

UNIVERSIDAD DE LA REPÚBLICA

FACULTAD DE AGRONOMÍA

EFFECTO DE DIFERENTES OFERTAS DE FORRAJE DEL CAMPO NATURAL
DURANTE EL PRE Y POSPARTO DE VACAS PRIMÍPARAS SOBRE LA
RESPUESTA PRODUCTIVA DEL TERNERO

por

Ramiro SAN JULIÁN
Juan ALONSO
Pablo DÁVILA

TESIS presentada como uno de los
requisitos para obtener el título de
Ingeniero Agrónomo

MONTEVIDEO
URUGUAY
2015

Tesis aprobada por:

Director:

Ing. Agr. PhD. Mariana Carriquiry Fossemale

Ing. Agr. Martín Claramunt

Ing. Agr. Ana Laura Asstesiano Dickson

Fecha: 28 de agosto de 2015

Autor:

Ramiro San Julián

Juan Alonso

Pablo Dávila

AGRADECIMIENTOS

A nuestras familias que nos brindaron un apoyo incondicional, fundamental para nuestra formación como profesionales y como personas.

Especialmente a Mariana Carriquiry, Ana Laura Astessiano, Alberto Casal, Martín Claramunt y Ana Espasandín tanto desde el punto de vista formativo o profesional como humano.

A nuestros amigos y compañeros que nos acompañaron durante todo el proceso, a Federico Gastelumendi, Joaquín Pons y Juan Armand Ugon con los cuales compartimos muchos momentos del experimento.

TABLA DE CONTENIDO

| | Página |
|--|--------|
| PÁGINA DE APROBACIÓN..... | II |
| AGRADECIMIENTOS..... | III |
| LISTA DE CUADROS E ILUSTRACIONES..... | VI |
| | |
| 1. <u>INTRODUCCIÓN</u> | 1 |
| 1.1. OBJETIVO GENERAL..... | 2 |
| 1.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS..... | 2 |
| | |
| 2. <u>REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA</u> | 3 |
| 2.1. DEFINICIÓN DE CRECIMIENTO Y CRECIMIENTO COMPENSATORIO..... | 3 |
| 2.2. CRECIMIENTO DEL TEJIDO MUSCULAR Y ADIPOSO..... | 5 |
| 2.3. NUTRICIÓN EN ETAPA FETAL Y POSTNATAL Y CRECIMIENTO Y DESARROLLO DEL TERNERO..... | 6 |
| 2.3.1. <u>Nutrición durante la gestación</u> | 7 |
| 2.3.2. <u>Nutrición postnatal pre-destete y producción de leche</u> | 9 |
| 2.4. PRINCIPIO, VENTAJAS Y DESVENTAJAS DE LA TÉCNICA DE DILUCIÓN DE LA UREA PARA PREDECIR LA COMPOSICIÓN CORPORAL. ECUACIONES DE PREDICCIÓN..... | 11 |
| 2.5. HIPÓTESIS..... | 14 |
| | |
| 3. <u>MATERIALES Y MÉTODOS</u> | 15 |
| 3.1. LOCALIZACIÓN Y PERÍODO EXPERIMENTAL..... | 15 |
| 3.2. SUELOS..... | 15 |
| 3.3. PASTURAS..... | 15 |
| 3.4. DISEÑO EXPERIMENTAL Y ANIMALES..... | 15 |
| 3.5. REGISTROS Y MEDICIONES..... | 18 |
| 3.5.1. <u>Pastura</u> | 18 |
| 3.5.2. <u>Animal</u> | 18 |
| 3.6. CÁLCULOS Y ANÁLISIS ESTADÍSTICO..... | 20 |
| | |
| 4. <u>RESULTADOS</u> | 21 |
| 4.1. PESO VIVO..... | 21 |
| 4.2. COMPOSICIÓN CORPORAL..... | 22 |
| 4.3. ESPESOR DE GRASA SUBCUTÁNEA..... | 23 |
| 4.4. COMPORTAMIENTO..... | 25 |
| 4.5. PRODUCCIÓN DE LECHE MADRES..... | 25 |

| | |
|------------------------------|----|
| 5. <u>DISCUSIÓN</u> | 27 |
| 6. <u>CONCLUSIONES</u> | 31 |
| 7. <u>RESUMEN</u> | 32 |
| 8. <u>SUMMARY</u> | 34 |
| 9. <u>BIBLIOGRAFÍA</u> | 36 |

LISTA DE CUADROS E ILUSTRACIONES

| Cuadro No. | Página |
|--|--------|
| 1. Oferta, disponibilidad y altura del forraje según tratamiento y estación del año..... | 17 |
| 2. Efecto de la combinación de la oferta de forraje preparto (otoño-invierno; OFO) y posparto (primavera-verano; OFP) sobre el peso vivo y composición corporal de terneros en el primer año de vida..... | 24 |
| 3. Efecto de la oferta de forraje preparto (otoño-invierno; OFO) y posparto (primavera-verano; OFP) sobre el comportamiento de los terneros a los 120 días de edad..... | 25 |
| 4. Producción y composición de leche de vacas pastoreando diferentes ofertas de forraje durante el preparto (otoño-invierno; OFO) y posparto (primavera-verano; OFP) a los 130 días posparto..... | 26 |
| Figura No. | |
| 1. Curva de crecimiento con la forma sigmoidea característica | 3 |
| 2. Crecimiento de los principales órganos y tejidos como % del peso vivo..... | 5 |
| 3. Ecuaciones simples y múltiples de regresión para predecir lípidos de la carcasa (CL), proteína de la carcasa (CP), agua de la carcasa (CW), agua del Cuerpo (EBW) y grasa corporal (EBF) mediante la determinación del espacio de urea..... | 13 |
| Gráfica No. | |
| 1. Efecto de la oferta de forraje durante primavera-verano (OFP) sobre el peso vivo (PV) del ternero desde su nacimiento hasta el año de vida..... | 21 |
| 2. Composición de la carcasa de terneros al destete y año..... | 22 |
| 3. Composición del EBW de terneros al destete y año..... | 23 |

1. INTRODUCCIÓN

En la actualidad la ganadería bovina representa un 3% del PBI total del Uruguay, y dentro del PBI agropecuario un 25%, siendo el principal contribuyente en lo que a la producción pecuaria se refiere. La carne bovina constituye un 16,8% del total de exportaciones del país, ocupando el segundo lugar dentro de las exportaciones de origen agropecuario al ubicarse solo por detrás de las exportaciones agrícolas (URUGUAY.MGAP.DIEA, 2012).

La ganadería en el Uruguay se desarrolla en 11.988.000 hectáreas ocupando un 61,8% de la superficie total del país, existiendo 41.457 establecimientos dedicados exclusivamente a la misma. La cría vacuna ocupa un 53% de los establecimientos ganaderos y la mitad de la superficie de la ganadería. El stock vacuno ha tendido a mantenerse en los últimos años, con un leve descenso a partir de 2008, encontrándose en 11.400.000 cabezas en año 2012, de las cuales se faenaron 2.115.649 (URUGUAY.MGAP.DIEA, 2013).

La cría en el país se caracteriza por una baja eficiencia reproductiva (variable de mayor incidencia en el resultado físico y económico en nuestros sistemas de producción), evidenciada en promedio para los últimos diez años con un 64,5% de procreo y no superando el mismo en el año 2012 (63%). La carga promedio de los últimos 8 años de explotaciones exclusivamente ganaderas es de 0,68 (URUGUAY.MGAP.DIEA, 2013). Existe una gran variabilidad en el peso de los terneros al destete de entre 130 y 180 kg de PV (Simeone y Beretta, 2002), lo que arroja una baja productividad por hectárea que se ubica entre 57 y 79 kg de ternero destetado por hectárea y por año.

En Uruguay, el proceso de cría vacuna, primer eslabón de la cadena cárnica, se realiza casi completamente sobre campo natural, el cual presenta una gran variabilidad intra e inter anual en producción y calidad, lo que lleva generalmente a déficits en los meses de invierno, época en que, por el manejo general del entore, los vientres se encuentran en su último tercio de gestación cuando los requerimientos de la vaca gestante son 25 a 30% mayores a los de una vaca seca (NRC, 2000). Por consiguiente, esta situación determina un balance energético negativo de la vaca de cría la cual se ve obligada a movilizar sus reservas corporales para satisfacer sus necesidades de mantenimiento y gestación (Orcasberro, 1991).

La nutrición materna durante la gestación ha sido reportada por los especialistas como uno de los factores principales que afectan el crecimiento y desarrollo de la cría, con efectos que persisten durante toda la vida del animal, aun cuando no se observa una alteración del peso al nacer. Lo que una vaca preñada come durante la gestación, tanto

en cantidad como en calidad, puede tener efectos duraderos en su cría (Paulino, 2012). La nutrición materna durante la gestación y lactancia impactan sobre el crecimiento y desarrollo de los terneros (en particular, crecimiento del músculo y adipogénesis intramuscular) afectando la cantidad y calidad de la carne producida (programación del desarrollo; Du et al., 2010). Resultados nacionales muestran que la intensidad de pastoreo durante la gestación y lactancia afecta el crecimiento y desarrollo del ternero en su primer año de vida. En este contexto resulta relevante identificar cómo el control de la intensidad de pastoreo a través del manejo de la oferta de forraje del campo natural tanto en gestación como en lactación influye sobre el crecimiento y desarrollo de la cría, permitiendo desarrollar alternativas que determinen un impacto para los sistemas criadores.

1.1. OBJETIVO GENERAL

El objetivo general del presente trabajo fue evaluar el efecto de diferentes combinaciones de ofertas de forraje de campo natural en la gestación (otoño-invierno) y lactación (primavera-verano) de vacas primíparas puras Hereford sobre el crecimiento y la composición corporal de los terneros durante su primer año de vida.

1.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Evaluar el efecto de las diferentes combinaciones de ofertas de forraje de campo natural (alta o baja) en gestación (otoño-invierno) y lactación (primavera-verano) sobre:

- 1) el crecimiento de los terneros en su primer año de vida
- 2) la composición corporal de los terneros estimada a través de la técnica de dilución de la urea al destete y al año de vida
- 3) el comportamiento de los terneros y
- 4) la producción de leche de las vacas en lactación

2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

2.1. DEFINICIÓN DE CRECIMIENTO Y CRECIMIENTO COMPENSATORIO

El crecimiento se define como un aumento en la masa de tejido. Este aumento se debe a dos procesos, la hiperplasia que es el crecimiento debido al aumento en el número de células (multiplicación) de un órgano o tejido, y la hipertrofia que es el aumento en el tamaño de las células. La hiperplasia se da generalmente en las etapas tempranas de la vida del animal mientras que la hipertrofia se da en etapas de vida más tardías (Owens et al., 1993). Durante el desarrollo embrionario los tejidos crecen por hiperplasia, pero luego de la madurez algunas células pierden su capacidad de replicarse y crecen solamente por hipertrofia. La curva de crecimiento a lo largo de la vida del animal, expresada como peso vivo (PV) en función de la edad, tiene una forma característica sigmoide (Figura 1). En la misma se observa que durante las primeras etapas (concepción al nacimiento) hay un incremento lineal del peso en relación a la edad, luego del nacimiento hay una fase de auto aceleración en la cual el potencial de crecimiento del animal es muy elevado hasta llegar al punto de inflexión, que coincide normalmente con la pubertad, a partir del cual el potencial de crecimiento disminuye y las ganancias de peso realizadas por unidad de tiempo son cada vez menores hasta finalmente alcanzar la madurez (Bavera et al., 2005).

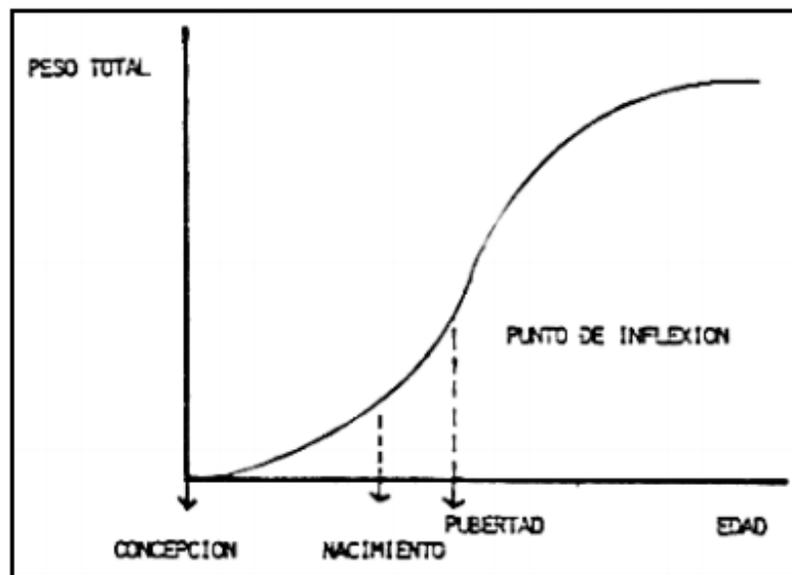


Figura 1. Curva de crecimiento con la forma sigmoidea característica (Fuente: Bavera et al., 2005)

El crecimiento compensatorio se define como un proceso fisiológico por el cual un organismo acelera su tasa de crecimiento después de un período de desarrollo restringido, debido a la reducción en el consumo de alimento (Hornick et al., 2000) o simplemente debido a la restricción de determinados nutrientes (Drouillard et al., 1991a). Esta recuperación del crecimiento después de una restricción es una característica común entre los animales, incluyendo los seres humanos (Mitchell, 2007).

El primer abordaje sobre el tema fue reportado por Waters (1908), quien señaló que novillos que habían sufrido un período de desnutrición se recuperaron posteriormente para alcanzar un peso de madurez y una altura normal. El término de compensación del crecimiento fue utilizado por primera vez por Bohman (1955) para describir los efectos de la dieta en el crecimiento de ganado de carne. El mismo ha sido estudiado ampliamente en bovinos, porcinos y ovinos para producción de carne debido a su impacto en la tasa de crecimiento, la composición corporal y la eficiencia de alimentación (Wilson et al., 1960).

Tolley et al. (1988) concluyeron que las diferencias en ingesta podrían explicar completamente el fenómeno de crecimiento compensatorio. El peso del contenido del tubo digestivo puede cambiar en cuestión de minutos o días, mientras que el peso del tracto digestivo vacío e hígado puede cambiar dentro de unas pocas semanas (Williams et al., 1992). De la misma manera Carstens et al. (1991) reportaron que las tasas de acreción para la proteína de la canal, agua, cenizas y la grasa no fueron mayores en animales con crecimiento compensatorio que para novillos en continuo crecimiento. Los cambios en el llenado y el tamaño del tracto digestivo representaron la mayor parte del aumento del peso compensatorio y del aumento de proteína.

Sin embargo, se ha reportado que el crecimiento compensatorio parece alterar la composición corporal si se produce en animales que no han llegado aún a la madurez. Varios autores (Sainz et al. 1995, Gutiérrez et al. 2012) concluyeron que el crecimiento compensatorio modifica la deposición de grasa en bovinos, depositando más grasa interna y menos subcutánea. También se demostró que animales bajo estas situaciones tienen mayor contenido de tejido adiposo, pero menor cantidad de grasa intramuscular (Hornick et al., 1998) y una deposición más temprana de la grasa (Wu et al., 2006). En contraste, Drouillard et al. (1991a) indican que la recuperación del crecimiento se da por una hipertrofia rápida del tejido muscular lo que aumentaría con ello el tejido magro, mientras que otros autores (Ryan 1990, Carstens et al. 1991, Ryan et al. 1993a) concluyen que inicialmente en la fase compensatoria hay un incremento de la deposición de proteína y disminución en la deposición de lípidos (tejido magro), pero al final de la fase y debido al alto consumo de alimento durante el crecimiento compensatorio los animales incrementan la deposición de grasa.

La magnitud del crecimiento compensatorio depende de varios factores como la edad, la severidad, la duración y la naturaleza de la restricción y la raza (Moran y Holmes 1978, Hogg 1991). También se señala como importante la etapa de desarrollo del animal (efectos sobre la proliferación celular con respecto a la diferenciación de cada uno de los tejidos), el sexo, el nivel de consumo de alimento durante la realimentación, el período de realimentación, y la composición de la dieta durante la realimentación (Mitchell, 2007).

2.2. CRECIMIENTO DEL TEJIDO MUSCULAR Y ADIPOSO

Los órganos y tejidos corporales tienen ritmos de crecimiento diferentes lo que origina un crecimiento diferencial (Hammond, 1961). El crecimiento relativo o alométrico muestra la proporción de crecimiento que se debe a un órgano o tejido en relación al crecimiento total (Figura 2). A medida que el animal envejece, disminuye la proporción de hueso y de músculo y hay un incremento espectacular en la proporción de grasa. Sin embargo, en cifras absolutas, el animal maduro sigue teniendo más músculo que grasa (Bavera et al., 2005).

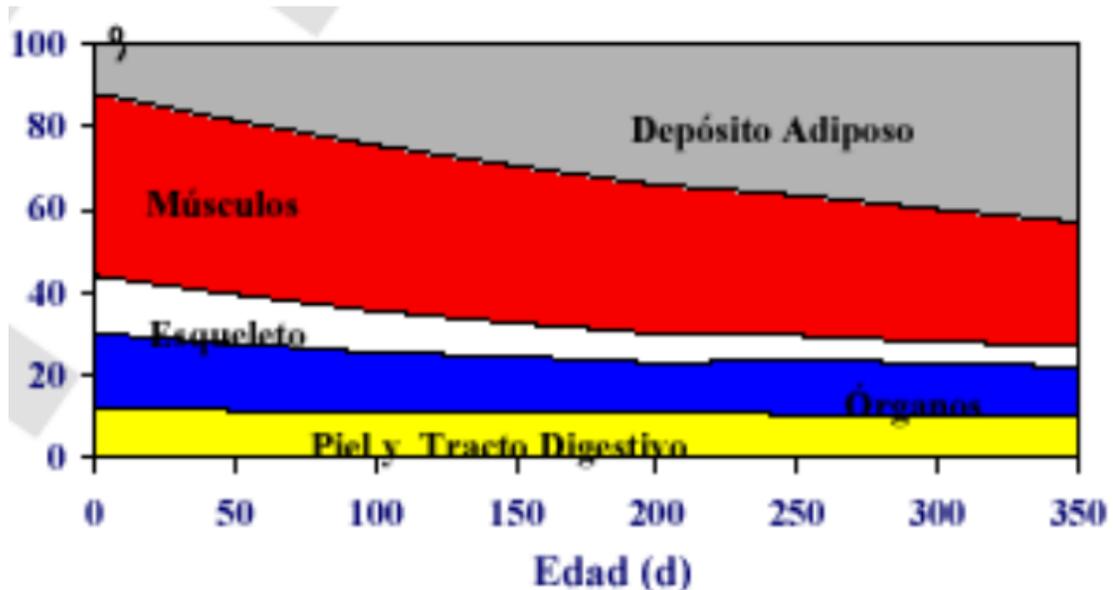


Figura 2. Crecimiento de los principales órganos y tejidos como % del peso vivo (Fuente: Gorrachategui, 1997).

Los primeros órganos o tejidos que se desarrollan son los esenciales para la vida del animal siendo en orden de prioridad: nervioso, óseo, muscular y adiposo. Este último a su vez también tiene un orden de deposición según la localización de la grasa que se

trate, depositándose primero la grasa interna, seguido por la grasa intermuscular y la subcutánea y por último la grasa intramuscular.

Tanto el tejido muscular como el adiposo crecen a través de los dos mecanismos ya mencionados (hiperplasia e hipertrofia). El desarrollo muscular esquelético se inicia durante la etapa embrionaria (Cossu y Borello, 1999). Las fibras musculares primarias se forman en la etapa inicial de la miogénesis durante el desarrollo embrionario, mientras que las secundarias se forman durante la segunda ola de la miogénesis en la etapa fetal y representan la mayoría de las fibras musculares esqueléticas (Beermann et al., 1978). En el feto bovino, las fibras musculares primarias se forman dentro de los dos primeros meses de gestación (Russell y Oteruelo, 1981) y las fibras musculares secundarias se forman entre los dos y siete meses de gestación (Russell y Oteruelo, 1981). La formación de miofibras secundarias se superpone parcialmente con la formación de adipocitos intramusculares y fibroblastos. Estos tres tipos de células juntas producen la estructura básica del músculo esquelético y derivan de la misma agrupación de células madre mesenquimales. La mayoría de los mamíferos ya nacen casi con su número definitivo de fibras musculares esqueléticas y aumentan muy poco después del nacimiento. El desarrollo del tejido muscular del embrión se completa a mitad de la gestación. El crecimiento postnatal de la masa muscular se produce principalmente a través de la hipertrofia (Bergen y Merkel, 1991). En contraste con esto el tejido adiposo no pierde su capacidad de replicarse luego del nacimiento y puede continuar creciendo por hiperplasia. Sin embargo al igual que el tejido muscular el desarrollo del tejido adiposo comienza durante la gestación, aunque la gran mayoría del crecimiento del tejido adiposo se produzca después del nacimiento (Mersmann y Smith, 2005). Del total del tejido adiposo fetal, aproximadamente el 80% del mismo se deposita en las últimas semanas de gestación (Symonds et al., 2004). La hiperplasia del adipocito se produce principalmente durante el desarrollo fetal tardío y postnatal temprano en los seres humanos (Martín et al., 1998) y bovinos (Zhu et al., 2004) al igual que el tejido muscular.

2.3. NUTRICIÓN EN ETAPA FETAL Y POSTNATAL Y CRECIMIENTO Y DESARROLLO DEL TERNERO

La programación del desarrollo se refiere al impacto que tiene la nutrición materna durante la gestación y lactancia sobre el crecimiento y desarrollo de los terneros (Du et al., 2010). Según varios autores (Barker 2004, Wu et al. 2006) la programación del desarrollo afecta la descendencia a largo plazo.

2.3.1 Nutrición durante la gestación

La nutrición en etapas tempranas de la gestación tiene efecto sobre la cría (Reed et al. 2007, Carlson et al. 2009). Debido al patrón de crecimiento de la placenta en relación con el crecimiento del feto durante la gestación, los efectos de la restricción de nutrientes en este período dependerán del momento, el nivel y/o la duración de la restricción. Funtson et al. (2010) ponen de manifiesto que la desnutrición materna durante la gestación puede alterar el crecimiento y el desarrollo fetal moderando la entrega de sustrato fetal a través de la placenta, pudiendo o no afectar el peso al nacer del ternero (Holland y Odde 1992, Greenwood y Cofe 2007). Además el grado de crecimiento tanto de tejidos como de órganos internos se ve comprometido a medida que la restricción de nutrientes es más severa.

Restricciones alimenticias durante gestación temprana pueden no afectar el peso al nacimiento en los terneros (Cooper et al., citados por Greenwood y Cofe, 2007), Sin embargo, la desnutrición materna en esta etapa provoca restricciones en el crecimiento fetal impactando negativamente en la eficiencia del crecimiento sino también en la composición corporal (Wu et al. 2006, Larson et al. 2009). Existe evidencia que indica que la restricción de nutrientes en la madre puede alterar significativamente la composición corporal de la descendencia aunque no existan diferencias en el peso al nacimiento (Ford et al., 2007).

Ford et al. (2007) asegura que si en la gestación temprana cuando la placenta, que lleva los nutrientes al feto, y los órganos vitales se desarrollan, se altera la composición celular, y que aún si aumenta el tamaño del feto durante el final de la gestación, mediante mejoras en la alimentación, la composición corporal seguirá siendo anormal. En este sentido, existe evidencia que indica que la restricción de nutrientes durante la gestación temprana afecta particularmente al crecimiento del músculo y tejido adiposo (Du et al., 2010). En un trabajo en el cual sometió a un grupo de vacas a restricción alimenticia entre los días 30 y 125 de la gestación y suplementación al final de la gestación se encontró que, a pesar de no obtener diferencias en los pesos al nacer, los terneros de vacas restringidas obtuvieron menor masa muscular esquelética a medida que crecían y un aumento del tejido adiposo en relación a los terneros de vacas que nunca sufrieron subalimentación (Ford et al., 2007). La desnutrición fetal temprana parecería cambiar las características de la carcasa a una más grasosa y menos magra (Wu et al. 2006, Ford et al. 2007, Martin et al. 2007). Según Ford et al. (2007) es cuando se empieza a ofrecerles todo lo que pueden comer, que se evidencian los efectos en la composición corporal, mientras que si los requerimientos nutricionales normales del animal son mantenidos, estas diferencias en composición pueden pasar desapercibidas.

El estado nutricional materno es uno de los factores que influyen en la partición de nutrientes, y el músculo esquelético tiene una prioridad menor en partición en comparación con el cerebro y el corazón durante la gestación, lo que lo hace potencialmente más vulnerable por un perturbado suministro de nutrientes (Wallace 1948, Bauman et al. 1982, Close y Pettigrew 1990, Wallace et al. 1999, Godfrey y Barker 2000, Rehfeldt et al. 2004). Una restricción alimenticia favorece la pérdida de tejidos en orden inverso al de su deposición: el más afectado será el adiposo, seguido del muscular (Hammond, 1961). Estas serían las razones por las cuales la desnutrición en gestación reduce la masa muscular esquelética.

Investigación de la Universidad de Nebraska (Stalker et al. 2006, Larson et al. 2009, Radunz 2009) proporciona evidencia que apoya que la gestación es un período crítico también para el desarrollo del tejido adiposo. Los terneros nacidos de vacas suplementadas con proteína durante el final de la gestación presentaron canales más pesadas y con puntuaciones más altas de marmolado en comparación con aquellos hijos de vacas control. A su vez, vacas suplementadas en gestación tardía con una misma cantidad de energía pero presentada como alimento voluminoso (heno) vs. granos (maíz) cambiaron la partición de nutrientes hacia el feto, influyendo en el peso al nacer de los terneros. Los terneros nacidos de vacas alimentadas con heno tuvieron un peso al nacer menor que los terneros nacidos de vacas alimentadas con maíz, diferencia que se mantuvo al destete. Sin embargo, no se observaron diferencias en la ganancia diaria de peso, consumo de materia seca y eficiencia de conversión, pero los terneros de vacas alimentadas con heno requieren más días de alimentación para alcanzar un espesor de grasa similar a los terneros de las vacas alimentadas con maíz. Los terneros nacidos de vacas alimentadas con concentrados tenían menor marmolado en comparación a los terneros nacidos de vacas alimentadas con voluminosos. Estos resultados indican nuevamente que la cantidad de marmoleado en la carcasa no está determinada solamente por la genética y la nutrición posnatal, también está determinada por la alimentación de la vaca durante la gestación (Radunz, 2011). Como se mencionó anteriormente, una restricción alimenticia favorece la pérdida de depósitos grasos en el orden inverso al de deposición, primero la grasa intramuscular, después la de cobertura y finalmente la intermuscular.

La alimentación materna en el último tercio de la gestación es importante ya que es sabido que es en este momento cuando se da el crecimiento exponencial del ternero (hipertrofia) y se define en gran medida el peso al nacer (Greenwood y Cofe, 2007). Sin embargo, Gutiérrez et al. (2012) en vacas sobre diferentes ofertas de forraje sobre campo natural durante la gestación (alta 4 kg MS/100 kg PV y baja 2,5 kg MS/100 kg PV), no encontraron diferencias en el peso al nacer de los terneros en acuerdo con Rasby et al. (1990) sugiriendo que se necesitan grandes reducciones en los niveles de nutrientes de las vacas para afectar el peso al nacer de sus hijos. El peso al nacer es importante ya que esta correlacionado fuertemente con el peso en las etapas siguientes. Bullock et al.

(1993), señalaron que las correlaciones genéticas entre el peso al nacer y peso al destete con el peso adulto fueron de 0,64 y 0,80, respectivamente. De la misma manera que aumentos en el peso al nacimiento son favorables en las etapas posteriores del ternero, al aumentar en exceso se incrementan las posibilidades de partos dificultosos. Los valores de peso al nacer se ubican en valores que median entre los 31 y 40 kg, y los porcentajes de distocia asociados a mayores pesos al nacimiento, alcanzan un 15 % cuando los valores de peso al nacimiento se ubican entre 46 y 50 kg (Ostrowski, 2005).

Así como una restricción de nutrientes durante la gestación tiene efectos negativos también un exceso de nutrientes puede tener efectos adversos. Se ha demostrado en borregas gestando, que más nutrientes de los requeridos provocan un rápido crecimiento de la madre, depositándose fundamentalmente tejido adiposo, a expensas de las necesidades de nutrientes del útero (Wallace et al., 1996, 1999, 2001). El rápido crecimiento de la madre provoca una restricción del crecimiento placentario, parto prematuro en corderos con bajo peso al nacer en comparación con ovejas moderadamente desnutridas y de edad equivalente. El peso al nacer se redujo un 9,2% en borregas que se alimentan 140% de las necesidades de energía desde 40 días de gestación hasta el parto (Swanson et al., 2008), lo que indica que la sobrealimentación durante los dos últimos tercios de la gestación puede provocar restricción del crecimiento fetal. La restricción del crecimiento de la placenta y del feto se considera por lo general sólo en las borregas sobrealimentados. La duración de la gestación y el rendimiento en la producción de calostro se ven afectados negativamente en las ovejas adultas sobrealimentados durante todo el período de gestación (Wallace et al., 2005), lo que indica que la salud y el crecimiento de la progenie de animales adultos también pueden ser alterada por un exceso de nutrición materna.

2.3.2 Nutrición postnatal pre-destete y producción de leche

El nivel nutricional en ventanas críticas del desarrollo (en el período pre- natal) es importante, pero también lo es durante el periodo post-natal temprano, ya que también afecta el crecimiento, la composición corporal y la función metabólica de los terneros (Wu et al. 2006, Funston et al. 2010).

Luego del parto, existen factores ambientales y genéticos que determinan el crecimiento del animal a lo largo de su vida. La nutrición de la madre y su relación con la producción de leche, determina el crecimiento del ternero en sus primeros meses de vida. Rovira (1996) atribuye en un 50% de la variación en el peso al destete al consumo de leche por parte de los terneros. Rovira (1996) encontró una correlación de 0,81 entre la producción de leche en kg de una vaca en 7 meses y el peso al destete del ternero (kg). En este sentido Gutiérrez et al. (2012) constató una alta correlación entre la producción de leche y la ganancia diaria de peso de los terneros, siendo durante los tres primeros

meses de lactancia de 0,44 a 0,66. También existe una correlación entre la proteína y lactosa de la leche y la ganancia de peso en los dos primeros meses de 0,68 a 0,71, y entre cantidad de grasa en la leche y la ganancia de peso en los cuatro primeros meses de lactancia de 0,50-0,70 (Gutiérrez et al., 2012). Rovira (1971) sugiere que la correlación en parte está condicionada por el nivel nutritivo, donde a medida que este mejora disminuye la correlación. En condiciones de nutrición limitante el ternero se vuelve más dependiente de la producción de leche materna a pesar de que su nivel sea bajo. La estrecha correlación existente entre la producción de leche materna y el incremento de peso del ternero va disminuyendo a medida que avanza la lactancia. La mayor producción de leche además de una mayor ganancia diaria y un mayor peso al destete, actúa modificando la composición corporal del ternero, generando un aumento en el tejido graso y el tamaño de los órganos (Fiss y Wilton 1989).

La producción de leche varía entre otros factores, por la nutrición durante la gestación y lactación (Jenkins y Ferrel 1984, Quintans et al. 2010). Ovejas desnutridas durante la gestación mostraron una reducción en el peso de la glándula mamaria y por consiguiente una disminución en la producción de leche durante el período de lactancia (Funston et al., 2010). Sin embargo, Rovira (1996) indica que el nivel alimenticio posparto tiene mayor incidencia sobre el volumen producido de leche que el preparto. Mejoras en la alimentación mediante la suplementación posparto afecta la producción de leche tanto en vacas lecheras (Spoerndly 1991, Wilkins et al. 1994, Dillon et al. 1997, Robaina et al. 1998, Valentine et al. 2000), como en vacas de carne (Lalman et al., 2000). Jenkins y Ferrell (1984) encontraron para la mayoría de las razas de carne que un incremento en la energía ingerida logra aumentos en la producción de leche y un atraso en los días al pico de producción. Sin embargo, otros reportes (Soca et al. 2007, Astessiano et al. 2011) no observaron variación en la producción de leche ni en el peso del ternero en vacas primíparas pastoreando campo natural suplementadas por 21 a 23 días luego de los 60 días posparto.

Luego de los primeros meses de vida, a partir de los 60 días de edad, el consumo de forraje comienza a ser fundamental en términos de energía (Alencar, 1989). Al comenzar el desarrollo ruminal, la disponibilidad de forraje comienza a afectar de manera directa al ternero, donde a mayores ofertas de forraje el peso vivo de los terneros al destete es significativamente superior (Willham 1972). De esta forma, diferencias en la cantidad y calidad de forraje durante la lactancia se reflejan en diferencias en el PV al destete, los cuales son menores en condiciones nutricionales restrictivas (Gutiérrez et al., 2012). Las bajas ofertas de forraje en posparto también afectaría la composición corporal de los terneros al destete y 380 días de edad. En este sentido Gutiérrez et al. (2012) trabajando con dos ofertas de forraje (alta 4 kg MS/100 kg PV y baja 2,5 kg MS/100 kg PV) encontraron que el porcentaje de grasa corporal y en la carcasa fue mayor en terneros de baja oferta cruzas que altas ofertas cruzas. Este mayor porcentaje de grasa corporal se habría asociado a una mayor deposición de grasa visceral ya que el espesor

de grasa subcutánea fue menor en terneros puros hijos de vacas en bajas ofertas (Gutiérrez et al., 2012). Cabe aclarar que en este experimento la oferta de forraje pre y posparto fue la misma.

Gutiérrez et al. (2012) evidenciaron que luego del destete la ganancia diaria disminuye lo que podría estar asociado por un corto período al estrés provocado por la separación del ternero con la vaca (Weary y Jasper, 2008), a un período de adaptación del ternero a la dieta compuesta sólo por forraje y a las condiciones restrictivas del campo natural en el invierno acompañado de las bajas temperaturas en este periodo que afectan el consumo de MS (Chapman et al., 2007). Finalizado el invierno, a partir de la primavera (240-270 días), el peso comenzó a aumentar con el aumento de la producción de forraje de los pastos nativos. Sin embargo, los terneros hijos de madre en bajas ofertas de forraje durante gestación y lactancia fueron más livianos que los que se encontraban en ofertas de forraje más altas, lo que demuestra el efecto a largo plazo de la nutrición del ternero durante la gestación y/o lactancia (Stalker et al. 2006, Caton y Hess 2010).

2.4. PRINCIPIO, VENTAJAS Y DESVENTAJAS DE LA TÉCNICA DE DILUCIÓN DE LA UREA PARA PREDECIR LA COMPOSICIÓN CORPORAL. ECUACIONES DE PREDICCIÓN

En la predicción de la composición corporal en seres vivos el agua juega un rol fundamental ya que es en este medio donde se realizan casi la totalidad de las reacciones metabólicas. En este sentido, las técnicas de dilución de un trazador para medir el agua corporal han sido consideradas como las más promisorias entre los métodos indirectos para determinar la composición corporal en el animal vivo. Los trazadores utilizados para su estimación deben mostrar una distribución uniforme y rápida en toda el agua del cuerpo, no deben ser tóxicos, ni extraños al cuerpo y no deben causar perturbaciones fisiológicas. La sustancia trazadora debe ser precisa y fácil de medir, ya sea en la sangre entera o en el plasma y no debe ser almacenada selectivamente, secretada o metabolizada (Soberman et al., 1949). La urea, debido a su bajo costo y mínimos requerimientos técnicos necesarios para su determinación en plasma, ha sido propuesta como una alternativa a las técnicas de dilución que determinan agua marcada con isótopos de hidrógeno (Preston y Kock 1973, Kock y Preston 1979, Meissner et al. 1980, Hammond et al. 1984).

El espacio de urea puede ser definido como el volumen de agua con el que la urea se equilibra. Si se asume que el espacio de urea se relaciona con el agua de todo el cuerpo, entonces las mediciones espaciales de urea pueden ser utilizadas como un predictor para estimar la composición corporal (Kock y Preston, 1979). El espacio de urea se calcula según el principio de dilución como la relación entre la dosis inyectada y

el incremento de urea en el plasma, una vez alcanzado el equilibrio (Preston y Kock, 1973). Una vez extrapolada la concentración plasmática de urea al tiempo cero, este valor se considera como el punto de equilibrio de la urea con el agua corporal y siempre es superior a la concentración basal del marcador (Geerken y Herrera, 1990).

Kock y Preston (1979) demostraron que el tiempo óptimo requerido para alcanzar dicho punto de equilibrio fue a los 12 minutos luego de la infusión de la urea, siendo éste el momento donde se encontraron los mayores coeficientes de correlación con el agua total del cuerpo y con los diferentes tejidos del animal. En este sentido, Agnew (2005) trabajando con vacas lecheras Holstein utilizando la técnica de dilución de la urea reportó también una alta correlación entre el espacio urea y la composición corporal de las vacas y ésta fue mayor a los 12 minutos que a los 30 minutos.

El agua corporal, así como la composición corporal, estimada a partir de ecuaciones que combinaban el peso vivo y el espacio urea fueron más precisas en su estimación que aquellas que utilizaban únicamente una de estas variables (Rule et al., 1986, Figura 3). Resultados similares obtuvo Agnew (2005) en vacas lecheras Holstein aumentando la precisión de la estimación cuando se utilizaban en las ecuaciones ambas variables (peso vivo y espacio urea). Al igual que Rule et al. (1986), Agnew (2005) obtuvo mayores correlaciones cuando el predictor utilizado en las ecuaciones era sólo peso vivo que cuando era espacio urea. Al tratarse de vacas lecheras Agnew (2005) encontró aún mayores correlaciones cuando se incluía la producción de leche como predictor. Este mismo autor encontró correlaciones de 0.83, 0.88 y 0.63 para la predicción de agua EB, proteína de la carcasa y cenizas respectivamente, utilizando peso vivo y espacio urea como predictores.

| Equation ^b | S _{y.x} ^c | R ² ^d | P _{slope} ^e |
|---------------------------------------|-------------------------------|-----------------------------|---------------------------------|
| CL% = 64.2 - .84 × US% | 6.67% | .64 | <.001 |
| CP% = 7.8 + .18 × US% | 1.46% | .63 | <.001 |
| CW% = 27.5 + .56 × US% | 4.70% | .61 | <.001 |
| EBW% = 27.4 + .60 × US% | 4.80% | .63 | <.001 |
| EBF% = 61.2 - .81 × US% | 6.47% | .63 | <.001 |
| CL% = -.43 + .06 × LW | 4.54% | .83 | <.01 |
| CP% = 21.6 - .01 × LW | 1.09% | .79 | <.001 |
| CW% = 70.8 - .04 × LW | 2.86% | .86 | <.01 |
| EBW% = 73.4 - .04 × LW | 3.11% | .84 | <.01 |
| EBF% = -.86 - .06 × LW | 4.41% | .83 | <.01 |
| CL% = 21.0 - .32 × US% + .05 × LW | 3.94% | .88 | US, <.01 LW, <.001 |
| CP% = 16.7 + .07 × US% - .01 × LW | .96% | .84 | US, <.01 LW, <.001 |
| CW% = 59.0 + .18 × US% - .04 × LW | 2.58% | .89 | US, <.05 LW, <.001 |
| EBW% = 59.1 + .22 × US% - .04 × LW | 2.72% | .89 | US, <.01 LW, <.001 |
| EBF% = 19.5 - .31 × US% + .05 × LW | 3.86% | .87 | US, <.01 LW, <.001 |
| CL kg = -47.5 + .63 × US kg | 29.41 kg | .64 | <.001 |
| CP kg = .25 + .20 × US kg | 5.85 kg | .83 | <.001 |
| CW kg = 2.76 + .66 × US kg | 18.97 kg | .82 | <.001 |
| EBW kg = 20.7 + .94 × US kg | 26.37 kg | .83 | <.001 |
| EBF kg = -64.1 + .87 × US kg | 39.29 kg | .66 | <.001 |
| CL kg = -46.4 + .29 × LW | 13.5 kg | .92 | <.05 |
| CP kg = 3.98 + .09 × LW | 2.37 kg | .97 | <.01 |
| CW kg = 14.4 + .28 × LW | 6.80 kg | .98 | <.01 |
| EBW kg = 38.5 + .39 × LW | 10.9 kg | .97 | <.05 |
| EBF kg = -61.5 + .40 × LW | 17.1 kg | .93 | <.05 |
| CL kg = -35.8 - .23 × US kg + .37 LW | 12.00 kg | .94 | US, <.01 LW, <.001 |
| CP kg = 2.61 + .03 × US kg + .07 LW | 2.25 kg | .97 | US, <.06 LW, <.001 |
| CW kg = 10.5 + .09 × US kg + .25 LW | 6.48 kg | .98 | US, <.07 LW, <.001 |
| EBW kg = 31.3 + .16 × US kg + .34 LW | 10.16 kg | .98 | US, <.04 LW, <.001 |
| EBF kg = -48.3 - .29 × US kg + .50 LW | 15.37 kg | .95 | US, <.01 LW, <.001 |

^aTen 6-, nine 12- and nine 18-mo-old, mixed breed beef steers, average weights of 189.6 ± 5.9, 377.6 ± 15.2 and 558.5 ± 16.1 kg, respectively.

^bUS kg = milligrams urea N infused ÷ change in urea N concentration from pre-infusion to 12 min post-infusion × 1,000; US% = milligrams urea N infused ÷ change in urea N concentration from pre- to post-infusion ÷ (LW × 10) × 100%. LW = live weight.

^cStandard error of the estimate.

^dCoefficient of determination.

^eIf P < .05, the slope estimate is significantly different from 0.

Figura 3. Ecuaciones simples y múltiples de regresión para predecir lípidos de la carcasa (CL), proteína de la carcasa (CP), agua de la carcasa (CW), agua del cuerpo (EBW) y grasa corporal (EBF) mediante la determinación del espacio de urea (Rule et al., 1986).

2.5. HIPÓTESIS

El control de la intensidad de pastoreo del campo natural, a través del manejo de la oferta de forraje, durante la gestación y lactación de vacas de cría primíparas afecta el crecimiento y composición corporal de los terneros durante el primer año de vida. Una mayor oferta de forraje en gestación y lactación (otoño-invierno y primavera-verano) en las vacas de cría tiene un efecto positivo sobre la producción de leche, crecimiento del ternero y composición corporal del mismo (mayor relación proteína/grasa).

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. LOCALIZACIÓN Y PERÍODO EXPERIMENTAL

El experimento se realizó en la Estación Experimental de Salto de la Facultad de Agronomía (Universidad de la República), ubicada en el km. 21 de la Ruta 31, Departamento de Salto, latitud 31° 23' S, longitud 54° 18' W, Uruguay, durante abril de 2012 a septiembre de 2013.

3.2. SUELOS

El experimento se realizó sobre la formación geológica Basalto, Unidad de suelos Itapebí-Tres Árboles (URUGUAY. MAP, 1979). CONEAT clasifica estos suelos en los grupos 1.10b y una pequeña proporción en el grupo 12.11. Los suelos dominantes del grupo 1.10b son Litosoles y asociados suelos moderadamente profundos y superficiales.

3.3. PASTURA

El experimento se realizó en los potreros sobre campo natural 40 y 44 de la EEFAS. Al comienzo del mismo la disponibilidad promedio de los potreros era de 1519 kg MS/ha, con una variabilidad ubicada entre 1200 y 1700 kg/MS/ha. La composición botánica es característica del Basalto, siendo las especies principales: *Stipa setigera* (17%), *Setaria geniculata* (13%), *Paspalum notatum* (10%), *Piptochaetium stipoides* (8%), *Bromus auleticus* (7%), *Botriochloa laguroides* (7%), *Chloris bahiensis* (6%)

3.4. DISEÑO EXPERIMENTAL Y ANIMALES

Se utilizaron 54 terneros Hereford (31 machos y 23 hembras) nacidos durante la primavera 2012 (fecha promedio de parto 31/8/12 \pm 12 días). Los terneros eran hijos de vacas primíparas de parto normal que tenían una CC promedio al inicio del experimento (abril 2012) de 5,9 \pm 0,5 (escala 1-9, Vizcarra et al., 1986) y un PV promedio de 472 kg \pm 35 kg.

El experimento se realizó en un diseño de bloques al azar con dos repeticiones espaciales (42 y 48 ha, bloque 1 y 2, respectivamente), y un arreglo factorial de oferta de forraje del campo natural pre (otoño-invierno, OFO; alta vs. baja) y posparto (primavera-verano, OFP; alta vs. baja). Esto determinó cuatro tratamientos:

1. Oferta de forraje (OF) alta preparto y postparto (AO-AO; n=16, 10 hembras, 6 machos)
2. Oferta de forraje baja preparto y postparto (BO-BO; n=9, 3 hembras, 6 machos)
3. Oferta de forraje alta preparto y baja postparto (AO-BO; n=19, 7 hembras, 12 machos)
4. Oferta de forraje baja preparto y alta postparto (BO-AO; n=10, 3 hembras, 7 machos)

La OF se definió como kg MS cada 100kg PV por día de acuerdo a Stuth et al. (1981):

$$\text{Oferta de forraje} = (\text{MF} + \text{ANF}) / (\text{PV} * \text{d})$$

donde, MF = masa total de forraje en la parcela (kg MS),
 ANF = acumulación total neta de forraje en la parcela (kg MS),
 PV = PV total de los animales pastoreando la parcela (kg),
 D = días entre ajuste de oferta de forraje

La OF promedio fue 10 kgMS/100 kgPV y 6,25 kgMS/100 kgPV para los tratamientos de alta y baja, respectivamente, pero varió con la estación del año, diferenciándose en otoño y primavera-verano (Cuadro 1). La misma se ajustó mensualmente después de medir la cantidad de forraje disponible en cada parcela a través del ingreso o salida de animales volantes (“put and take”; Mott, 1960) de similar raza, PV y condición fisiológica en caso de ser necesario.

Cuadro 1. Oferta, disponibilidad y altura del forraje según tratamiento y estación del año

| | Estación del año | | | |
|--------------------------------------|------------------------|--------------------------|------------------------------------|-------------------------------|
| | Otoño | Invierno | Primavera | Verano |
| Meses | marzo abril mayo | junio julio agosto | septiembre octubre noviembre | diciembre enero febrero |
| Oferta de forraje (kgMS/100kgPV/d) | | | | |
| Alta | 12,5 | 7,5 | 10 | 10 |
| Baja | 7,5 | 7,5 | 5 | 5 |
| Disponibilidad de forraje (kg MS/ha) | | | | |
| Alta | 1398 ± 236 | 882 ± 470 | 523 ± 179 | 2066 ± 227 |
| Baja | 1173 ± 267 | 654 ± 199 | 496 ± 124 | 1672 ± 565 |
| Altura de forraje(cm) | | | | |
| Alta | 4,1 ± 1,8 | 2,1 ± 0,9 | 2,1 ± 0,8 | 3,0 ± 0,8 |
| Baja | 3,1 ± 2,2 | 1,5 ± 0,2 | 1,9 ± 0,6 | 2,7 ± 0,8 |
| Estado fisiológico de la vaca | 2/3gestación | 3/3gestación | 1/2 lactancia | 2/2lactancia 1/3gestación |

Los terneros machos fueron castrados al nacimiento. El destete definitivo fue realizado a los 200 ± 12 días (19/03/13). A partir del 15/04/13 se armaron lotes y se manejaron en forma conjunta, registrándose la altura del forraje del campo natural abril 2013 y junio 2013 ($6,2 \pm 3,2$ cm y $4,5 \pm 2,5$ cm, respectivamente). Todos los terneros fueron suplementados durante el invierno con 1,2 kg/día de ración DP de Veterinaria Bortagaray (87% MS, 18% PC, 33% FC) del 15/04/13 al 7/06/13 y con 1,5 kg/día de ración con 90% afrechillo de arroz (92.8% MS, 14.9% PC, 9.9% C, 66.3% Digestibilidad de MO y 3 Mcal/kg MS de EM) y 10% de harina de soja (91% MS, 47.7% PC y 6.6% C) del 7/06/2013 al 24/09/2013).

3.5. REGISTROS Y MEDICIONES

3.5.1. Pastura

La disponibilidad de forraje fue realizada mensualmente desde abril 2012 (16/4/12) hasta el final del experimento (septiembre 2013) mediante la técnica de doble muestreo (Haydock y Shaw, 1975), la cual se basa en la estimación visual de la cantidad de forraje en base a una escala de 5 puntos. A cada punto se le asignó una disponibilidad de forraje, la cual se determinó cortando con tijera de esquilar a ras de suelo y secando las muestras en estufa de aire forzado a 60°C hasta peso constante. Con la frecuencia y la disponibilidad de forraje de cada punto de la escala se obtuvo la disponibilidad total (kgMS/ha) de la parcela a través de una regresión simple. También se describió el porcentaje de restos secos y suelo desnudo de la parcela.

La tasa de crecimiento del forraje se determinó mediante el método de jaula móvil (Moraes et al., 1990). En la primera medición, en base a tipo de suelo y al relieve se eligieron 5 sitios por parcela y se colocaron jaulas de exclusión. En cada sitio se eligieron tres puntos con cantidad de forraje, estructura y composición botánica similar (Moraes et al., 1990). Una vez escogidos los tres puntos para cada cuadro, se cortó uno de ellos llamado (FG1; jaula de entrada). De los otros dos sin corte, uno quedó con jaula (DG1; jaula de salida) y el otro con estacas (FG2). Se buscaron otros dos puntos semejantes a FG2 en cantidad de forraje, estructura y composición botánica, con el objetivo de colocar otra jaula (DG2) y marcar otro con estacas (FG3), respectivamente. Una vez cortadas las muestras se secaron en estufa de aire forzado a 60°C hasta peso constante.

Estas mediciones de disponibilidad y acumulación de forraje se utilizaron para estimar la OF y determinar la entrada o salida de animales volantes de acuerdo a lo descrito previamente. Las diferentes OF se presentan en el Cuadro 1.

3.5.2. Animal

El PV de los terneros se midió mensualmente desde el nacimiento (fecha promedio de nacimiento $31/8/12 \pm 12$ días) hasta el destete definitivo (200 ± 12 días) y al año. Los terneros fueron pesados sin ayuno pero a la misma hora del día dentro de cada estación del año, con una balanza electrónica con precisión de 1 kg. Al nacimiento se registró el sexo de los terneros.

La composición corporal de los terneros al destete (200 ± 12 días) y al año (389 ± 12 días) fue estimada por la técnica de dilución de urea (Wells y Preston, 1998). Para

realizar la misma se inyectó a los terneros con 0,75 ml/kg de peso corporal de una solución de urea (20% de urea en solución salina al 0,9 %, peso/vol.). Previo a la inyección se extrajo la sangre por punción venosa en la yugular y luego de 12 minutos de inyectados se realizó una nueva colecta de sangre. Las muestras fueron colocadas en tubos con heparina (Vacutest) y llevadas al laboratorio. Se centrifugaron a 2000x g, durante 15 minutos y se colectó el plasma el cual fue almacenado a 20 C, para determinar la diferencia de urea entre las muestras de sangre (urea1 de la extracción post inyección y urea0 de la extracción previa a la inyección) y para calcular el espacio urea (US%).

Mediante las ecuaciones de regresión descritas en Rule et al. (1986) se estimó los porcentajes de agua corporal (EBW%), grasa corporal (EBF%), agua de la carcasa (CW%), grasa de la carcasa (CL%) y proteína de la carcasa (CP%) utilizando el espacio urea (US%) y el peso vivo (LW) como predictores.

- I. Espacio Urea (US%) = (volumen urea * concentración de urea) / DU * LW * 10
- II. % agua corporal (EBW%) = 59,1 + 0,22 * US% - 0,04 * LW
- III. % grasa corporal (EBF%) = 19,5 - 0,31 * US% + 0,05 * LW
- IV. % agua de la carcasa (CW%) = 59 + 0,18 * US% - 0,04 * LW
- V. % grasa de la carcasa (CL%) = 21 - 0,32 * US% + 0,05 * LW
- VI. % proteína de la carcasa (CP%) = 16,7 + 0,07 * US% - 0,01 * LW

donde el volumen de urea se expresa en ml de urea inyectada por animal, la concentración de urea en mg/ml, y DU es la diferencia entre urea en sangre post (urea1) y pre (urea0) infusión en mg/100 ml.

Al destete (200 ± 12 días) se midió también el espesor de grasa subcutánea (EGS; Schroder y Staufenbiel, 2006) de todos los terneros por ultrasonido utilizando un ecógrafo portátil Ambivision (Digital Notebook B mode, Manufacturer AMBISEA Technology Corp., Ltd., China, Modelo AV-3018V), con un transductor lineal y una frecuencia bimodal de 5,0 y 7,5 MHz.

A los 119 y 120 ± 12 días (28/12/12 y 29/12/12) se registraron variables de comportamiento de los terneros desde las 7:30 am hasta las 19:30 pm. Se realizaron observaciones en intervalos de 10 o 15 minutos. Se registró distancia entre vaca y ternero y actividades del ternero (mama, pastorea, rumia o descansa). Los registros fueron realizados para 6 terneros de cada tratamiento que fueron marcados previamente con pintura para facilitar su seguimiento.

Se realizó una sola medida de producción de leche a 8 vacas por tratamiento la cual fue registrada a los 131 DPP (9/01/2013). El registro fue tomado en forma mecánica con una ordeñadora portátil, con previa inyección de oxitocina (Quintans et al., 2010). Se utilizó una máquina de ordeño portátil al tarro, de dos unidades de ordeño, pulsador mecánico único para ambos órganos y vacuómetro a la vista, bomba de vaciado de paletas lubricadas por aceite e impulsado por motor eléctrico marca DINAMICA® de fabricación nacional. En la mañana, luego de haber dejado mamar a los terneros, se realizó el vaciado matutino. Para esto, cada vaca fue ordeñada con inyección previa de oxitocina (20 UI) y encepada para detenerla en las instalaciones de ganado. Los terneros fueron separados de sus madres por 4 horas entre el vaciado de la ubre y el ordeño propiamente dicho, que se realizó de igual manera que el vaciado. El total de leche producida fue pesado individualmente. Se extrajo una muestra individual para el análisis de su composición en términos de grasa, proteína y lactosa. La misma fue enviada al Laboratorio de Análisis de Leche COLAVECO, donde se realizó el análisis a través del método de absorción de radiación infrarroja, con el estándar FIL141C:2000. Luego del ordeño las vacas se juntaban con sus respectivos terneros.

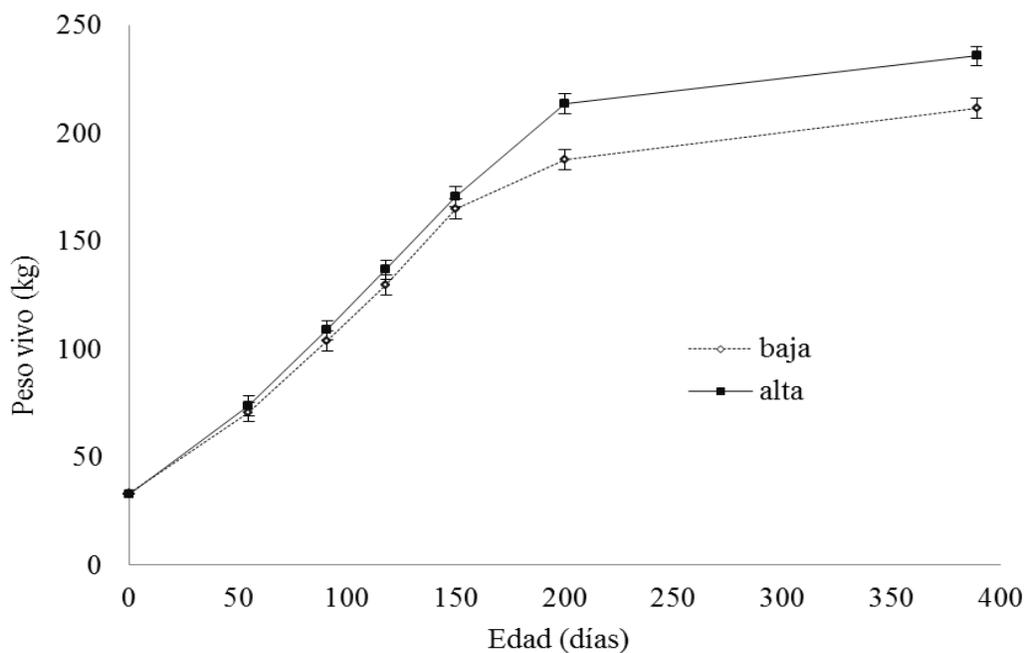
3.6. CÁLCULOS Y ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Los datos fueron analizados utilizando el paquete estadístico SAS (SAS Institute, 2001). Los datos de PV, ganancia diaria y composición corporal de los terneros se analizaron usando un análisis de medidas repetidas utilizando el PROC MIXED. La producción de leche se analizó usando un análisis de una medida utilizando el PROC MIXED. El modelo incluyó el tratamiento nutricional, día del experimento (día, medida repetida) y sus interacciones como efectos fijos y el bloque como efecto aleatorio. Los datos de comportamiento de los terneros se analizaron usando el mismo modelo pero mediante el PROC GENMOD del paquete estadístico SAS con la distribución Binomial. La separación de medias, se realizó usando el test de Tukey. Los datos fueron expresados como LSMeans \pm error estándar. Las medias se consideraron diferentes cuando $P \leq 0,05$ y la tendencia a diferir entre medias se estableció cuando $0,05 < P \leq 0,10$. Los datos se expresan en media \pm EEM.

4. RESULTADOS

4.1. PESO VIVO

El PV del ternero al nacimiento no fue afectado por la OFO (otoño-invierno) (Cuadro 2, Gráfica 1) y fue mayor ($P = 0,002$) en machos que en hembras ($33,7 \pm 0,2$ y $32,5 \pm 0,3$ kg respectivamente). La OFO tampoco afectó el PV de los terneros posterior al nacimiento (año y destete). Por lo contrario, desde el nacimiento al año de vida, los terneros en alta OFP (primavera-verano) fueron 11.5 kg más pesados que los de baja OFP ($156,7 \pm 3,7$ vs. $145,2 \pm 3,8$ kg respectivamente). Sin embargo, la interacción entre OFP y fecha fue significativa ($P < 0,01$) ya que las diferencias entre alta y baja OFP se evidenciaron al destete y al año de vida debido a una mayor ($P < 0,01$) ganancia diaria promedio predestete, pero no posdestete, en alta que baja OFP (Cuadro 2, Gráfica 1).

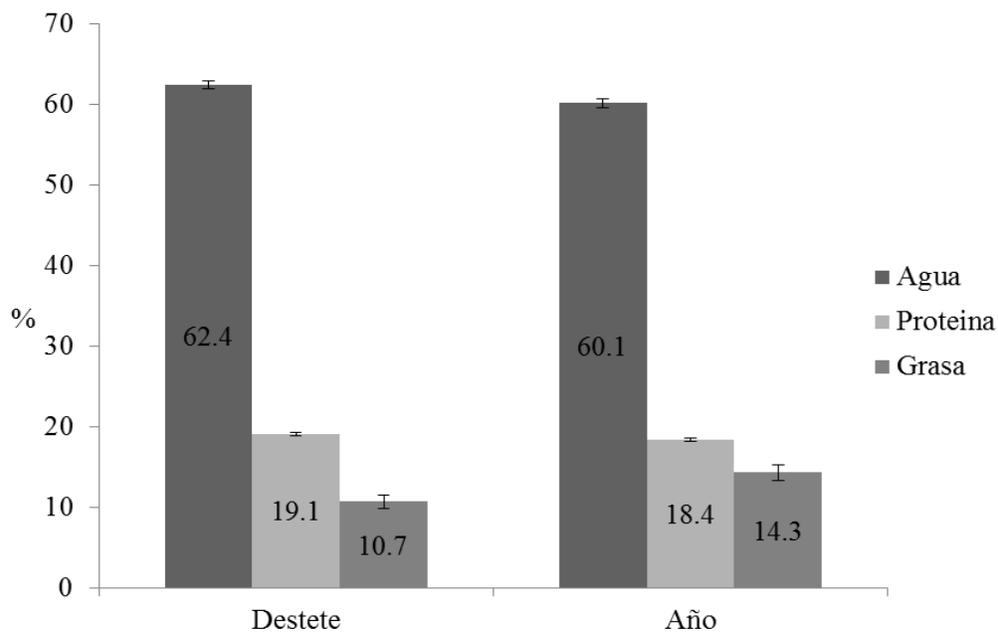


Gráfica 1. Efecto de la oferta de forraje durante primavera-verano (OFP) sobre el peso vivo (PV) del ternero desde su nacimiento hasta el año de vida.

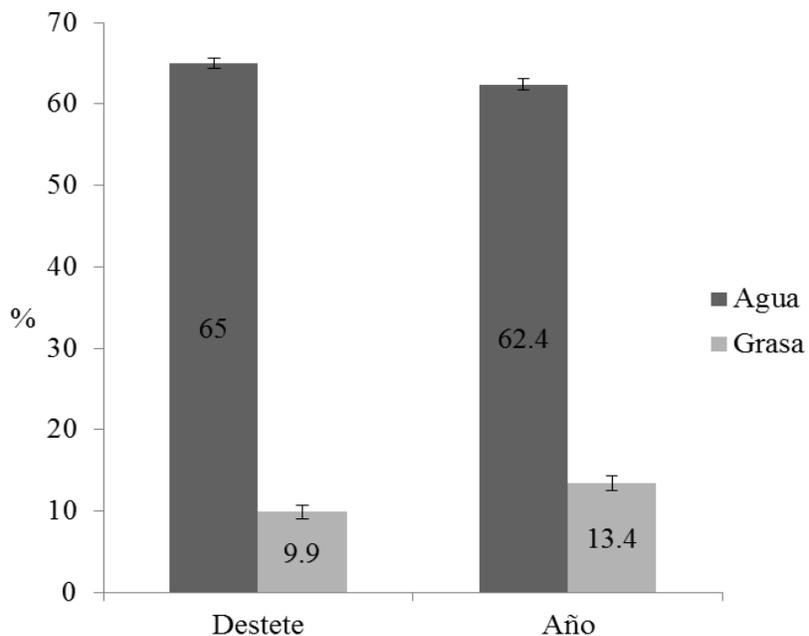
4.2. COMPOSICIÓN CORPORAL

El porcentaje de proteína, grasa y agua de la carcasa así como de agua y grasa en el EBW estimados a través de la técnica de dilución de la urea no fueron afectados por la OFO pero si por la OFP ($P < 0.03$) y por la interacción ($P < 0.04$) entre OFO y OFP (Cuadro 2). El porcentaje de grasa en la carcasa fue mayor ($P = 0.02$; $13,9 \pm 0,80$ vs. $11,2 \pm 0,93$) mientras que el porcentaje de agua y proteína fueron menores ($P < 0.01$; $60,3 \pm 0,47$ vs. $62,1 \pm 0,53$ y $P = 0.03$; $18,5 \pm 0,17$ vs. $19 \pm 0,20$ para agua y proteína, respectivamente) en terneros en alta que baja OFP. De la misma manera, el porcentaje de agua en el EBW fue menor ($P = 0.01$; $62,7 \pm 0,56$ vs. $64,7 \pm 0,64$) y el de grasa fue mayor ($P = 0.02$; $13 \pm 0,78$ vs. $10,3 \pm 0,9$) en alta que baja OFP. Sin embargo, estas diferencias en composición química fueron evidentes entre terneros BO-BO y BO-AO que presentaron los valores extremos mientras los terneros AO-AO y AO-BO presentaron valores intermedios que no se diferenciaron de los otros dos grupos (Cuadro 2).

El porcentaje de proteína, grasa y agua de la carcasa así como de agua y grasa en el EBW difirieron ($P < 0.01$) entre el destete y el año. El porcentaje de agua y proteína en carcasa disminuyeron mientras que el porcentaje de grasa aumentó desde el destete al año de vida (Gráfica 2). Lo mismo ocurrió con el porcentaje de agua y de grasa en el EBW que disminuyó o aumentó desde el destete al año, respectivamente (Gráfica 3).



Gráfica 2. Composición de la carcasa de terneros al destete y año.



Gráfica 3. Composición del EBW de terneros al destete y año.

4.3. ESPESOR DE GRASA SUBCUTÁNEA

El espesor de grasa subcutánea estimado por ultrasonido al destete no fue afectado por la OFO ($P = 0,13$), la OFP ($P = 0,26$) ni por su interacción ($P = 0,15$) (Cuadro 2).

Cuadro 2. Efecto de la combinación de la oferta de forraje preparto (otoño-invierno; OFO) y posparto (primavera-verano; OFP) sobre el peso vivo y composición corporal de terneros en el primer año de vida.

| | Tratamientos* | | | | | | | Valor-P ² | |
|-------------------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|------|------|--------|----------------------|------------|
| | BO-BO | BO-AO | AO-BO | AO-AO | ES | OFO | OFP | OFO x OFP | OFP x días |
| Peso vivo | | | | | | | | | |
| Nacimiento (kg) | 33,2 ^A | | 33 ^A | | 0,27 | 0,52 | | | |
| Destete (kg) | 190 ^B | 221 ^A | 185 ^B | 214 ^A | 5,1 | 0,47 | 0,03 | 0,80 | < 0,01 |
| Año (kg) | 215 ^B | 239 ^A | 209 ^B | 233 ^A | 5,7 | 0,47 | 0,03 | 0,80 | < 0,01 |
| Ganancia predestete (kg/d) | 0,780 ^B | 0,941 ^A | 0,757 ^B | 0,899 ^A | 0,02 | 0,20 | < 0,01 | 0,63 | |
| Ganancia posdestete (kg/d) | 0,130 ^A | 0,134 ^A | 0,131 ^A | 0,111 ^A | 0,02 | 0,65 | 0,74 | 0,62 | |
| Composición corporal | | | | | | | | | |
| Agua de la carcasa (%) | 62,7 ^A | 59,6 ^B | 61,6 ^{AB} | 61,0 ^{AB} | 0,66 | 0,82 | < 0,01 | 0,04 | 0,26 |
| Proteína de la carcasa (%) | 19,2 ^A | 18,2 ^B | 18,8 ^{AB} | 18,7 ^{AB} | 0,26 | 0,78 | 0,03 | 0,03 | 0,16 |
| Grasa de la carcasa (%) | 10,3 ^B | 15,2 ^A | 12,2 ^{AB} | 12,6 ^{AB} | 1,17 | 0,78 | 0,02 | 0,03 | 0,18 |
| Agua corporal (%EBW) | 65,4 ^A | 61,9 ^B | 64,0 ^{AB} | 63,6 ^{AB} | 0,80 | 0,80 | 0,01 | 0,03 | 0,21 |
| Grasa corporal (%EBW) | 9,4 ^B | 14,2 ^A | 11,2 ^{AB} | 11,7 ^{AB} | 1,12 | 0,77 | 0,02 | 0,04 | 0,19 |
| Espesor grasa subcutánea (mm) | 4,16 ^A | 4,00 ^A | 4,20 ^A | 5,53 ^A | 0,36 | 0,13 | 0,26 | 0,15 | |

*Oferta de forraje baja preparto y posparto (BO-BO), oferta de forraje baja preparto y alta posparto (BO-AO), oferta de forraje alta preparto y baja posparto (AO-BO), oferta de forraje alta preparto y posparto (AO-AO). ²Las interacciones OFO x días y OFO x OFP x días fueron no significativas ($P > 0,4$). ^{AB} Literales distintos indican diferencias con $P < 0,05$.

4.4. COMPORTAMIENTO

El comportamiento de los terneros durante el día (tiempo de pastoreo, rumia y otros) a los 120 días, no fue afectado ni por la OFO ni por la OFP ni por la interacción OFO x OFP (Cuadro 3). En promedio, los terneros dedicaron $6,1 \pm 1,13$ h a pastorear, $3 \pm 0,23$ h a rumiar y $3,1 \pm 0,28$ a otras actividades. De la misma manera, la probabilidad de encontrar terneros pastoreando, rumiando, mamando, o caminando-descansando no difirió entre tratamientos (Cuadro 3). La probabilidad de encontrar terneros pastoreando fue cercana al 50% mientras que la de encontrar terneros mamando fue del 4%.

Cuadro 3. Efecto de la oferta de forraje preparto (otoño-invierno; OFO) y posparto (primavera-verano; OFP) sobre el comportamiento de los terneros a los 120 días de edad.

| | OFO | | | OFP | | | Valor – P | | |
|-------------------|------|------|------|------|------|------|-----------|------|-----------|
| | alta | baja | ES | alta | baja | ES | OFO | OFP | OFO x OFP |
| Tiempo de: | | | | | | | | | |
| Pastoreo (h) | 6,2 | 6,0 | 1,13 | 6,2 | 5,9 | 1,13 | 0,59 | 0,56 | 0,59 |
| Rumia (h) | 2,9 | 3,1 | 0,23 | 3,1 | 3,0 | 0,23 | 0,48 | 0,64 | 0,87 |
| Otros (h) | 3,1 | 3,1 | 0,28 | 3,1 | 3,1 | 0,27 | 0,91 | 0,76 | 0,56 |
| Probabilidad de | : | | | | | | | | |
| Pastorear | 0,48 | 0,46 | | 0,49 | 0,48 | | 0,55 | 0,80 | 0,66 |
| Rumiar | 0,21 | 0,24 | | 0,23 | 0,22 | | 0,40 | 0,78 | 0,97 |
| Mamar | 0,04 | 0,04 | | 0,04 | 0,04 | | 0,76 | 0,88 | 0,57 |
| Descansar-caminar | 0,25 | 0,25 | | 0,24 | 0,25 | | 0,92 | 0,84 | 0,50 |

4.5. PRODUCCIÓN DE LECHE MADRES

La producción de leche, y los porcentajes y producciones de proteína y lactosa a los 130 días de lactación no fueron afectados por la OFO, la OFP ni por su interacción (Cuadro 4). Sin embargo, el porcentaje de grasa tendió ($P = 0,09$) a ser mayor en alta que baja OFO (Cuadro 4) y la producción de grasa fue mayor en alta que baja OFO ($P < 0,01$) y en alta que baja OFP ($P = 0,02$) (Cuadro 4). La energía neta secretada en leche fue mayor ($P = 0,01$) en vacas pastoreando alta que baja OFO y tendió ($P = 0,06$) a ser mayor en vacas pastoreando alta que baja OFP (Cuadro 4).

Cuadro 4. Producción y composición de leche de vacas pastoreando diferentes ofertas de forraje durante el parto (otoño-invierno; OFO) y posparto (primavera-verano; OFP) a los 130 días posparto

| | OFO | | | OFP | | | Valor - P | | |
|----------------------|-------------------|-------------------|------|-------------------|-------------------|------|-----------|------|-----------|
| | alta | baja | ES | alta | baja | ES | OFO | OFP | OFO x OFP |
| Leche (kg/día) | 8,2 | 7,5 | 1 | 8,1 | 7,6 | 1 | 0,37 | 0,47 | 0,99 |
| Lactosa (%) | 4,9 | 4,9 | 0,06 | 5,0 | 4,8 | 0,06 | 0,88 | 0,02 | 0,74 |
| Lactosa (kg/día) | 0,40 | 0,36 | 0,05 | 0,40 | 0,36 | 0,05 | 0,36 | 0,24 | 0,94 |
| Proteína (%) | 3,1 | 3,0 | 0,09 | 3,2 | 2,9 | 0,09 | 0,95 | 0,03 | 0,19 |
| Proteína (kg/día) | 0,25 | 0,23 | 0,03 | 0,26 | 0,22 | 0,03 | 0,38 | 0,09 | 0,63 |
| Grasa (%) | 4,9 | 3,4 | 0,55 | 4,6 | 3,8 | 0,54 | 0,09 | 0,35 | 0,34 |
| Grasa (kg/día) | 0,41 ^A | 0,26 ^B | 0,05 | 0,37 ^A | 0,29 ^B | 0,05 | < 0,01 | 0,02 | 0,13 |
| Energía (Mcal ENL/d) | 6,75 ^A | 5,1 ^B | 0,85 | 6,52 | 5,33 | 0,85 | 0,01 | 0,06 | 0,37 |

5. DISCUSIÓN

El nivel de OFO (otoño-invierno) utilizado en este experimento no afectó el PV de los terneros al nacer. Es en el último tercio de la gestación donde se da el crecimiento exponencial del ternero, y es la etapa en la que se define en gran medida el peso al nacer, el cual en este experimento transcurrió durante el invierno donde todos los tratamientos se encontraban con una misma oferta de forraje (7,5 kgMS/100kgPV/d) aunque diferentes disponibilidades. Este resultado coincide con Gutiérrez et al. (2012), Espasandín et al. (2013), trabajos realizados con diferentes ofertas de forraje sobre campo natural, sugiriendo que se necesitan grandes reducciones en los niveles de nutrientes de las vacas para afectar el peso al nacer de sus hijos. El nivel de OFO tampoco afectó el PV de los terneros posterior al nacimiento coincidiendo con Quintans et al. (2013) en condiciones similares de ofertas de forraje. En contraste, Gutiérrez et al. (2012) si obtuvieron efecto del nivel de OF sobre el PV posterior al nacimiento, aunque en este experimento no se diferenciaron OFO y OFP obteniendo solamente dos tratamientos de OF, OF alta y OF baja durante gestación y lactancia conjuntamente. La OFP (primavera-verano) afectó el PV de los terneros de forma tal que los sometidos a OFP más alta tuvieron mayores ganancias de peso y por lo tanto alcanzaron mayores PV promedio al destete que los de baja OFP. Estos resultados están en acuerdo con Gutiérrez et al. (2012), Espasandín et al. (2013) que reportaron mayores ganancias diaria y PV al destete de terneros sometidos a alta que baja OF de campo natural a lo largo de la etapa fetal y lactancia. Quintans et al. (2013) evaluando el efecto de la asignación de forraje pre y posparto encontraron también efecto de la OFP temprana (hasta los 56 días posparto) sobre el PV de los terneros. Esta mayor ganancia de peso predestete de los terneros en alta OFP podría estar explicada por un mayor consumo de leche y/o pasto.

Rovira (1996) indicó que el nivel alimenticio posparto tiene mayor incidencia sobre el volumen producido de leche que el preparto. Si bien la producción de leche y los porcentajes de proteína y lactosa a los 130 días no fueron afectados por la OFO ni la OFP, la producción de grasa fue mayor en alta OFP y la energía neta secretada en leche tendió a ser mayor en vacas pastoreando alta que baja OFP. Este mayor contenido energético de la dieta de los terneros que se encontraban en alta OFP podría explicar en parte las mayores ganancias de peso y el mayor PV alcanzado al destete para este grupo. En este sentido, Gutiérrez et al. (2012) encontraron correlación de moderadas a altas ($r = 0,50 - 0,70$) entre la cantidad de grasa en la leche y la ganancia diaria de peso de los terneros en los cuatro primeros meses de lactancia en condiciones de campo natural. Rovira (1996) atribuye en un 50% de la variación en el peso al destete al consumo de leche por parte de los terneros. Este autor encontró una correlación entre la producción de leche y la ganancia de peso de los terneros en el primer mes de lactancia de 0,72. Esta correlación disminuye a partir del tercer mes de edad siendo para el sexto mes 0,32.

Sin embargo, a partir del tercer mes de vida, la ganancia del ternero depende poco de la leche ingerida y pasa a tomar mayor importancia la pastura (Alencar 1989, Rovira 1996). De hecho, en el presente trabajo a los 120 días los terneros pasaban una baja proporción del tiempo mamando (0,04) y una alta proporción del tiempo pastoreando (0,48), sin encontrar diferencias en ninguno de estos comportamientos entre OF.

El consumo de los animales en pastoreo está influenciado por la cantidad y calidad del forraje disponible, el tiempo dedicado al pastoreo (hs/día), la tasa de bocado (n° bocados/min) y el tamaño de bocado (gMS/bocado). El consumo de materia seca (CMS) fue definida por Hancock (1952) como el producto de estas tres últimas variables. En este trabajo se cuantificó solamente el tiempo de pastoreo (hs/día) por lo que no se puede afirmar de ninguna manera que no hubo un mayor consumo de los terneros de alta OFP. Hodgson (1975) reportó que a medida que aumentamos la OF, el consumo por animal tiende a ser mayor debido a un aumento principalmente en el tamaño del bocado, mientras que el tiempo de pastoreo y la tasa de bocados tienden a disminuir. Según Hodgson (1990), Forbes (1995) el peso o tamaño de bocado es la variable de mayor incidencia sobre el consumo. Es así que, a pesar de no haber obtenido diferencias en el tiempo de pastoreo entre terneros en diferentes OFP, un mayor tamaño del bocado y por lo tanto un mayor consumo de forraje, debido a la mejora en la disponibilidad de forraje podría explicar la mayor ganancia diaria de terneros en alta OFP. Finalmente, una mayor disponibilidad de forraje pudo haber llevado a una mejor selección del mismo por parte de los animales, aumentando la digestibilidad de la pastura y por ende el consumo. El comportamiento selectivo de bovinos en pastoreo orienta la selección de la dieta hacia el componente hoja, y especialmente el componente hoja verde, donde se concentra el mayor valor nutritivo del forraje (nitrógeno y carbohidratos solubles) (Peruchena et al., 1986).

Luego del destete y hasta el año de vida, donde se realizó un manejo conjunto de todos los terneros (todos fueron suplementados en invierno) no se encontraron diferencias en ganancia de peso entre diferentes OFP y por lo tanto la diferencia entre alta y baja OFP en PV se mantuvo hasta el año de vida (26 kg de PV de diferencia entre OFP alta y baja al destete y 24 kg de PV de diferencia al año). Resultados similares encontró Gutiérrez et al. (2012) donde luego del destete las diferencias entre grupos de baja y alta OF de campo natural a lo largo de la etapa fetal y lactancia se mantuvieron hasta el año.

En un experimento realizado por Quintans et al. (2013) para evaluar el efecto de diferentes asignaciones de forraje durante gestación (56 días previos al parto) y lactación (56 días posparto) no se encontró efecto de las diferentes asignaciones sobre el PV al parto ni al destete, pero si encontró efecto de la OFP en la evolución del PV hasta el día 56 momento a partir del cual se realizaba un manejo conjunto de todos los terneros. Esto

indicaría que hubo una tasa de crecimiento compensatoria hacia el final del período (destete) logrando que aquellos animales que se encontraban en OFP baja hasta el día 56 posparto recuperaran peso hasta obtener similar PV al destete que los animales de OFP alta. Existe numerosa evidencia que animales sometidos a un período de restricción alimenticia durante la realimentación la tasa de ganancia de peso es mayor que la de animales similares que nunca fueron restringidos (crecimiento compensatorio) (Bavera et al., 2005). Sin embargo, habrían varios factores que podrían afectar y controlar la recuperación de peso de un animal luego de una restricción alimenticia, entre los cuales se encuentran el estado de desarrollo al comienzo de la restricción y la duración y severidad de la restricción (Verde, 1974). En este sentido, numerosos trabajos revelan que existe ausencia total o pobre crecimiento compensatorio cuando los animales son restringidos a una edad muy temprana (Morgan 1972, Tudor y O'Rourke 1980, Hornick et al. 2000). Por otro lado, si la duración de la restricción es demasiado larga tampoco habría crecimiento compensatorio (Verde, 1974). Estos factores podrían ser las razones por las cuales no se produjo el crecimiento compensatorio en aquellos terneros que venían con mayor restricción alimenticia y se sometieron a mejoras en la alimentación, y por lo tanto se mantuvieron las diferencias de PV de los terneros entre tratamientos.

La composición corporal de los terneros difirió entre el destete y el año de vida, siendo mayor el porcentaje de proteína y agua en carcasa y menor el de grasa al destete que al año; así como también fue mayor el porcentaje de agua en el EBW y menor el de grasa al destete que al año. Estos resultados coinciden nuevamente con los obtenidos por Gutiérrez et al. (2012) en condiciones de pastoreo sobre campo natural. Numerosa bibliografía muestra que a medida que los animales envejecen se reduce el porcentaje de agua corporal y de músculo (pérdida progresiva de la masa muscular) y se produce un incremento en la proporción de grasa (Bavera et al., 2005).

La OFO no afectó la composición corporal (agua, grasa y proteína) de los terneros mientras que la OFP afectó las proporciones de estos elementos obteniéndose más grasa y menos agua y proteína (tanto de la carcasa como en el EBW) en alta que baja OFP. Esta diferencia en la composición corporal de los terneros fue máxima entre los tratamientos BO-BO y BO-AO. En otras palabras, la composición corporal fue afectada por la OFP (posparto) cuando los terneros fueron gestados por madres en OFO (preparto) baja pero no en alta. Esto concordaría con Ford et al. (2007) que afirma que es cuando se empieza a ofrecerles todo lo que pueden comer, que se evidencian los efectos en la composición corporal, mientras que si los requerimientos nutricionales normales del animal son mantenidos, estas diferencias en composición pueden pasar desapercibidas. La mayoría de los mamíferos ya nacen con su número definitivo de fibras musculares esqueléticas y aumentan muy poco después del nacimiento. El crecimiento postnatal del tejido muscular se produce principalmente por hipertrofia (Bergen y Merkel, 1991). En contraste, el tejido adiposo no pierde su capacidad de replicarse y continúa creciendo por hiperplasia toda la vida (Ford et al., 2007). Según

Ford et al. (2007) una desnutrición materna durante la gestación puede tener un impacto en la descendencia resultando en un crecimiento muscular reducido y aumentando la adiposidad. Esta podría ser la razón por la cual terneros de BO-AO obtuvieron mayor porcentaje de grasa y menor de proteína que aquellos que se encontraban en BO-BO, ya que ambos podrían haber obtenido un reducido crecimiento del tejido muscular preparto pero las mejoras alimenticias dadas por un mayor contenido energético de la dieta de los terneros que se encontraban en alta OFP (mayor producción de grasa en leche y de energía neta secretada en leche) haría que el grupo de BO-AO tuviese una anticipada y mayor deposición de grasa en relación a BO-BO.

Sin embargo, no se encontraron diferencias en el espesor de grasa subcutánea (EGS) entre tratamientos a diferencia de Gutiérrez et al. (2012) que encontraron que aquellos animales que venían de OF alta en gestación y lactancia presentaban mayores valores de EGS que los de OF baja durante ambos períodos. El tejido adiposo bovino se clasifica en cuatro grupos según su ubicación: intermuscular, subcutáneo, intramuscular y de localización heterogénea (grasas viscerales). Los tres primeros componen a la canal. Por lo tanto se puede inferir que las diferentes OF afectaron la deposición del tejido adiposo en forma desigual según su localización, influyendo en la distribución de grasa de la carcasa. Las mayores ofertas de forraje aumentaron el porcentaje total de grasa de la carcasa pero sin aumento en la grasa subcutánea.

6. CONCLUSIONES

La OFO no afectó el PV de los terneros al nacer y tampoco al destete y al año. Terneros que se encontraban en alta OFP fueron más pesados que los de baja OFP ($156,7 \pm 3,7$ vs. $145,2 \pm 3,8$ kg respectivamente). Hubo interacción entre OFP y fecha ($P < 0,01$) ya que las diferencias en PV entre baja y alta OFP se evidenciaron al destete y al año. La composición corporal de los terneros no fue afectada por la OFO pero si por la OFP ($P < 0,03$) y por la interacción entre OFO y OFP ($P < 0,04$). El porcentaje de grasa en la carcasa fue mayor ($P = 0,02$; $13,9 \pm 0,80$ vs. $11,2 \pm 0,93$) mientras que el porcentaje de agua y proteína fueron menores ($P < 0,01$; $60,3 \pm 0,47$ vs. $62,1 \pm 0,53$ y $P = 0,03$; $18,5 \pm 0,17$ vs. $19 \pm 0,20$ para agua y proteína, respectivamente) en terneros en alta que baja OFP. De la misma manera, el porcentaje de agua en el EBW fue menor ($P = 0,01$; $62,7 \pm 0,56$ vs. $64,7 \pm 0,64$) y el de grasa fue mayor ($P = 0,02$; $13 \pm 0,78$ vs. $10,3 \pm 0,9$) en alta que baja OFP. Estas diferencias en composición química fueron evidentes entre terneros BO-BO y BO-AO que presentaron los valores extremos mientras los terneros AO-AO y AO-BO presentaron valores intermedios que no se diferenciaron de los otros dos grupos. El espesor de grasa subcutánea al destete no difirió entre tratamientos. La producción de grasa en leche fue mayor en alta que baja OFO ($P < 0,01$) y en alta que baja OFP ($P = 0,02$) y la energía secretada en leche fue mayor en alta que baja OFO ($6,7 \pm 0,85$ vs. $5,1 \pm 0,85$; $P = 0,01$) y tendió a ser mayor en alta que baja OFP ($6,5 \pm 0,85$ vs. $5,3 \pm 0,85$; $P = 0,06$). El comportamiento de los terneros no fue afectado ni por la OFO ni por la OFP ni por la interacción OFO x OFP.

7. RESUMEN

El objetivo de este experimento fue estudiar el efecto de diferentes combinaciones de ofertas de forraje de campo natural durante la gestación (otoño-invierno) y lactación (primavera-verano) sobre el crecimiento y la composición corporal de los terneros durante su primer año de vida. El experimento se realizó en la EEFAS desde abril 2012 hasta septiembre 2013. Se utilizaron 54 terneros Hereford hijos de vacas primíparas con CC promedio al inicio del experimento de $5,9 \pm 0,5$ y un PV promedio de $472 \text{ kg} \pm 35 \text{ kg}$. El experimento se realizó en un diseño de bloques al azar con dos repeticiones espaciales (42 y 48 ha, bloque 1 y 2, respectivamente), y un arreglo factorial de oferta de forraje del campo natural pre (otoño-invierno; alta vs. Baja OFO) y posparto (primavera-verano; alta vs. baja OFP). La oferta de forraje promedio fue 10 kg MS y 6,25 kg MS/100 kg PV para los tratamientos de alta y baja respectivamente, pero varió con la estación del año, diferenciándose en otoño y primavera-verano. La disponibilidad y altura del forraje fue medida mensualmente. El PV de los terneros se registró mensualmente desde el parto hasta el destete definitivo (200 ± 12 días) y al año (389 ± 12 días). La composición corporal de los terneros fue estimada para el destete y el año mediante la técnica de dilución de urea. Al destete también se midió el espesor de grasa subcutánea de todos los terneros por ultrasonido utilizando un ecógrafo. A los 119 y 120 ± 12 días se registraron variables de comportamiento de los terneros y a los 131 ± 12 días se determinó la producción de leche de las madres por ordeño mecánico y se colectó una muestra para el análisis de su composición. La OFO no afectó el PV de los terneros al nacer y tampoco al destete y al año. Terneros que se encontraban en alta OFP fueron más pesados que los de baja OFP ($156,7 \pm 3,7$ vs. $145,2 \pm 3,8$ kg respectivamente). Hubo interacción entre OFP y fecha ($P < 0,01$) ya que las diferencias en PV entre baja y alta OFP se evidenciaron al destete y al año. La composición corporal de los terneros no fue afectada por la OFO pero sí por la OFP ($P < 0,03$) y por la interacción entre OFO y OFP ($P < 0,04$). El porcentaje de grasa en la carcasa fue mayor ($P = 0,02$; $13,9 \pm 0,80$ vs. $11,2 \pm 0,93$) mientras que el porcentaje de agua y proteína fueron menores ($P < 0,01$; $60,3 \pm 0,47$ vs. $62,1 \pm 0,53$ y $P = 0,03$; $18,5 \pm 0,17$ vs. $19 \pm 0,20$ para agua y proteína, respectivamente) en terneros en alta que baja OFP. De la misma manera, el porcentaje de agua en el EBW fue menor ($P = 0,01$; $62,7 \pm 0,56$ vs. $64,7 \pm 0,64$) y el de grasa fue mayor ($P = 0,02$; $13 \pm 0,78$ vs. $10,3 \pm 0,9$) en alta que baja OFP. Estas diferencias en composición química fueron evidentes entre terneros BO-BO y BO-AO que presentaron los valores extremos mientras los terneros AO-AO y AO-BO presentaron valores intermedios que no se diferenciaron de los otros dos grupos. El espesor de grasa subcutánea al destete no difirió entre tratamientos. La producción de grasa en leche fue mayor en alta que baja OFO ($P < 0,01$) y en alta que baja OFP ($P = 0,02$) y la energía secretada en leche fue mayor en alta que baja OFO ($6,7 \pm 0,85$ vs. $5,1 \pm 0,85$; $P = 0,01$) y tendió a ser mayor en alta que baja OFP ($6,5 \pm 0,85$ vs. $5,3 \pm 0,85$; $P = 0,06$). El comportamiento de los terneros no fue afectado ni por la OFO ni por la OFP ni por la interacción OFO x OFP.

Palabras clave: Vacas de carne; Oferta de forraje; Campo natural.

8. SUMMARY

The objective of this experiment was to study the effect of different combinations of forage offers natural field during gestation (autumn-winter) and lactation (spring-summer) on the growth and body composition of the calves during its first year of life. The experiment was carried out in EEFAS from April 2012 until September 2013. Fifty four Hereford calves from first calving cows were used with an average body condition (BC) score at the beginning of the experiment of $5,9 \pm 0,5$ and an average live weight (LW) of $472 \text{ kg} \pm 35 \text{ kg}$. The experiment was conducted in a randomized block design with two replications (42 and 48 has, block 1 and 2, respectively), and a factorial arrangement of forage offer for the range previous (autumn-winter; high vs. low OFO) and postpartum (spring-summer; high vs. low OFP). Average forage offer was 10 kg DM and 6.25 kg DM/100 kg LW for high and low treatments, respectively, but it varied with the season of the year, differing in autumn and spring-summer. The availability of forage and height was measured monthly. The LW of the calves was recorded monthly from calving to weaning (200 ± 12 days) and at one year (389 ± 12 days). Body composition of calves was estimated at weaning and at one year by dilution of urea. At weaning was also measured the thickness of subcutaneous fat of all the calves using an ultrasound machine. At 119 and 120 ± 12 days behavioral variables of calves were registered and at 131 ± 12 days it was determined the milk production of cows by mechanical milking and a sample was collected for the analysis of its composition. The OFO did not affect the LW of the calves at birth, weaning and one year. Calves that were high in OFP were heavier than those of low OFP (156.7 ± 3.7 vs. 145.2 ± 3.8 kg, respectively). There was an interaction between OFP and date ($P < 0.01$) due to differences in LW between low and high OFP at weaning and one year. Body composition of calves was not affected by the OFO but for the OFP ($P < 0.03$) and the interaction between OFO and OFP ($P < 0.04$). The percentage of body fat in calves was greater ($P = 0.02$; 13.9 ± 0.80 vs. 11.2 ± 0.93) while the percentage of water and protein were lower ($P < 0.01$; 60.3 ± 0.47 vs. 62.1 ± 0.53 and $P = 0.03$; 18.5 ± 0.17 vs. 19 ± 0.20 for water and protein, respectively) in high than in low OFP. In the same way, the percentage of water in the EBW was lower ($P = 0.01$; 62.7 ± 0.56 vs. 64.7 ± 0.64) and fat was higher ($P = 0.02$; 13 ± 0.78 vs. 10.3 ± 0.9) on the high than low OFP. These differences in chemical composition were evident between calves BO-BO and BO-AO which presented the extreme values while the calves AO-AO and AO-BO showed intermediate values that did not differ from the other two groups. The thickness of subcutaneous fat at weaning did not differ in the groups. The production of fat in milk was higher on high than low OFO ($P < 0.01$) and on the high than low OFP ($P = 0.02$) and energy secreted in milk was greater in high than low OFO (6.7 ± 5.1 vs. 0.85 ± 0.85 ; $P = 0.01$) and tended to be higher in high than low OFP (6.5 ± 5.3 vs. 0.85 ± 0.85 ; $P = 0.06$). Behavior of calves was not affected by either the OFO or by the OFP or by interaction OFO x OFP.

Key words: Beef cows; Forage offer; Natural field.

9. BIBLIOGRAFÍA

1. AGNEW, R. E.; YAN, T.; MC CAUGHEY, W. J.; MC EVOY, J. D.; PATTERSON, D. C.; PORTER, M. G.; STEEN, R. W. J. 2005. Relationships between urea dilution measurements and body weight and composition of lactating dairy cows. (en línea). Journal of Dairy Science. 88 (7): 2476–2486. Consultado 4 sep. 2014. Disponible en [http://www.journalofdairyscience.org/article/S0022-0302\(05\)72925-8/pdf](http://www.journalofdairyscience.org/article/S0022-0302(05)72925-8/pdf)
2. ALENCAR, M. 1989. Relação entre produção de leite da vaca e desempenho do bezerro nas raças Canchim e Nelore. Revista de la Sociedad Brasileira de Zootecnia. 18(2): 146-156.
3. ASTESSIANO, A.; PÉREZ, R.; QUITANS, G.; SOCA, P.; CARRIQUIRY, M. 2011. Effects of a short-term increase in the nutritional plane before the mating period on metabolic and endocrine parameters, gene hepatic expression and reproduction in primiparous beef cows on grazing conditions. Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition. 96 (3): 535-544.
4. BARKER, D. 2004. Developmental origins of well being. Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences. 359: 1359-1366.
5. BAUMAN, D.; EISEMANN, J.; CURRIE, W. 1982. Hormonal effects on partitioning of nutrients for tissue growth; role of growth hormone and prolactin. Federation Proceedings. 41:2538-2544.
6. BAVERA, G.; BOCCO, O.; BEGUET, H.; PETRYNA, A. 2005. Crecimiento, desarrollo y precocidad. (en línea). In: Cursos de Producción Bovina de Carne. s.l., Universidad Nacional de Río Cuarto. Facultad de Agronomía y Veterinaria. 11 p. Consultado 20 jul. 2014. Disponible en http://www.produccion-animal.com.ar/informacion_tecnica/externor/05-crecimiento_desarrollo_y_precocidad.pdf
7. BEERMANN, D.; CASSENS, R.; HAUSMAN, G. 1978. A second look at fiber type differentiation in porcine skeletal muscle. (en línea). Journal of Animal Science. 46 (1): 125-132. Consultado 6 jun. 2013. Disponible en <https://www.animalsciencepublications.org/publications/jas/abstracts/46/1/JA-N0460010125?search-result=1>

8. BELLO, G.; MESTRE, G. 1991. Efecto de la producción de leche medida como la ganancia diaria real del ternero, sobre el comportamiento reproductivo de un rodeo Hereford. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. 212 p.
9. BERGEN, W.; MERKEL, R. 1991. Body composition of animals treated with partitioning agents: implications for human health. (en línea). The FASEB Journal. 5 (14): 2951-2957. Consultado 15 jun. 2013. Disponible en <http://www.fasebj.org/content/5/14/2951.full.pdf+html>
10. BOHMAN, V. 1995. Compensatory growth of beef cattle. The effect of hay maturity. Journal of Animal Science. 14 (1): 249–255.
11. BULLOCK, K.; BERTRAND, J.; BENYSHEK, L. 1993. Genetic and environmental parameters for mature weight and other growth measures in Polled Hereford cattle. (en línea). Journal of Animal Science. 71 (7): 1737-1741. Consultado 14 oct. 2014. Disponible en <https://www.animalsciencepublications.org/publications/jas/abstracts/71/7/1737?search-result=1>
12. BUSTAMANTE, J. L.; LÓPEZ SAUBIDET, C. 1972. Factores ambientales que afectan el peso al nacimiento de los terneros. (en línea). INTA. Producción Animal. 3:209-217. Consultado 20 dic. 2013. Disponible en http://www.produccion-animal.com.ar/informacion_tecnica/cria_parto/76-ambiente_peso_terneros.pdf
13. CANTET, R. 1983. El crecimiento del ternero. Montevideo, Hemisferio Sur. 81 p.
14. CARLSON, D.; REED, J.; BOROWICZ, P.; TAYLOR, J.; REYNOLDS, L.; NEVILLE, T.; REDMER, D.; VONNAHME, K.; CATON, J. 2009. Effects of dietary selenium supply and timing of nutrient restriction during gestation on maternal growth and body composition of pregnant adolescent ewes. (en línea). Journal of Animal Science. 87 (2): 669-680. Consultado 23 jun. 2013. Disponible en <https://www.animalsciencepublications.org/publications/jas/articles/87/2/0870669?highlight=&search-result=1>
15. CARRIQUIRY, M.; ESPASANDÍN, A.C.; ASTESSIANO, A.L.; CASAL, A.; CLARAMUNT, M.; DO CARMO; M.VIÑOLES, C.; SOCA, P. 2012. La cría vacuna sobre campo nativo; un enfoque de investigación jerárquico para

- mejorar su productividad y sostenibilidad. (en línea). In: Congreso Asociación Uruguaya de Producción Animal (4º., 2012, Montevideo). Trabajos presentados. Veterinaria (Montevideo). 48 (supl. 1): 41-48. Consultado 26 jul. 2015. Disponible en <http://www.revistasmvu.com.uy/revistas/congreso-aupa.pdf>
16. CARSTENS, G.; JOHNSON, D.; ELLENBERGER, M.; TATUM, J. 1991. Physical and chemical components of the empty body during compensatory growth in beef steers. (en línea). *Journal of Animal Science*. 69 (8): 3251-3264. Consultado 15 set. 2014. Disponible en <https://www.animalsciencepublications.org/publications/jas/abstracts/69/8/3251?search-result=1>
 17. CATON, J. S.; HESS, B. W. 2010. Maternal plane of nutrition and impact on the offspring. (en línea). In: Annual Florida Ruminant Nutrition Symposium (22nd., 2011, Gainesville, FL). Proceedings. Gainesville, FL, University of Florida. Department of Animal Sciences. pp. 134-148. Consultado 5 sep. 2013. Disponible en <http://dairy.ifas.ufl.edu/rns/2011/12caton.pdf>
 18. CHAPMAN, D.; PARSONSB, A.; COSGROVEB, G.; BARKERC, D.; MAROTTIAD, D.; VENNINGAE, K.; RUTTERF, S.; HILLA, J.; THOMPSON, A. 2007. Impacts of spatial patterns in pasture on animal grazing behavior, intake, and performance. *Crop Science*. 47 (1): 399-415.
 19. CLOSE, W.; PETTIGREW, J. 1990. Mathematical models of sow reproduction. *Journal of Reproduction and Fertility*. Supplement 40:83-88.
 20. COSSU, G.; BORELLO, U. 1999. Wnt signaling and the activation of myogenesis in mammals. (en línea). *The EMBO Journal*. 18 (24): 6867-6872. Consultado 3 jun. 2013. Disponible en <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC1171749/pdf/006867.pdf>
 21. DILLON, P.; CROSSE, S.; O'BRIEN, B. 1997. Effect of concentración of grazing dairy cows in early lactation on milk producción and milk processing quality. *Journal of Agriculture*. 36: 145-159.
 22. DO CARMO, M.; ESPASANDÍN, A.; BENTENCUR, D.; OLMOS, F.; CAL, V.; SCARLATO, S.; CARRIQUIRY, M.; SOCA, P. 2013. Cambios en la oferta de forraje y su efecto sobre la productividad primaria y secundaria de sistemas criadores con diversos grupos genéticos bajo pastoreo de campo

- natural. In: Soca, P.; Espasandín, A.; Carriquiry, M. resps. Efecto de la oferta de forraje y grupo genético de la cría vacuna en campo natural. Montevideo, INIA. pp. 43-54 (FPTA no. 48).
23. DROUILLARD, J.; KLOPFENSTEIN, T.; BRITTON, R.; BAUER, M.; GRAMLICH, S.; WESTER, T.; FERRELL, C. 1991a. Growth, body composition, and visceral organ mass and metabolism in lambs during and after metabolizable protein or net energy restrictions. (en línea). Journal of Animal Science. 69: 3357-3375. Consultado 15 set. 2014. Disponible en <https://www.animalsciencepublications.org/publications/jas/abstracts/69/8/3357?search-result=1>
24. DU, M.; TONG, J.; ZHAO, J.; UNDERWOOD, K.; ZHU, M.; FORD, S.; NATHANIELSZ, P. 2010. Fetal programming of skeletal muscle development in ruminant animals. Journal of Animal Science. 88:E51-E60.
25. ESPASANDÍN, A.; DO CARMO, M.; LÓPEZ-MAZZ, C.; CAL, V.; CÁCERES, O.; BENTENCUR, D.; CARRIQUIRY, M.; SOCA, P. 2013. Modificaciones en la oferta de forraje de campo natural y del grupo genético de vacas en busca de eficiencia en la cría vacuna. In: Soca, P.; Espasandín, A.; Carriquiry, M. resps. Efecto de la oferta de forraje y grupo genético de la cría vacuna en campo natural. Montevideo, INIA. pp. 55-64 (FPTA no. 48).
26. FISS, C.; WILTON, J. 1989. Effects of breeding system, cow weight and milk yield on reproductive performance in beef cattle. Journal of Animal Science. 67 (7): 1714-1721.
27. FORBES, J. 1995. Ruminant gastrointestinal tract. In: Michael, J. Voluntary food intake and diet selection in farm animals. Wallingford, CABI. pp. 59-80.
28. FORD, S.; HESS, B.; SCHWOPE, M.; NIJLAND, M.; GILBERT, J.; VONNAHME, K.; MEDIOS, W.; HAN, H.; NATHANIELSZ, P. 2007. Maternal undernutrition during early to mid-gestation in the ewe results in altered growth, adiposity, and glucose tolerance in male offspring. (en línea). Journal of Animal Science. 85 (5): 1285-1294. Consultado set. 2013. Disponible en <https://www.animalsciencepublications.org/publications/jas/articles/85/5/0851285?highlight=&search-result=1>

29. FUNSTON, R.; LARSON, D.; VONNAHME, K. 2010. Effects of maternal nutrition on conceptus growth and offspring performance; implications for beef cattle production. (en línea). *Journal of Animal Science*. 88 (13): 205–215. Consultado 17 nov. 2014. Disponible en <https://www.animalsciencepublications.org/publications/jas/articles/88/13/E205?highlight=&search-result=1>
30. GEERKEN, C.; HERRERA, F. 1990. The utilization of urea space for the estimation of the body fat in dry cows. *Cuban Journal of Agriculture Science*. 24(3): 299-304.
31. GODFREY, K.; BARKER, D. 2000. Fetal nutrition and adult disease. *The American Journal of Clinical Nutrition*. 71(5): 1344S-1352S.
32. GODOY, F.; GÓMEZ, R.; MORALES, M.; IBARRA, M.; BULNES, R. 1986. Rendimiento de las grasas viscerales en novillos de razas doble propósito. (en línea). *Avances en Ciencias Veterinarias*. 1 (2): 93-96. Consultado 10 ago. 2014. Disponible en https://www.google.com.uy/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&ved=0CBsQFjAA&url=http%3A%2F%2Fwww.avancesveterinaria.uchile.cl%2Findex.php%2FACV%2Farticle%2Fdownload%2F4443%2F10715&ei=riskPVKfDL9bFggTPy4KYCg&usg=AFQjCNEX6xLjeUUyTdzXd19Mwszioc7q_g&sig2=cTjmd3fbCgkJhEm_MTQMAQ&bvm=bv.74649129,d.b2U&cad=rja
33. GORRACHATEGUI, M. 1997. Influencia de la nutrición y otros factores en el rendimiento de la canal de terneros. In: *Curso de Especialización FEDNA (13º, 1997, Madrid)*. Avances en nutrición y alimentación animal. Madrid, FEDNA. pp. 133-169.
34. GREENWOOD, P.; COFE, L. 2007. Prenatal and preweaning growth and nutrition of cattle; long-term consequences for beef production. (en línea). *Animal*. 1 (9): 1283–1296. Consultado 27 nov. 2014. Disponible en http://www.researchgate.net/publication/221973666_Prenatal_and_pre-weaning_growth_and_nutrition_of_cattle_Longterm_consequences_for_beef_production
35. GUTIÉRREZ, V.; ESPASANDÍN, A. C.; ASTESSIANO, A. L.; CASAL, A.; LÓPEZ-MAZZ, C.; CARRIQUIRY, M. 2012. Calf fetal and early life nutrition on grazing conditions; metabolic and endocrine profiles and body

composition during the growing phase. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*. 97 (4): 720-731.

36. HAMMOND, J. 1961. Growth in size and body proportion in farm animals. *In*: Zarrow, M. X. ed. *Growth in living systems*. New York, Basic Books. pp. 321-334.
37. HAMMOND, A.; RUMSEY, T.; HAALAND, G. 1984. Estimation of empty body water in steers by urea dilution. *Growth*. 48 (1): 29-34.
38. HANCOCK, J. 1952. Grazing behaviour of identical twins in relation to pasture type, intake and production of dairy cattle. *In*: *International Grassland Congress (6th, 1952, Pennsylvania State College)*. 2:1399-1407.
39. HAYDOCK, K.; SHAW, N. 1975. The comparative yield method for estimating dry matter yield of pasture. *Journal of Experimental Agriculture and Animal Husbandry*. 15:663-670.
40. HODGSON, J. 1975. The influence of grazing pressure and stocking rate on herbage intake and animal performance. *In*: Hodgson, J.; Jackson, D. K. eds. *Pasture utilization by the grazing animal*. Hurley, British Grassland Society. pp. 70-78 (Symposium no. 8).
41. _____. 1990. *Grazing management; science into practice*. New York, Longman. 203 p.
42. HOGG, B. 1991. Compensatory growth in ruminants. *Advanced Materials Research*. 7: 103-134.
43. HOLLAND, M.; ODDE, K. 1992. Factors affecting calf birth weight; a review. *Theriogenology*. 38 (5): 769-798.
44. HORNICK, J.; EENAEME, C.; DIEZ, M.; MINET, V.; ISTASSE, L. 1998. Different periods of feed restriction before compensatory growth in Belgian blue bulls: II Plasma metabolites and hormones. (en línea). *Journal of Animal Science*. 76: 260-271. Consultado set. 2014. Disponible en <https://www.animalsciencepublications.org/publications/jas/abstracts/76/1/260?search-result=1>

45. _____.; _____.; GERARD, O.; DUFRANSE, I.; ISTASSE, L. 2000. Mechanisms of reduced and compensatory growth. Domestic Animal Endocrinology. no. 19: 121-132.
46. JENKINS, T.; FERREL, C. 1984. A note on lactation curves of crossbred cows. Animal Production. 34: 479.
47. KOCK, S. W.; PRESTON, R. L. 1979. Estimation of bovine carcass composition by the urea dilution technique. (en línea). Journal of Animal Science. 48 (2): 319-327. Consultado 5 ago. 2013. Disponible en <http://www.journalofanimalscience.org/content/48/2/319>
48. LALMAN, D.; WILLIAMS, J.; HESS, B.; THOMAS, M.; KEISLER, D. 2000. Effect of dietary energy on milk production and metabolic hormones in thin, primiparous beef heifers. (en línea). Journal of Animal Science. 78 (3): 530-538. Consultado 10 oct. 2014. Disponible en <https://www.animalsciencepublications.org/publications/jas/abstracts/78/3/530?search-result=1>
49. LARSON, D.; MARTIN, J.; ADAMS, D.; FUNSTON, R. 2009. Winter grazing system and supplementation during late gestation influence performance of beef cows and steer progeny. (en línea). Journal of Animal Science. 87 (3): 1147-1155. Consultado 20 set. 2014. Disponible en <https://www.animalsciencepublications.org/publications/jas/articles/87/3/0871147?highlight=&search-result=1>
50. MARTIN, J.; VONNAHME, K.; ADAMS, D.; LARDY, G.; FUNSTON, R. 2007. Effects of dam nutrition on growth and reproductive performance of heifer calves. (en línea). Journal of Animal Science. 85 (3): 841-847. Consultado 20 set. 2014. Disponible en <https://www.animalsciencepublications.org/publications/jas/articles/85/3/0850841>
51. MARTÍN, R.; HAUSMAN, G.; HAUSMAN, G. 1998. Regulation of adipose cell development in utero. Proceedings of the Society for Experimental Biology and Medicine. 219: 200-210.
52. MARTÍNEZ, J. C.; GUTIÉRREZ, J. F.; BRIONES, F.; LUCERO, F.A.; CASTILLO, S. P. 2011. Factores no genéticos que afectan el peso al nacer y destete de terneros Angus. (en línea). Zootecnia Tropical. 29 (2): 151-160.

Consultado 15 dic. 2013. Disponible en http://www.scielo.org.ve/scielo.php?pid=S0798-72692011000200001&script=sci_arttext

53. MERSMANN, H.; SMITH, S. 2005. Development of white adipose tissue lipid metabolism. *In*: Salek, E. ed. *Biology of metabolism in growing animals*. Philadelphia, Elsevier. pp. 275-302.
54. MEISSNER, H.; VAN STADEN, J.; PRETORIUS, E. 1980. In vivo estimation of body composition in cattle with tritium and urea dilution. I. Accuracy of prediction equations for the whole body. *Journal of Animal Science*. 10:165.
55. MITCHELL, A. D. 2007. Impact of research with cattle, pigs, and sheep on nutritional concepts; body composition and growth. *The Journal of Nutrition*. 137: 711-714.
56. MOLINA, F.; CARMONA, D.; OJEDA, A. 2007. Evaluación del crecimiento compensatorio como estrategia de manejo en vacunos de carne a pastoreo. (en línea). *Zootecnia Tropical*. 25 (3): 149-155. Consultado 29 jul. 2014. Disponible en http://www.scielo.org.ve/scielo.php?pid=S0798-72692007000300001&script=sci_arttext
57. MOOJEN, E. L.; MARASCHIN, G. E. 2002. Potencial productivo de uma pastagem nativa do Rio Grande do Sul submetida a níveis de oferta de forragem. *Ciencia Rural (Santa Maria)*. 32 (1): 127-132.
58. MORAES, A.; MOOJEN, E. L.; MARASCHIN, G. E. 1990. Comparação de métodos de taxa de crescimento em uma pastagem submetida a diferentes pressões de pastejo. *In*: Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia (27a., 1990, Campinas). *Anais. Campinas, SBZ*. pp. 25-37.
59. MORAN, J.; HOLMES, W. 1978. A note on the relationship between ultrasonic fat measurement and performance in beef cattle. *Animal Production*. 27: 109-112.
60. MORGAN, J. 1972. Effect of plane of nutrition in early life on subsequent liveweight gain, carcass and muscle characteristics and eating quality of meat in cattle. *Journal of Agriculture Science. (Cambridge)*. 78: 417-423.

61. MOTT, G. 1960. Grazing pressure and the measurement of pasture production. *In*: International Grassland Congress (8th, 1960, University of Reading, England). 6 pp.
62. NATIONAL RESEARCH COUNCIL (NRC). 2000. Nutrient requirements of beef cattle. (en línea). 7th. rev. ed. Washington, D.C., National Academy Press. s.p. Consultado oct. 2013. Disponible en <http://www.nap.edu/catalog/9791.html>
63. OLAZABAL, J. L.; SAN MARTÍN, F. H. 2008. Crecimiento compensatorio. (en línea). Lima, Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Facultad de Medicina Veterinaria. Laboratorio de Bioquímica, Nutrición y Alimentación Animal. 11 p. Consultado 28 jul. 2014. Disponible en <http://prodanimal.fagro.edu.uy/cursos/NUTRICION/MATERIAL%202012/Crecimiento%20Compensatorio.pdf>
64. OLMOS, F. 1991. Pasturas naturales en la Región Noreste. *In*: Carámbula, M.; Vaz Martins, D.; Indarte, E. eds. Pasturas y producción animal en áreas de ganadería extensiva. Montevideo, INIA. pp. 27-50 (Serie Técnica no. 13).
65. _____. 1992. Aportes para el manejo de campo natural. Efecto de la carga animal y el período de descanso en la producción y evolución de un campo. Montevideo, INIA. 40 p. (Serie Técnica no. 20).
66. ORCASBERRO, R 1991. Estado corporal, control del amamantamiento y performance reproductiva de rodeos de cría. *In*: Carámbula, M.; Vaz Martins, D.; Indarte, E. eds. Pasturas y producción animal en áreas de ganadería extensiva. Montevideo, INIA. pp. 158-169 (Serie Técnica no. 13).
67. OSTROWSKI, J. 2005. La raza Bonsmara. (en línea). Buenos Aires, Asociación Argentina de Criadores de Bonsmara (AACB). s.p. Consultado 15 jun. 2014. Disponible en <http://www.bonsmara.org.ar/publicacion1.html>
68. OWENS, F. N.; DUBESKI, P.; HANSON, C. F. 1993. Factors that alter the growth and development of ruminants. (en línea). Journal of Animal Science. 71 (11): 3138-3150. Consultado 3 ago. 2013. Disponible en <http://www.journalofanimalscience.org/content/71/11/3138.full.pdf+html>
69. PAULINO, P. 2012. Em que momento a vaca prenhe deve receber mais atenção. Revista DBO Rural. 31 (380): 78-80.

70. PEREIRA, G.; SOCA, P. 2001. Aspectos relevantes de la cría vacuna en el Uruguay. Montevideo, Facultad de Agronomía. s.p.
71. PERUCHENA, C.; CAUHEPE, M.; COCIMANO, M.; MIQUEL, C.; FERNANDEZ, H. 1986. Selectividad en condiciones de pastoreo de vacunos en un ambiente subtropical húmedo del norte de Corrientes. Tesis MSc. Balcarce, Argentina. Universidad Nacional de Mar del Plata. Facultad de Ciencias Agrarias. 82 p.
72. PRESTON, R.; KOCK, S. 1973. In vivo prediction of body composition in cattle from urea space measurements. *Experimental Biology and Medicine*. 143 (4): 1057-1061.
73. QUINTANS, G.; BANCHERO, G.; CARRIQUIRY, M.; LÓPEZ, C.; BALDI, F. 2010. Effect of body condition and suckling restriction with and without presence of the calf on cow and calf performance. *Animal Production Science*. 50: 931-938.
74. _____.; SCARSI, A. 2013. Manejo nutricional antes del parto en vacas multíparas y primíparas; enfoques de una nueva línea de investigación. (en línea). In: Seminario de Actualización Técnica; Cría Vacuna (2013, Treinta y Tres). Trabajos presentados. Montevideo, INIA. pp. 135-145 (Serie Técnica no. 208). Consultado 20 nov. 2014. Disponible en http://www.inia.uy/Publicaciones/Documentos%20compartidos/st%20208_2013.pdf
75. RADUNZ, A. 2009. Effects of prepartum dam energy source on progeny growth, glucose tolerance, and carcass composition in beef and sheep. PhD Diss. Columbus, USA. The Ohio State University. 30 p.
76. _____. 2011. Developmental programming in beef cattle and potential utilization of this new “science” in the beef herd. Madison, WI, University of Wisconsin. s.p. (Publication BP-1103).
77. RASBY, R.; WETTEMANN, R.; GEISERT, R.; RICE, L.; WALLACE, C. 1990. Nutrition, body condition and reproduction in beef cows; fetal and placental development, and estrogens and progesterone in plasma. (en línea). *Journal of Animal Science*. 68 (12): 4267-4276. Consultado 12 oct. 2014. Disponible en

<https://www.animalsciencepublications.org/publications/jas/abstracts/68/12/4267?search-result=1>

78. REED, J.; WARD, M.; VONNAHME, K.; NEVILLE, T.; JULIUS, S.; BOROWICZ, P.; TAYLOR, J.; REDMER, D.; GRAZUL-BILSKA, A.; REYNOLDS, L.; CATON, J. 2007. Effects of selenium supply and dietary restriction on maternal and fetal body weight, visceral organ mass, cellularity estimates, and jejunal vascularity in pregnant ewe lambs. (en línea). *Journal of Animal Science*. 85 (10): 2721-2733. Consultado 23 jun. 2013. Disponible en <https://www.animalsciencepublications.org/publications/jas/articles/85/10/0852721?highlight=&search-result=1>
79. REHFELDT, C.; FIEDLER, I.; STICKLAND, N. 2004. Number and size of muscle fibers in relation to meat production. In: Pas, M.; Everts, M.; Haagsman, H. eds. *Muscle development of livestock animals; physiology, genetics, and meat quality*. Cambridge, CABI. pp. 1-38.
80. ROBAINA, A.; GRAINGER, C.; MOATE, P.; TAYLOR, J.; STEWART, J. 1998. Responses to grain feeding by grazing dairy cows. *Journal of Experimental Agriculture*. 38:541-549.
81. ROVIRA, J. 1971. Cría de la ternera y su temprana utilización como vientre. In: *Ciclo de Conferencias de la Exposición Rural del Prado (1971, Montevideo)*. Conferencias. Montevideo, FUCREA. s.p.
82. _____. 1996. Manejo nutritivo de los rodeos de cría en pastoreo. Montevideo, Hemisferio Sur. 288 p.
83. RULE, D. C.; ARNOLD, R. N.; HENTGES, E. J.; BEITZ, D. C. 1986. Evaluation of urea dilution as a technique for estimating body composition of beef steers in vivo; validation of published equations and comparison with chemical composition. (en línea). *Journal of Animal Science*. 63 (6): 1935-1948. Consultado 3 ago. 2013. Disponible en <http://www.journalofanimalscience.org/content/63/6/1935>
84. RUSSELL, G.; OTERUELO, T. 1981. An ultrastructural study of the differentiation of skeletal muscle in the bovine fetus. *Anatomy and Embryology*. 162 (4): 403-417.

85. RYAN, W. 1990. Compensatory growth in cattle and sheep. *Nutrition Abstracts and Reviews. Series B.* 60 (9): 653-664.
86. _____.; WILLIAMS, I.; MOIR, R. 1993a. Compensatory growth in sheep and cattle. I Growth pattern and feed intake. *Australian Journal of Agricultural Research.* 44 (7): 1609-1621.
87. SAINZ, R.; DE LA TORRE, F.; OLTJEN, J. 1995. Compensatory growth and carcass quality in growth-restricted and refed beef steers. (en línea). *Journal of Animal Science.* 73 (10): 2971-2979. Consultado 4 ago. 2014. Disponible en <https://www.animalsciencepublications.org/publications/jas/abstracts/73/10/2971?search-result=1>
88. SAS INSTITUTE. 2002. *Sistem program 9.0v.* Cary, NC. s.p.
89. SCARLATO, S.; CARRIQUIRY, M.; DO CARMO, M.; FABER, A.; GENRO, C.; SOCA, P. 2013. Conducta de vacas de cría en pastoreo de campo nativo; efecto de la oferta de forraje sobre la expresión del patrón temporal y espacial de pastoreo. *In:* Soca, P.; Espasandín, A.; Carriquiry, M. resps. Efecto de la oferta de forraje y grupo genético de la cría vacuna en campo natural. Montevideo, INIA. pp. 65-73 (FPTA no. 48).
90. SIMEONE, A.; BERETTA, V. 2002. *Destete precoz en ganado de carne.* Montevideo, Facultad de Agronomía. 118 p.
91. SOARES DE LIMA, J. M. 2009. Los sistemas de cría vacuna en Uruguay; situación actual y oportunidades de superación. *Revista INIA.* no. 20: 16-20.
92. SOBERMAN, R.; BRODIE, B.; LEVY, B.; AXELROD, J.; HOLLANDER, V.; STEELE, J. 1949. Use of antipyrine in the measurement of total body water in man. *The Journal of Biological Chemistry.* 74 (4): 789-792.
93. SOCA, P. M.; DO CARMO, M.; CLARAMUNT, M. 2007. Sistemas de cría vacuna en ganadería pastoril sobre campo nativo sin subsidios; propuesta tecnológica para estabilizar la producción de terneros con intervenciones de bajo costo y de fácil implementación. *Avances en Producción Animal.* 32(1-2): 3-26.
94. SPOERNGLY, E. 1991. Supplementation of dairy cows offered freshly cut herbage ad libitum with starchy concentrates based on barley or fibrous concentrates

based on unmolassed sugar beet pulp and wheat bran. Swedish Journal of Agricultural Research. 21 (3): 131-139.

95. STALKER, A.; ADAMS, D.; KLOPFENSTEIN, T.; FEUZ, D.; FUNSTON, R. 2006. Effects of pre- and postweaning nutrition on reproduction in spring calving cows and calf feedlot performance. Journal of Animal Science. 84: 2582-2589.
96. SWANSON, T.; HAMMER, C.; LUTHER, J.; CARLSON, D.; TAYLOR, J.; REDMER, D.; NEVILLE, T.; REED, J.; REYNOLDS, L.; CATON, J.; VONNAHME, K. 2008. Effects of gestational plane of nutrition and selenium supplementation on mammary development and colostrum quality in pregnant ewe lambs. Journal of Animal Science. 86 (9): 2415-2423.
97. SYMONDS, M.; PEARCE, S.; BISPHAM, J.; GARDNER, D.; STEPHENSON, T. 2004. Timing of nutrient restriction and programming of fetal adipose tissue development. Proceedings of the Nutrition Society. 63 (3): 397-403.
98. THOMAS, H. S. 2011. Fetal programming. Beef Magazine. 48 (2): 56-61.
99. TOLLEY, E.; TESS, M.; JOHNSON, T.; POND, K. 1988. Effect of switching diets on growth and digesta kinetics of cattle. (en línea). Journal of Animal Science. 66 (10): 2551-2567. Consultado 20 set. 2014. Disponible en <https://www.animalsciencepublications.org/publications/jas/abstracts/66/10/JAN0660102551?search-result=1>
100. TUDOR, G.; O'ROURKE, P. 1980. The effect of pre and postnatal nutrition on the growth of beef cattle. II. The effect of severe restriction in early post-natal life on growth and feed efficiency during recovery. Australian Journal of Agriculture Research. 31: 179-189.
101. URUGUAY. MINISTERIO DE GANADERÍA, AGRICULTURA Y PESCA. DIRECCIÓN DE INVESTIGACIONES ESTADÍSTICAS AGROPECUARIAS. 2012. Anuario. Montevideo. 34 p.
102. _____. _____. _____. 2013. Anuario. Montevideo. 42 p.
103. VALENTINE, S.; CLAYTON, E.; JUDSON, G.; ROWE, J. 2000. Effect of virginiamycin and sodium bicarbonate on milk production, milk composition

- and metabolism of dairy cows fed high levels of concentrates. *Journal of Experimental Agriculture*. 40: 773-781.
104. VERDE, L. S. 1974. Estado actual de los conocimientos sobre crecimiento compensatorio. (en línea). Buenos Aires, Argentina, Hemisferio Sur. cap. 3, pp. 112-144. Consultado 5 ago. 2014. Disponible en http://www.produccion-animal.com.ar/informacion_tecnica/externo/03-crecimiento_compensatorio.pdf
105. VIZCARRA, J.; IBÁÑEZ, W.; ORCASBERRO, R. 1986. Repetibilidad y reproducibilidad de dos escalas para estimar la Condición Corporal de vacas Hereford. *Investigaciones Agronómicas*. no. 7: 45-47.
106. WALLACE, J. 1948. The growth of lambs before and after birth in relation to the level of nutrition. *The Journal of Agriculture Science*. 38:243-300.
107. _____.; AITKEN, R.; CHEYNE, M. 1996. Nutrient partitioning and fetal growth in rapidly growing adolescent ewes. *The Journal of the Society Reproduction and Fertility*. 107: 183-190.
108. _____.; BOURKE, D.; AITKEN, R. 1999. Nutrition and fetal growth: paradoxical effects in the overnourished adolescent sheep. *The Journal of the Society Reproduction and Fertility*. 54: 385-399.
109. _____.; _____.; DA SILVA, P.; AITKEN, R. 2001. Nutrient partitioning during adolescent pregnancy. *Reproduction*. 122 (3): 347-357.
110. _____.; MILNE, S.; AITKEN, R. 2005. The effect of overnourishing singleton-bearing adult ewes on nutrient partitioning to the gravid uterus. *British Journal of Nutrition*. 94:533-539.
111. WATERS, H. 1908. Capacity of animals to grow under adverse conditions. s.n.t. s.p.
112. WEARY, D.; JASPER, J. 2008. Understanding weaning distress. *Applied Animal Behaviour Science*. 110: 24-41.
113. WELLS, R.; PRESTON, R. 1998. Effect of repeated urea dilution measurement on feedlot performance and consistency of estimated body composition in steers of different breed types. *Journal of Animal Science*. 76 (11): 2799-2804.

114. WILKINS, R.; GIBB, M.; HUCKLE, C.; CLEMENTS, A. 1994. Effect of supplementation on production by spring-calving dairy cows grazing swards of differing clover content. *Grass and Forage Science*. 49 (4): 465–475.
115. WILLHAM, R. 1972. The role of maternal effects in animal breeding: III. Biometrical aspects of maternal effects in animals. (en línea). *Journal of Animal Science*. 35 (6): 1288-1293. Consultado 7 nov. 2014. Disponible en <https://www.animalsciencepublications.org/publications/jas/abstracts/35/6/JAN0350061288?search-result=1>
116. WILLIAMS, C.; KEELE, J.; WALDO, D. 1992. A computer model to predict empty body weight in cattle from diet and animal characteristics. (en línea). *Journal of Animal Science*. 70 (10): 3215-3222. Consultado 25 oct. 2014. Disponible en <https://www.animalsciencepublications.org/publications/jas/abstracts/70/10/3215>
117. WILSON, P.; OSBOURN, D. 1960. Compensatory growth after undernutrition in mammals and birds. *Biological Reviews*. 35 (3): 324-361.
118. WU, G.; BAZER, F.; WALLACE, J.; SPENCER, T. 2006. Intrauterine growth retardation; implications for the animal sciences. (en línea). *Journal of Animal Science*. 84 (9): 2316-2337. Consultado 10 set. 2014. Disponible en <https://www.animalsciencepublications.org/publications/jas/articles/84/9/0842316>
119. ZHU, M.; FORD, S.; NATHANIELSZ, P.; DU, M. 2004. Effect of maternal nutrient restriction in sheep on the development of fetal skeletal muscle. *Biology of Reproduction*. 71 (6): 1968-1973.