nutricional de los terneros, han sido pioneros en esta temática y han contribuido, significativamente, a la promoción de esta técnica. Por ello, el perfil de la investigación desarrollada en países como Uruguay, ha sido la evaluación de alternativas de manejo de la alimentación del ternero, ajustadas a las condiciones específicas de producción. En trabajos de Simeone y Beretta (2002) se ha sintetizado gran parte de la información sobre este tema.

En la Unidad de Producción Intensiva de Carne (UPIC) de la Facultad de Agronomía de Uruguay, el manejo nutricional de los terneros destetados precozmente se abordó teniendo en cuenta las características del sistema de alimentación, en condiciones de pastoreo o en confinamiento. De esta forma, el producto final de las investigaciones sería la cuantificación de la ganancia diaria de peso vivo de los terneros destetados precozmente, según diferentes alternativas de manejo, producto de la combinación de pasto y suplemento, en caso de sistemas pastoriles, y la eficiencia de conversión de la dieta, cuando se tratara de alimentación en corral. En ambos casos, la generación de coeficientes técnicos con respecto al uso de alimentos concentrados y voluminosos tiene especial importancia por constituir un insumo fundamental para la evaluación de la viabilidad económica de la práctica. Precisamente, los trabajos de investigación realizados en la UPIC, al igual que la puesta en práctica del destete precoz a mayor escala en el rodeo de cría de la Estación Experimental "M. A. Cassinoni" y en rodeos comerciales asociados a la UPIC, en el período 1997-2002, han servido de experiencia para la implementación de la técnica, que permite hoy formular recomendaciones para técnicos y productores ganaderos de los países del Mercosur como de diversas regiones de América Latina y el Caribe.

A modo de síntesis, los resultados derivados de esta línea de investigación acerca del manejo de terneros

early weaned calves under grassland conditions and b) nutritional management of early weaned calves under confinement conditions.

*Management of grazing early weaned calves.* Research on the nutritional management of early weaned calves and managed under grazing conditions is directed towards development nutritional strategies that will allow obtaining in calves live weight gain rates similar to those that would be reached if maintained with the cow. In table 2 is shown a synthesis of the main results obtained at IBPU with the nutritional management of

de destete precoz, se pueden agrupar en dos áreas: a) manejo nutricional de terneros destetados precozmente en condiciones pastoriles y b) manejo nutricional de terneros destetados precozmente en condiciones de confinamiento.

*Manejo de terneros destetados precozmente en pasturas.* La investigación acerca del manejo nutricional de terneros destetados precozmente y manejados en condiciones pastoriles se orienta a desarrollar estrategias nutricionales que permitan obtener en terneros tasas de ganancias de peso vivo similares a las que hubieran obtenido de permanecer al pie de la vaca. En la tabla

Table 2. Daily weight gain in calves submitted to early weaning (EW) or managed suckling with the cow

Description of the production situation	Expected gain (kg/day)	Conversion efficiency of the ration <sup>3</sup>	References
Calves weaned at 6 months <sup>1</sup>	0.590		Simeone <i>et al.</i> (1997b)
EW in grasslands without ration <sup>2</sup>	0.201		Simeone <i>et al.</i> (1997b)
	0.249		Simeone <i>et al.</i> (1997c)
EW in grasslands with ration (0.5 % LW) <sup>2</sup>	0.390	2.2:1	Simeone <i>et al.</i> (1997c)
EW in grasslands with ration (1.0 % LW) <sup>2</sup>	0.517	2.8:1	Simeone <i>et al.</i> (1997c)
EW in grasslands with ration (1.5 % LW) <sup>2</sup>	0.580	3.7:1	Simeone <i>et al.</i> (1997c)

<sup>1</sup>Remaining with the cow in the grassland

<sup>2</sup>*Lotus corniculatus* grassland, DM assignment, forage 8 % live weight, forage availability above 2000 kg/ha for not limiting the intake capacity of the calf. Ration: concentrates (18 % protein, 80 % digestibility)

<sup>3</sup>Ration consumed (kg) per kg additional live weight regarding not supplemented calves

the early weaned grazing calf.

Data demonstrate the productive viability of the early weaning under grazing conditions, since animal performance is similar to that reached in the suckling calf. For attaining this objective, experimental data suggest calf grazing management with forage supply (FS) of 8 kg DM/100 kg live weight and supplementing with an energy-protein concentrate (18 % protein, 80 % digestibility). It has been identified a supplementation level of 1 % live weight as that optimizing gains (Simeone *et al.* (1997c).

Certainly the nutritional management of 80 kg live weight calves involves an important operative challenge at production system level. Thus, emphasis has been made in the development of a very detailed protocol guaranteeing the before mentioned productive objectives (Simeone and Beretta 2002). Early weaning must be divided into two stages: I) weaning and adaptation of the calf to the new diet (10 – 15 d) and II) grassland management and supplementation (60 to 90 d).

During the first period, calves must be recovered from the weaning stress and learn consuming a high quality solid diet that will stimulate ruminal development. The definitive result of the technique at five or six months of age depends directly from the success in this stage. Regarding the weight and age of the calf, it is suggested considering a minimum critical weight of 70 kg, considered as a reliable value, in case calving date is known, 60 d as minimum age

2 se presenta una síntesis de los principales resultados obtenidos en la UPIC con el manejo nutricional del ternero destetado precozmente en pasturas.

Los datos demuestran la viabilidad productiva del destete precoz en condiciones pastoriles, ya que el comportamiento animal es similar al que hubiera conseguido el ternero al pie de la vaca. Para alcanzar este objetivo, los datos experimentales sugieren manejar los terneros en praderas, con asignación de forraje (AF) de 8 kg de MS/100 kg de peso vivo, y suplementar con concentrado energético proteico (18 % proteína, 80 % digestibilidad). Se ha identificado un nivel de suplementación del 1 % del peso vivo, como el que optimiza las ganancias (Simeone *et al.* 1997c).

Ciertamente, el manejo nutricional de terneros de 80 kg de peso vivo implica un desafío operativo importante a nivel de sistema de producción, por lo que se ha enfatizado en el desarrollo de un protocolo muy detallado, que garantiza los objetivos productivos antes explicitados (Simeone y Beretta 2002). El destete precoz se debe dividir en dos etapas: I) el destete y adaptación del ternero a la nueva dieta (10 -15 d) y II) el manejo en el campo y la suplementación (60 a 90 d).

Durante el primer período, los terneros se deben recuperar del estrés del destete y aprender a consumir una dieta sólida de alta calidad que estimulará el desarrollo ruminal. El resultado definitivo de la técnica a los cinco o seis meses de edad depende directamente del éxito en esta etapa. En lo que respecta al peso y edad del ternero, se sugiere considerar un peso crítico mínimo

for weaning. It is recommended a quick weaning in the establishment corrals, early in the morning. Cows must be immediately transferred to a far paddock for assuring the definitive interruption of the cow-calf relationship. Aspects related with calf health must be guaranteed and the application of antiparasitic treatments and vaccinations for preventing diseases as kerato-conjunctivitis, clostridiosis, infectious bovine rhino-tracheitis and viral diarrhea (bovine) among others. The adaptation of the calf to the solid diet is the key and this period must last 10 d, approximately, although under problematic situations can be extended to 15 d. Data created at the IBPU suggested dividing this stage in four phases:

- Phase 1 (day 1). It corresponds to the day when weaning is carried out. Calves are maintained in the corrals only with shade and water, without access to any type of feed. Calves move around and bleat until they stay calm.

- Phase 2 (day 2). In the morning feed is offered, placing manually the stripped down bale, as floor cover of the feeding trough at a rate of 0.500 kg/animal. The concentrate is distributed on the bale at a rate of 0.250 kg/animal. It is essential to allow the animals the access to the feeding troughs once finished feed distribution so as there is equal consumption opportunities for all calves. To these effects it is recommended the availability of other short passage next to the adaptation corral or to put a temporary sub-division with electric wire at the corner of the corral, only while feeds are placed in the feeding troughs.

- Phase 3 (day 3 to 9). From the third day it starts to increase daily the supply of concentrates at a rate of 0.250 kg/animal, until reaching 1 % of the live weight. At the last hour of the afternoon the removal of the surplus feed is conducted. If there is no feed, the bale can be gradually increased until attaining 1 % live weight. At this moment all animals must eat uniformly.

- Phase 4 (day 10). The supply of the bale is discontinued and the concentrate offered in the paddock where the animals will be managed with the utilization of a feeding trough similar to that of the corral. Once the supplement is consumed, calves are released to the pasture.

On following these steps it has been demonstrated that the percentage of calves not consuming the concentrate adequately is practically null. It has been achieved that calves maintain an acceptable performance during the adaptation period without weight losses or moderate average gains.

Regarding the management, during the second stage in the field, it is recommended that during the first three days of concentrate consumption, the staff observe attentively animal performance to know which animals do not consume concentrate or is

de 70 kg, considerado como valor seguro o, en caso de tener conocimiento de la fecha de parto, 60 d como edad mínima para realizar el destete. Se recomienda realizar el destete de forma rápida, en los corrales del establecimiento, temprano en la mañana. Se deben trasladar inmediatamente las vacas a un potrero lejano para asegurar la interrupción definitiva de la relación vaca-ternero. Los aspectos relacionados con la sanidad del ternero se deben asegurar y se recomienda aplicar los tratamientos antiparasitarios y vacunaciones para prevenir enfermedades, como queratoconjuntivitis, clostridiosis, rinotraqueitis infecciosa bovina y diarrea viral (bovina, entre otras), entre otras. Adaptar al ternero a la dieta sólida es clave, y este período debe durar 10 d, aproximadamente, aunque en situaciones problemáticas se puede extender a 15 d. Los datos generados en la UPIC sugieren dividir esta etapa en cuatro fases:

- Fase 1 (día 1). Corresponde al día en que se realiza el destete. Los terneros permanecen en los corrales solamente con sombra y agua, sin acceso a ningún tipo de alimento. Los terneros costean los corrales y dan balidos hasta que quedan tranquilos.

- Fase 2 (día 2). En la mañana se ofrece el alimento, colocando el fardo desarmado manualmente, a modo de cobertura del piso del comedero, a razón de 0.500 kg/ animal. Se distribuye el concentrado sobre el fardo, a razón de 0.250 kg/animal. Es fundamental permitir el acceso de los animales a los comederos, una vez que se haya finalizado la distribución del alimento, de modo que haya igualdad de oportunidades de consumo para todos los terneros. A estos efectos se recomienda disponer de otro brete al lado del corral de adaptación o bien armar una subdivisión temporal con alambre eléctrico en la esquina del corral, solamente mientras se colocan los alimentos en los comederos.

- Fase 3 (día 3 a 9). A partir del tercer día se comienza diariamente a aumentar el suministro del concentrado, a razón de 0.250 kg/animal, hasta alcanzar 1 % del peso vivo. A última hora de la tarde, se continúa retirando el alimento sobrante. De no existir, se puede aumentar gradualmente el fardo hasta llegar a 1% del peso vivo. En este momento, todos los animales deben comer uniformemente.

- Fase 4 (día 10). Se suspende el suministro de fardo y el concentrado se suministra en el potrero donde se van a manejar los animales, con la utilización de un comedero similar al del corral. Una vez que consumieron el suplemento, los terneros se sueltan al pasto.

Al seguir estos pasos, se ha constatado que el porcentaje de terneros que no consumen el concentrado adecuadamente es prácticamente nulo. Se ha logrado que los terneros mantengan un comportamiento aceptable durante el período de adaptación sin pérdidas de peso o ganancias promedio moderadas.

En lo que respecta al manejo, durante la segunda etapa en campo se recomienda que, durante los tres primeros días de consumo de concentrado, el personal observe

dispersed when supplied, registering the problem cases. It is suggested to offer the concentrate early in the morning avoiding the high temperature hours. For attaining that all animals consume orderly, one next the other, it is essential to maintain a strict routine and to respect the supply hours of the concentrate. In this way the access of the animals to the feeding trough is avoided until the concentrate distribution is finished. Just like that during the adaptation to the feed, it can be available at some paddock corner an electric wire for establishing a temporary subdivision where the calves wait, while the workers place the feed in the feeding trough. The staff must observe daily the animals for identifying eventual sanitary problems in which the veterinary doctor must examine (actinomycosis, respiratory problems, severe kerato-conjunctivitis and deaths of unknown cause, among others). Also they must realize the normal management that takes place during establishment (treating miasis and identifying dominance problems between animals, among others).

*Management of early weaned calves under confinement conditions (EWC).* The research concerning the nutritional management of early weaned calves under confinement has followed a different logic regarding the early weaning under grazing, since different productive objectives are considered. While, the management under grazing states as central axis to obtain the same performance that a suckling control, the stabled management is presented as a correcting option and accepts the challenge of exceeding significantly that performance.

Results achieved demonstrate the possibility of attaining performances around 1.2 kg/d in early weaned calves, managed under confinement with high concentrate diets. A conversion efficiency of 3.5 kg of dry matter of feed/kg live weight gain is obtained. This opens an interesting perspective for improving the productivity of the rearing phase, since it assures the possibility of attaining a calf of six month of age with 230 kg live weight and, at the same time, fulfill with high gestation in its dams. The excellent calf conversion during confinement makes viable the application of this option from the economic point of view in a broad scenario of feed and calf prices.

Some aspects related with the application of EWC merit particular attention on analyzing this technological alternative for cattle production systems. Among these outstands the evaluation of the effect of animal welfare by the decrease of the caloric stress and of the type of protein used in the diet formulation.

Simeone *et al.* (2012) reported an experiment realized at the North Littoral of Uruguay, directed to assess the effect of the shade on the performance of early weaned calves ( $86.6 \pm 11.5$  kg) fed under confinement conditions during the first three months

atentamente el comportamiento de los animales para saber qué animales no consumen concentrado o se dispersan cuando se suministra, registrando los casos problema. Se sugiere ofrecer el concentrado temprano en la mañana, evitando los horarios de altas temperaturas. Para lograr que todos los animales consuman ordenadamente, uno al lado del otro, es fundamental mantener una rutina estricta y respetar el horario de suministro del concentrado. Se evita así el acceso de los animales al comedero, hasta tanto no se haya terminado la distribución del concentrado. Al igual que durante la adaptación al alimento, se puede disponer, en alguna esquina del potrero, de un alambre eléctrico para armar una subdivisión temporal, donde los terneros esperan, mientras los operarios colocan el alimento en el comedero. Diariamente, el personal de campo debe observar los animales para identificar problemas sanitarios eventuales en los que deba actuar el médico veterinario (actinomicosis, problemas respiratorios, queratoconjuntivitis severa y muertes sin causa conocida, entre otros.). También debe realizar el manejo normal que tiene lugar en el establecimiento (curar miasis e identificar problemas de dominancia entre animales, entre otros.)

*Manejo de terneros destetados precozmente en condiciones de confinamiento (DPC).* La investigación en relación con el manejo nutricional de terneros destetados precozmente en condiciones de confinamiento ha seguido una lógica diferente con respecto al destete precoz sobre pasturas, pues plantean objetivos productivos diferentes. Mientras, el manejo sobre base pastoril plantea como eje central obtener el mismo comportamiento que un testigo al pie de la vaca, el manejo en estabulación se presenta como una opción correctora y acepta el desafío de superar significativamente ese comportamiento.

Los resultados obtenidos demuestran que es posible lograr comportamientos en torno a 1.2 kg/d en terneros destetados precozmente, manejados en confinamiento con dietas con alto nivel de concentrado. Se obtiene eficiencia de conversión de 3.5 kg de materia seca de alimento/kg de peso vivo ganado. Esto abre una interesante perspectiva para mejorar la productividad de la fase de cría, ya que asegura la posibilidad de lograr un ternero de seis meses de edad con 230 kg de peso vivo y, al mismo tiempo, cumplir con la alta preñez en sus madres. La excelente conversión del ternero durante el confinamiento viabiliza la aplicación de esta opción desde un punto de vista económico en un escenario amplio de precios de alimento y de ternero.

Algunos aspectos relacionados con la aplicación del DPC merecen particular atención al analizar esta alternativa tecnológica para sistemas de producción ganaderos. Entre estos se destacan la evaluación del efecto del bienestar animal por la disminución del estrés calórico y del tipo de proteína utilizada en la formulación de la dieta.

Simeone *et al.* (2012) informaron de una experiencia realizada en el Litoral Norte de Uruguay, dirigida a evaluar el efecto de la sombra en el comportamiento de terneros destetados precozmente ( $86.6 \pm 11.5$  kg), alimentados en



post-weaning: a) management in corrals with free access to artificial shade in the corral and b) management in corrals without shade. Weight gains attained were high, in absolute terms and when compared to mean gains obtained in suckling calves or early weaned and supplemented under grazing (Simeone and Beretta 2002). This response was expected given the higher energy concentration of the diet and the *ad libitum* supply of the feed. However, even under conditions of expression of the animal's potential it was verified that calves with access to the shade registered average daily gains of live weight significantly higher than those with no access to it (1.45 vs. 1.30 kg/d  $P < 0.05$ ). Feed consumption tended to be higher in animals that had access to the shade (5.3 vs. 5.0 kg of dry matter/d;  $P = 0.1034$ ). Nonetheless the highest daily weight gain determined better feed conversion efficiency (3.68 vs. 3.91 kg DM/kg LW gained;  $P = 0.07$ ). These evidences suggest that the environmental conditions registered during the summer predispose to the heat stress in early weaned calves. The possibility of having a shade area reduces this effect. Animals with access to the shade showed lower stress symptoms, mainly, lower respiratory rate and better productive performance (Simeone *et al.* 2012). This could have important implications for countries of tropical cattle production where temperatures can be higher.

Concerning the type of protein to be used in the diet formulation for early weaning calves, characteristics of this animal category are determinant factors. Early weaned calves present high protein demand and low daily consumption of dry matter. The contribution of metabolizable protein (MP) from the microbial protein can result insufficient for covering the daily ME requirements. In this case, the contribution of protein source supplying with higher diet contribution of non degradable protein in the rumen (NDPR) could improve the performance of early weaned calves. Likewise, higher contribution of NDPR will also offer the possibility of adjusting more precisely the requirements of some metabolizable amino acids which are essential. This could improve the weight gain or the conversion efficiency and even, both. Some background show that in iso-nitrogenous diets, the supply of increasing levels of fish meal (+ 80 % NDPR) (NRC 2000) to crossbred Frame steers half-confined (231 kg) increased amino acid absorption at duodenal level and modified the plasma amino acid profile regarding the use of urea as supplementary source (Zinn and Shen 1998), improving the energetic efficiency and the contribution of net energy of the feed.

The protein supplement varies, not only in the protein contribution (% DM) but also in the NDPR (% CP) and in the amino acid profile of this fraction (NRC 2000). The sources of true protein most commonly used in the formulation of rations for early weaned calves include soybean meal or sunflower expeller

condiciones de confinamiento durante los primeros tres meses postdestete: a) manejo en corrales con libre acceso a sombra artificial en el corral, b) manejo en corrales sin sombra. Las ganancias de peso logradas fueron altas, en términos absolutos y al compararlas con ganancias medias obtenidas en teneros al pie de la vaca o destetados precozmente y suplementados en pastoreo (Simeone y Beretta 2002). Esta respuesta era la esperada, dada la mayor concentración energética de la dieta y la oferta *ad libitum* de alimento. Sin embargo, aun en condiciones de expresión del potencial animal, se constató que los terneros con acceso a sombra registraron ganancias medias diarias de peso vivo significativamente más altas que aquellos que no tuvieron acceso a ella (1.45 vs 1.30 kg/d;  $P < 0.05$ ). El consumo de alimento tendió a ser superior en animales que tuvieron acceso a la sombra (5.3 vs 5.0 kg de materia seca/d;  $P = 0.1034$ ). No obstante, la mayor ganancia diaria de peso determinó mejor eficiencia de conversión del alimento (3.68 vs. 3.91 kg MS/kg PV ganado;  $P = 0.07$ ). Estas evidencias sugieren que las condiciones ambientales registradas durante el verano predisponen al estrés térmico en terneros destetados precozmente. La posibilidad de tener un área de sombra atenúa este efecto. Los animales con acceso a la sombra mostraron menores síntomas de estrés, fundamentalmente menor tasa respiratoria y mejor comportamiento productivo (Simeone *et al.* 2012). Esto podría tener importantes implicaciones para países de ganadería tropical, en los que las temperaturas pueden llegar a ser más altas.

En lo que respecta al tipo de proteína a utilizar en la formulación de la dieta para terneros de destete precoz, son determinantes las características de esta categoría animal. Los terneros destetados precozmente presentan alta demanda proteica y bajo consumo diario de materia seca. El aporte de proteína metabolizable (PM) a partir de la proteína microbiana puede resultar insuficiente para satisfacer las exigencias diarias de PM. En este caso, el aporte de fuentes proteicas que contribuyan con mayor aporte dietario de proteína no degradable en el rumen (PNDR) podría mejorar el comportamiento de terneros destetados precozmente. Asimismo, mayor aporte de PNDR ofrecería también la posibilidad de ajustar, de forma más precisa, los requerimientos de algunos aminoácidos metabolizables que son indispensables, lo que podría mejorar la ganancia de peso o la eficiencia de conversión e incluso, ambas. Algunos antecedentes muestran que en dietas isonitrogenadas, el suministro de niveles crecientes de harina de pescado (+ 80 % PNDR) (NRC 2000) a novillos cruza de Frame medio confinados (231 kg) aumentó la absorción de aminoácidos a nivel duodenal y modificó el perfil de aminoácidos en plasma, en relación con el uso de urea como fuente suplementaria (Zinn y Shen 1998), mejorando la eficiencia energética y el aporte de energía neta del alimento.

Los suplementos proteicos varían, no solo en el aporte de proteína (% MS) sino en el de PNDR (% PC) y en el perfil de aminoácidos de esta fracción (NRC 2000). Las fuentes de proteína verdadera más comúnmente

which NDPR varies between 20 and 35 % (NRC 2000). In this context, the substitution of this type of supplement by other protein sources of poorer ruminal degradability could improve the performance of early weaned calves and fed in corrals. From this hypothesis at the IBPU was carried out an experimental study to assess the effect of various protein sources differing in the ruminal degradability of the protein contributed as ration ingredients for early weaned calves (Beretta *et al.* 2012).

Results obtained indicate significant effect of the protein source on daily live weight gain of the calves ( $P < 0.05$ ). There was lower gain in calves receiving non protein nitrogen as supplementary protein source (0.859 kg/d) regarding those receiving soybean (0.990 kg/d) or fish meals (0.995 kg/d) which did not differ ( $P < 0.05$ ). Dry matter intake of the diet did not vary between treatments. This was expected since the study was realized with fixed feed supplies. As consequence, the conversion efficiency (kg DM of feed consumed/kg live weight gained) tended ( $P = 0.070$ ) to be better for the treatments with soybean or fish meals compared to that of urea. As average, calves receiving urea required 13.4 % and 15.8 % more of feed for each kilogram of live weight gained regarding those receiving soybean or fish meals, respectively. These results suggest there is positive response in live weight gain when the non degradable protein in the rumen is increased, probably associated with the augment of the intestinal absorption of MP. This can be explained since, in a certain way the NDPR will compensate a lower microbial protein synthesis in an animal category with a development rumen.

### Conclusions

Early weaning is a management practice allowing the increase of the reproductive performance of the cows. Background point that in British cattle, continental, Indian or in its crosses, it is reasonable to expect pregnant percentages of cows early weaned around 85 – 90 %. The effect of this practice is higher in second mating cows and with poor body condition ( $CC < 3$ ). Body condition at the beginning of mating can be an adequate criterion for deciding when the early weaning must be applied.

It is necessary to create more information allowing the characterization with greater precision of the existing relationships between the nutritional stage of the animal and the response to early weaning, as well as the existing interaction with other management practices as stocking rate adjustment (INTA 1996), season and mating length (Bermúdez *et al.* 2005), management of the natural grassland and intervention of hormonal treatments (Menchaca *et al.* 2013). The quantification of these relationships will positively contribute to increase the productivity of the rearing phase.

usadas en la formulación de raciones para terneros de destete precoz comprenden la harina de soja o expeller de girasol, cuya PNDR varía entre 20 y 35 % (NRC 2000). En este contexto, la sustitución de este tipo de suplemento por otras fuentes proteicas de menor degradabilidad ruminal podría mejorar el desempeño de los terneros destetados precozmente y alimentados en corral. A partir de esta hipótesis, se llevó a cabo en la UPIC un trabajo experimental dirigido a evaluar el efecto de diferentes fuentes proteicas que difieren en la degradabilidad ruminal de la proteína aportada, como ingredientes de raciones para terneros de destete precoz (Beretta *et al.* 2012).

Los resultados obtenidos indican efecto significativo de la fuente de proteína en la ganancia diaria de peso vivo de los terneros ( $P < 0.05$ ). Se observó menor ganancia en terneros que recibían nitrógeno no proteico (urea) como fuente suplementaria de proteína (0.859 kg/d) con respecto a aquellos que recibían harina de soja (0.990 kg/d) o de pescado (0.995 kg/d), que no difirieron entre sí ( $P > 0.05$ ). El consumo de materia seca de la dieta no varió entre tratamientos, lo que era de esperar porque se trabajó con ofertas fijas de alimento. Como consecuencia, la eficiencia de conversión (kg MS de alimento consumida/kg de peso vivo ganado) tendió ( $P = 0.070$ ) a ser mejor para los tratamientos con harina de soja o pescado en comparación con el de urea. Como promedio, los terneros que recibieron urea requirieron 13.4 % y 15.8 % más de alimento por cada kilogramo de peso vivo ganado, con respecto a aquellos que recibieron harina de soja o de pescado, respetivamente. Estos resultados, sugieren que existe respuesta positiva en ganancia de peso vivo ante el aumento del contenido de proteína no degradable en rumen, probablemente asociado al incremento de la absorción intestinal de PM. Esto se puede explicar porque, de cierta forma, la PNDR compensaría una menor síntesis de proteína microbiana en una categoría animal con un rumen en desarrollo.

### Conclusiones

El destete precoz es una práctica de manejo que permite aumentar el comportamiento reproductivo de las vacas. Los antecedentes señalan que en ganado británico, continental, índico o en sus cruza, es razonable esperar porcentajes de preñez de vacas destetadas precozmente en torno a 85 - 90 %. El efecto de esta práctica es mayor en vacas de segundo entore y con baja condición corporal ( $CC < 3$ ). La condición corporal a inicio del entore puede ser un criterio adecuado para decidir cuándo aplicar el destete precoz.

Es necesario generar más información que permita caracterizar con mayor precisión las relaciones existentes entre el estado nutricional del vientre y la respuesta al destete precoz, así como la interacción existente con otras prácticas de manejo como ajuste de carga (INTA 1996), época y duración del entore (Bermúdez *et al.* 2005), manejo del campo natural e intervención de tratamientos hormonales (Menchaca *et al.* 2013). La cuantificación de estas relaciones contribuirá positivamente a aumentar

Diverse options of nutritional management for early weaned calves have been developed under grazing conditions as in confinement. Data gathered in that regard indicate that under grazing, with supplementation strategy with energetic-protein balanced feeds at 1 % live weight, it is possible attaining the same gain rate as in the suckling calf, while under confinement, with high proportion of concentrate in the diet, it is even possible to duplicate that performance. The definition of one or other option will depend on the characteristics of the production system in question.

la productividad de la fase de cría.

Se han desarrollado diversas opciones de manejo nutricional para terneros destetados precozmente, en condiciones de pastoreo como en confinamiento. La información recopilada al respecto señala que en pastoreo, con estrategia de suplementación con balanceados energético-proteicos al 1% del peso vivo, es posible alcanzar la misma tasa de ganancia que si el ternero hubiera permanecido al pie de la vaca, mientras que en confinamiento, con alta proporción de concentrado en la dieta, es posible hasta duplicar ese comportamiento. La definición de una opción u otra dependerá de las características del sistema de producción de que se trate.

### References

- AFAC. 1993. Energy and Protein requirements of ruminants. Cambridge. CABI. 159 p.
- Beretta V., Simeone A., Elizalde J., Gamba D. & Terzian A. 2012. "Effect of protein source on feedlot performance of early-weaned beef calves". In: Book of Abstracts of the 63rd Annual Meeting of the European Association for Animal Production, Bratislava, Slovakia: Wageningen Academic Pub, p. 118, ISBN: 978-90-8686-206-1.
- Bermúdez S., Canon F. & Capurro A. 2005. Efectos de la época de servicios sobre la evolución del estado nutricional en tres momentos críticos del ciclo productivo y la eficiencia reproductiva de vacas Hereford destetadas precozmente. Graduate Theses, Facultad de Agronomía, Universidad de la República, 84 p.
- Galli I., Monje A., Vittone S., Sampedro D. & Busto C. 2005. Destete precoz en la cría vacuna. Manual para la toma de decisiones y ejecución de la técnica. (ser. Manual Cría Vacuna), vol. 2, Argentina: Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria, 64 p., Available: <<http://inta.gov.ar/documentos/destete-precoz-en-cria-vacuna>>, [Consulted: March 10, 2016].
- Griffith M. K. & Williams G. L. 1996. "Roles of maternal vision and olfaction in suckling-mediated inhibition of luteinizing hormone secretion, expression of maternal selectivity, and lactational performance of beef cows". *Biology of Reproduction*, 54 (4): 761–768, ISSN: 0006-3363, 1529-7268, DOI: 10.1095/biolreprod54.4.761.
- INTA. 1996. Destete precoz en la cría vacuna: manejo de terneros de destete. Concepción del Uruguay. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. 22p.
- Menchaca A., Núñez R., de Castro T., Pintos C. G. & Cuadro F. 2013. "Implementación de Programas de IATF en rodeos de cría". Seminario de Actualización Técnica: Cría Vacuna, (208: 229–246, ISSN: 1688-9266.
- National Research Council. 2000. Nutrient Requirements of Beef Cattle. 7th ed., Washington, D.C.: National Academies Press, 248 p., ISBN: 978-0-309-06934-2, Available: <<http://www.nap.edu/catalog/9791>>, [Consulted: February 24, 2016].
- Orcasberro R. 1991. "Estado corporal, control del amamantamiento y performance reproductiva de rodeos de cría". In: Carambula M., Vaz M. D. & Indarte E. (eds.), Pasturas y Producción Animal en Áreas de Ganadería Extensiva, 2nd ed., Montevideo: INIA, pp. 158–163, ISBN: 9974-38-009-X.
- Short R. E. & Adams D. C. 1988. "Nutritional and Hormonal Interrelationships in Beef Cattle Reproduction". *Canadian Journal of Animal Science*, 68 (1): 29–39, ISSN: 0008-3984, DOI: 10.4141/cjas88-003.
- Simeone A. 2000. "Destete temporario, destete precoz y comportamiento reproductivo en vacas de cría en Uruguay". *Estrategias para acortar el anestro posparto en vacas de carne*, (108: 35–39, ISSN: 1688-9266.
- Simeone A. & Beretta V. 2002. Destete Precoz en ganado de carne. Montevideo: Hemisferio Sur, 119 p., ISBN: 9974-645-23-9.
- Simeone A., Beretta V., De León M., Silvera E., Torres S. & Widmaier G. 1997a. "Efecto del nivel de suplementación en pasturas sobre la ganancia de peso de terneros destetados precozmente". *Revista Argentina de Producción Animal*, 17 (Supl. 1), p. 60, ISSN: 0326-0550, 2314-324X.
- Simeone A., Beretta V., Elizalde J. C. & Caorsi C. J. 2012. "Efecto de la sombra sobre la performance de terneros de destete precoz alimentados a corral". *Revista Argentina de Producción Animal*, 32 (Supl. 1), p. 194, ISSN: 0326-0550, 2314-324X.
- Simeone A. & Lobato J. F. P. 1996. "Efeitos da lotação animal em campo nativo e do controle da amamentação no comportamento reprodutivo de vacas de corte primíparas". *Revista Brasileira de Zootecnia*, 25 (6): 1216–1227, ISSN: 1806-9290.
- Simeone A., Trujillo A. I., Córdoba G., Gil J., Rodríguez M., Bejérez A., Zanoniani R., Baccino F. & Umpiérrez M. 1997b. "Efecto del destete precoz y de dos sistemas de alimentación post-destete sobre la ganancia de peso de terneros Hereford hasta los 15 meses de edad". *Revista Argentina de Producción Animal*, 17 (1): 58–59, ISSN: 2314-324X, 0326-0550.
- Simeone A., Trujillo A. I., Córdoba G., Gil J., Rodríguez M., Zanoniani R., Botello A., Bejérez A. & Fonseca F. 1997c. "Efecto del destete precoz sobre el estado corporal, la ganancia de peso y el comportamiento reproductivo de vacas Hereford pastoreando campo natural". *Revista Argentina de Producción Animal*, 17 (1), p. 258, ISSN: 0326-0550, 2314-324X.
- Wettemann R. P. 2013. "Nutritional influences on reproduction of beef cows". Seminario de Actualización Técnica: Cría Vacuna, (208: 247–264, ISSN: 1688-9266.
- Williams G. I. 1990. "Suckling as a regulator of postpartum rebreeding in cattle: a review". *Journal of animal science*, 68 (3): 831–852, ISSN: 0021-8812.