



UNIVERSIDAD DE LA REPÚBLICA

FACULTAD DE VETERINARIA

Programa de Posgrados

**ALTA Y BAJA ASIGNACIÓN DE FORRAJE
ANTES DEL PARTO**

**Efecto sobre la performance productiva y reproductiva de vacas de carne
en condiciones de pastoreo**

CAROLINA BRIANO

TESIS DE MAESTRÍA EN PRODUCCIÓN ANIMAL

**URUGUAY
2014**



UNIVERSIDAD DE LA REPÚBLICA

FACULTAD DE VETERINARIA

Programa de Posgrados

**ALTA Y BAJA ASIGNACIÓN DE FORRAJE
ANTES DEL PARTO**

**Efecto sobre la performance productiva y reproductiva de vacas de carne
en condiciones de pastoreo**

CAROLINA BRIANO

GRACIELA QUINTANS
Directora de Tesis

ANA MEIKLE
Co-directora

2014

INTEGRACIÓN DEL TRIBUNAL DE

DEFENSA DE TESIS

Elsa Garófalo; Prof. Dra.
Facultad de Veterinaria
Universidad de la República – Uruguay

Raquel Pérez-Clariget; Dra., PhD
Facultad de Agronomía
Universidad de la República - Uruguay

Cecilia Cajarville; Dra., PhD
Facultad de Veterinaria
Universidad de la República – Uruguay

2014

ACTA DE DEFENSA DE TESIS

INFORME DEL TRIBUNAL

AGRADECIMIENTOS

A mi familia, en especial a mis padres Laura y Agustín por su apoyo incondicional a lo largo de todo mi camino, y a mi esposo e hija, Maik y Juli, por su amor y paciencia.

A mi tutora Ing. Agr. (Ph. D) Graciela Quintans y a mi cotutora, Dra. (Ph. D) Ana Meikle por su contribución en mi formación a través de su guía y compromiso con este trabajo.

Al equipo de Producción Animal de INIA-Treinta y tres por todo el apoyo brindado a lo largo de este trabajo, así como a todo el personal de la estación experimental quienes de una forma u otra colaboraron con este trabajo, en especial a la Lic. Belky Mesones y Eloisa Crossa.

Al equipo del Laboratorio de Técnicas nucleares de la Facultad de Veterinaria por su invaluable ayuda durante el trabajo realizado en dicho laboratorio.

A la Dra. Maria Bakker por colaboración en la determinación de consumo.

A mis compañeros y amigos Antonia Scarsi, Ana Laura Pereira y Mario Lema.

A la Agencia Nacional de investigación e innovación por otórgame la beca BE_POS_2010_1_2566 brindada y el proyecto PR_FVM_2009_1_3121 que permitió financiar parte de este trabajo.

TABLA DE CONTENIDO

Página

PÁGINA DE APROBACIÓN.....	i
AGRADECIMIENTOS.....	iii
LISTA DE CUADROS Y FIGURAS.....	vi
RESÚMEN.....	vii
SUMMARY.....	viii
1. INTRODUCCIÓN.....	1
2. ANTECEDENTES ESPECÍFICOS.....	3
2.1. La cría vacuna en el Uruguay.....	3
2.2. Consumo de alimento, balance energético y control metabólico-hormonal en el periparto de la vaca de carne y su efecto en el eje reproductivo.....	4
2.3. Estrategias para mitigar el balance energético negativo en el periparto ...	9
3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA Y OBJETIVOS.....	11
4. MATERIALES Y MÉTODOS.....	12
4.1. Localización.....	12
4.2. Diseño experimental.....	12
4.3. Determinaciones en la pastura	12
4.4. Determinaciones en los animales.....	12
4.5. Determinaciones hormonales y de metabolitos.....	14
4.6. Análisis estadístico.....	15
5. RESULTADOS.....	16
5.1. Consumo.....	16
5.2. Peso vivo y condición corporal.....	16
5.3. Metabolitos.....	18

5.4. Hormonas.....	20
5.5. Producción de leche y desempeño de los terneros.....	22
5.6. Variables reproductivas.....	23
6. DISCUSIÓN.....	24
7. CONCLUSIONES.....	31
8. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	32
9. ANEXOS.....	46
9.1. Consumo – Técnica de alcanos.....	46
9.2. Publicaciones parciales de este trabajo realizadas previamente.....	49

LISTA DE CUADROS Y FIGURAS

Cuadro	Página
1. Consumo de forraje estimado (media \pm e.e.m) en vacas multíparas (M) y primíparas (P) en alta (A) y baja (B) asignación de forraje.....	16
2. Efecto de la asignación de forraje (AF) preparto y de la paridad (PAR) sobre parámetros reproductivas	23
Figura	
1. Esquema de las principales determinaciones realizadas	13
2. Peso vivo (A) y condición corporal (B) de vacas en alta (■) y baja (○) asignación de forraje desde el día -56 al 168 pp (día 0 = parto). La barra gris corresponde al período que se aplicaron las distintas asignaciones de forraje.	17
3. Peso vivo (A) y condición corporal (B) de vacas multíparas (■) y primíparas (○) desde el día -56 al 168 pp (día 0 = parto). La barra gris corresponde al período que se aplicaron las distintas asignaciones de forraje...	18.
4. Concentración plasmática de AGNE de vacas en alta (●) y baja (○) asignación de forraje (A) y de vacas multíparas (■) y primíparas (□) (B) desde el día -56 al 126 pp (día 0 = parto). La barra gris corresponde al período que se aplicaron las distintas asignaciones de forraje.....	19
5. Concentración plasmática de AGNE, β HB y Urea, de vacas multíparas (figuras a la derecha, A, C y E) y primíparas (figuras a la izquierda, B, D y F) con alta y baja asignación de forraje pre parto desde el día -49 a 126 pp (día 0 = parto). Multíparas alta (■), multíparas baja (□), primíparas alta (●) y primíparas baja (○). La barra gris corresponde al período que se aplicaron los tratamientos.....	20
6. Concentración plasmática de insulina (mmol/L) de vacas en alta (■) y baja (○) asignación de forraje desde el día -49 al 70 pp (día 0 = parto). La barra gris corresponde al período que se aplicaron los tratamientos.....	21
7. Concentración plasmática de IGF-1 y Adiponectina, de vacas multíparas (figuras a la derecha, A y C) y primíparas (figuras a la izquierda, B y D) con alta y baja asignación de forraje preparto desde el día -49 a 126 pp (día 0 = parto). Multíparas alta (■), multíparas baja (□), primíparas alta (●) y primíparas baja (○). La barra gris corresponde al período que se aplicaron los tratamientos.....	22.

RESÚMEN

El objetivo del presente trabajo fue evaluar 2 asignaciones de forraje (AF) preparto en variables productivas y reproductivas de vacas primíparas (P) y multíparas (M). Seis semanas antes del parto 40 vacas P y 42 vacas M fueron asignadas a dos AF de campo natural hasta el parto (Día 0): Alta (15 Kg/100kgPV de MS, A) y Baja (5 Kg/100kgPV de MS, B). El consumo individual promedio diario (kg/vaca/d de MS) fue estimado en una sub-muestra por la técnica de *n*-alcanos entre el día -28 y -16 (n=12). El peso vivo (PV) y la condición corporal (CC) fueron evaluados cada 14 días. Las vacas fueron sangradas semanalmente para el análisis de ácidos grasos no esferificados (AGNE), β-hidroxibutirato (βHB), urea, insulina, IGF-1, adiponectina y leptina. La producción de leche (PL) se determinó cada 28 días. El PV de los terneros se tomó al nacer y cada 2 semanas. El Día 70 posparto (pp) se determinó el número de hembras en anestro profundo y 45 días de retirados los toros, la tasa de preñez. Las vacas de A AF consumieron más que las vacas de B (113 vs. 96 g/kgPV^{0.75}/d de MS, P<0.05). Las vacas multíparas tendieron a consumir más que las primíparas (110 y 98 g/kgPV^{0.75}/d de MS, P=0,108). Las vacas de A AF presentaron mayor PV y CC que las vacas de B. Durante el preparto las vacas P mantuvieron PV y perdieron 0.4u CC mientras que las M aumentaron PV y mantuvieron su CC. Durante la aplicación de los tratamientos la concentración de AGNE de A fue menor (P<0.05) que la de B (0.76 vs. 0.88 mmol/L). La concentración de AGNE de las vacas P fue superior (P<0.0002) a la de las vacas M durante la mayoría del periodo estudiado (0.5 vs. 0.4 mmol/L). Las vacas PB presentaron la concentración de βHB y urea más alta respecto de los 4 grupos. La concentración de IGF-1 al inicio del periodo evaluado (-49) fue significativamente mayor (P=0.02) en P que en M (56.3 vs 36.4 ng/ml, respectivamente). En las vacas PB la [IGF-1] cayó a la mitad durante la aplicación de los tratamientos, mientras que en PA dicha caída se registró posteriormente, al parto. Se observó una interacción AF x PAR (P<0.05) en la [adiponectina] donde MB fue superior a MA y PA fue superior a PB a lo largo del periodo evaluado. La concentración de leptina promedio fue similar en los 4 grupos: 4.5ng/ml. Las vacas A tuvieron una mayor (P<0.01) PL que las vacas B (5.4 vs. 4.6 kg/d). Las vacas M tuvieron una mayor (P<0.01) PL promedio que las vacas P (5.6 vs. 4.5 kg/d). Al inicio del entore (día 70) un mayor porcentaje (P<.0001) de vacas P estaban en anestro profundo (50 vs. 22% para p y M, respectivamente). Las vacas A presentaron mayor (P<0.05) porcentaje de preñez que las vacas B (40 vs. 28%) y las M mayor que las P (62 vs. 5%, P<.0001). Las vacas en B AF presentaron un balance energético negativo (BEN) más severo que las A. Por otra parte, las vacas P también atravesaron un BEN más profundo que las M, reflejado en la mayoría de las variables evaluadas.

SUMMARY

The aim of the present experiment was to evaluate two forage allowances (FA) during the prepartum period, in primiparous (P) and multiparous (M) cows, on productive and reproductive variables. Six weeks before calving, 40 P cows and 42 M cows were assigned to two FA (native pastures) treatments until parturition (Day 0): High (15 kg/100 LW DM; H) and Low (5 kg/100 LW DM; L). Individual daily forage intake (FI) was estimated in a sample of animals (n=12) with n-alkanes method between Day -28 and -16. The live weight (LW) and body condition score (BCS) was registered every 14 days. Cows were blood sampled weekly for non esterified fatty acids (NEFA), β -hidroxi-butirate (BHB), urea, insulin, insulin-like growth factor -1 (IGF-1), adiponectin and leptin. Milk yield (MY) was measured every 28 days. Calves LW was registered at birth and biweekly thereafter. At day 70 postpartum (pp) cows in deep anoestrous were determined and 45 days after the end of breeding period, pregnancy rate was determined. Cows in H presented greater ($P<0.05$) FI than cows in L (113 vs. 96 g/kg LW^{0.75}/d de DM). M cows tended to have greater FI than P (110 y 98 g/kg LW^{0.75}/d de DM, $P=0,108$). Cows in H FA presented greater LW and BCS than L cows. During the prepartum period P cows maintained LW and lost 0.4u of BCS while M increased LW and maintained BCS. During the period that treatments were applied NEFA concentrations of H cows was lower than L cows (0.76 vs. 0.88 mmol/L; $P <0.05$). NEFA concentrations were greater in P cows respect to M cows during most of the evaluated period (0.5 vs. 0.4 mmol/L; $P<0.0002$). Cows in PL presented the greatest BHB and urea concentrations respect to the other three groups. IGF-1 concentrations at the beginning of the experimental period (Day -49) were greater in P than M cows (56.3 vs. 36.4 ng/ml; $P<0.02$). In PL cows IGF-1 concentrations decreased to half of the initial value while treatments were being applied, but PH cows decreased its concentrations at parturition. There was a significant FA by parity interaction ($P<0.05$) on adiponectin concentrations. ML cows presented greater concentrations than MH and PH cows greater than PL. Leptin concentrations were similar among cows from all groups (4.5 ng/ml). Cows in H FA presented greater MY than L cows (5.4 vs. 4.6 kg/d; $P<0.01$). M cows presented greater MY than P cows (5.6 vs 4.5 kg/d; $P<0.01$). At the onset of the breeding period (Day 70 pp) more P cows were in deep anoestrous respect to M cows (50 vs. 22%; $P<0.0001$). Cows in H FA had greater pregnancy rate than L cows (40 vs. 28%; $P<0.05$), and M cows greater than P cows (62 vs. 5%; $P<0.0001$). Cows in L FA presented a negative energy balance (NEB) more severe than H cows. Furthermore, P cows also had a more pronounced BEN than M cows, reflected in most of the evaluated parameters.

1. INTRODUCCIÓN

La ganadería es un rubro de fundamental importancia a nivel económico y social en el Uruguay. El 70% de los productores trabajan en sistemas criadores o de ciclo completo, más del 70% explota predios de menos de 200 hectáreas y en todos los casos el campo natural es la principal fuente alimenticia del ganado. Si bien el mismo ha sido sustituido por otras actividades como la agricultura y la forestación, se estima que aproximadamente 11 millones de hectáreas siguen siendo destinadas a la ganadería bovina y ovina, donde los sistemas criadores son los que ocupan la mayor parte (DIEA-MGAP 2010). El principal problema de los rodeos de cría es la baja eficiencia reproductiva expresada principalmente a través de la avanzada edad al primer servicio y de la baja tasa de destete o procreo, la que se ha situado entre 62 y 65% en los últimos quince años (DIEA-MGAP 2010). La principal causa de la baja tasa de procreo es el prolongado anestro posparto (APP) y los factores principales que afectan la duración del mismo son la nutrición y el amamantamiento (Short et al., 1990).

A partir de la década de los 90 la investigación nacional ha realizado fuertes esfuerzos en desarrollar conocimiento y generar tecnologías para acortar la duración del APP. Los mismos se han focalizado mayoritariamente en manejos durante el posparto, ya sea a través del incremento en el nivel alimenticio durante la primavera (verdeos, mejoramientos de campo, suplementaciones estratégicas), así como distintas técnicas de control de amamantamiento durante el servicio (destete precoz y temporario) (Pérez-Clariget et al., 2007; Quintans et al., 2009b; Quintans et al., 2010, Soca et al. 2013b).

Si bien existen diversas fechas de servicio o entore, la más comúnmente usada es la primavera-estival, lo que redundaría en una parición de fines de invierno y principios de primavera. Esto se basa en la lógica de que los terneros nazcan cuando las pasturas nativas (mayoritariamente estivales) comienzan a crecer y de esa forma el incremento en el nivel nutricional de las vacas se refleja en mayor producción de leche, asegurando de esa forma un adecuado crecimiento de los terneros (Rovira, 1996). Sin embargo, en este sistema el último tercio de gestación de las vacas coincide con la mínima oferta de forraje y la más baja tasa de crecimiento de las pasturas nativas (Bermúdez y Ayala, 2005), lo que lleva a una caída de estado corporal de la vaca gestante, dado que no logra cubrir sus requerimientos de mantenimiento y de gestación (Bell, 1995). Este efecto se ve exacerbado en vaquillonas de primer servicio, las que además de los requerimientos mencionados, deben continuar creciendo, así como enfrentarse al estrés del primer parto y primera lactancia (Carroll y Hoerlein, 1996; Spitzer et al., 1995). Es por ello que tanto a nivel nacional como internacional, se han reportado APP más largos en las vacas primíparas que en las multíparas, y por ende, son las que en general presentan una más baja tasa de preñez y destete (Trevit et al., 1977; Rovira, 1996).

A pesar de la importancia de la nutrición en el preparto, especialmente en el último tercio de gestación, es escasa la información nacional sobre la respuesta animal a diferentes manejos del campo natural en ese período. Como se mencionó previamente, las pasturas naturales siguen siendo la base nutricional de las vacas gestantes, incluso en el invierno, pero la caracterización del sistema planta-animal en ese período es escasa. Recientemente, se han estudiado distintas alternativas de manejo sobre campo natural durante el preparto y su efecto

en la eficiencia productiva y reproductiva de las vacas de cría. Por ejemplo, se observó que una suplementación energética de corta duración durante los últimos 30 a 40 días de gestación en vacas de carne, disminuye el APP en vacas multíparas pero no en primíparas (Scarsi, 2012). Se ha comenzado a generar información acerca del balance energético negativo que atraviesan las vacas en el periodo de transición, así como sobre la caracterización de distintos metabolitos y hormonas metabólicas que intervienen en el diálogo entre la nutrición y la reproducción. Esta información se ha generado en vacas primíparas y multíparas, en diferentes condiciones corporales, así como con diferentes estrategias de intervención (Astessiano 2010a; Astessiano 2010b; Quintans et al., 2010; Laporta 2011; Scarsi 2012; Quintans et al., 2012; Soca et al., 2013 ab). A pesar de que las vacas de cría se mantienen todo el año pastoreando sobre campo natural, no hemos encontrado información acerca del consumo de forraje en nuestras condiciones de producción. El consumo de pasturas, entre otros factores, determina la capacidad productiva del animal, por lo tanto tener información objetiva de esta variable permitiría diseñar distintas estrategias para maximizar la eficiencia productiva y económica del sistema en condiciones pastoriles. Por otra parte, un mayor consumo de forraje previo al parto podría mitigar el BEN que se da en las vacas en el periparto, especialmente en las primíparas donde, como ya se expresó, éste es más severo. Identificar las señales metabólicas que generan distintos niveles de consumo antes del parto, tanto en vacas jóvenes como en adultas, permitirá continuar con la caracterización y conocimiento de nuestros sistemas productivos, en la compleja relación campo natural-vaca de cría.

La hipótesis del presente trabajo fue que un incremento en la asignación de pasturas nativas 45 días antes del parto, incrementa el consumo de pasturas, y de esta forma mitiga el BEN identificado en ese periodo, mejorando el desempeño productivo y reproductivo. Por otra parte, hipotetizamos que la respuesta productiva y reproductiva a ofertas de forraje contrastantes dependerá de la categoría animal o historia de lactancias (primíparas vs. multíparas). En este trabajo, también se caracterizaran parte de los distintos mecanismos metabólicos y hormonales intervinientes en este proceso.

2. ANTECEDENTES ESPECÍFICOS

2.1. La cría vacuna en el Uruguay

En Uruguay, la ganadería compone un rubro muy importante a nivel económico y social. La producción de carne representa en la actualidad el 11.2% del PBI y es la fuente laboral de más de 150 mil personas de forma directa e indirecta. Si bien la ganadería esta siendo desplazada por otros rubros, como la agricultura y la forestación, producto de la intensificación de la producción, la misma sigue ocupando un lugar preponderante en el desarrollo agropecuario. Es así, que el área dedicada a la ganadería ocupa aproximadamente 11 millones de hectáreas, de las cuales el 70% son explotadas por establecimientos que realizan ciclo completo y/o cría (14% y 53%, respectivamente, DIEA- MGAP 2010). Numéricamente esto implica que existen aproximadamente 32000 productores dedicados a este rubro, donde se destaca que mas del 50 % explotan superficies menores a 200 ha, pero que poseen aproximadamente el 10 % del ganado de cría.

Desde el punto de vista productivo, es importante destacar que la cría vacuna se desarrolla principalmente sobre campo natural y que el área de pasturas mejoradas afectada a este tipo de producción, no supera el 10% (DIEA-MGAP 2013). La producción de pasturas nativas, se caracteriza por ser fuertemente estival lo que implica que la máxima producción de forraje se presenta en la primavera. (Millot, 1988; Carámbula, 1997). Por otra parte, durante el invierno se produce la más baja tasa de crecimiento y la menor variabilidad en la misma. La producción de pasturas naturales durante el invierno es el 11% del total anual y la tasa de crecimiento diaria es en promedio menor a 5 kg/ha (Bermudez y Ayala, 2005). Por otra parte también hay que destacar que se han documentado valores de muy baja calidad de la pastura natural en esa estación del año, la que presenta bajos niveles de proteína bruta (9 a 12%) y baja digestibilidad de materia orgánica (52 a 55 %, Millot 1988; Quintans 1993, Berretta 1996; Carámbula 1997). Consecuentemente, la disponibilidad de pasturas en invierno es muy baja, la que repercute en la producción animal, tanto en las categorías en crecimiento (Quintans et al., 2008) como en las vacas adultas (Quintans et al., 2012; Soca et al., 2013a).

En Uruguay, la mayoría de los rodeos vacunos son servidos durante la primavera-verano, lo que implica una parición que comienza generalmente en agosto y se extiende hasta octubre-noviembre. Este manejo hace que las altas demandas nutricionales que presenta la vaca durante el último tercio de gestación coincidan con el período de mínima producción de pasturas naturales. Se ha postulado que las vacas deberían llegar con excelente condición corporal (CC) en otoño para poder perder al menos un punto de CC al atravesar el invierno y de esa forma llegar con adecuada CC al parto (Orcasberro et al., 1992). Sin embargo, a la luz de nueva información generada a nivel nacional, la dinámica de la CC, tanto en el pre como en el posparto es importante en determinar el éxito reproductivo (Astessiano et al., 2010; Scarsi 2012; Soca et al., 2013a). Las drásticas caídas de CC antes del parto, hacen aun más severo el balance energético negativo (BEN) que las vacas presentan en el periparto. Esta situación es aún más crítica en las vacas que gestan su primer ternero y tendrán su primera parición (vacas primíparas), ya que además de tener que cubrir sus requerimientos de mantenimiento, gestación y producción láctea, deberán destinar nutrientes para continuar con su crecimiento (Bell, 1995). Esta es una de las causas principales de que las vacas de primera cría presenten la menor tasa de preñez promedio a nivel nacional dentro del rodeo (DIEA-MGAP 2013).

En sistemas criadores vacunos el desempeño reproductivo es el factor más importante en determinar la eficiencia de producción (Dziuk y Bellows, 1983) y consecuentemente afecta la viabilidad financiera (Hess 2005). En Uruguay la tasa de preñez promedio en los últimos 15 años se ubicó en 73% y la de destete en 62% (DIEA-MGAP 2013). Si bien el potencial de producción es más alto, la cría ha sufrido cambios favorables en los últimos años. Esto se puede apreciar, entre otros parámetros, en la disminución de la variabilidad de la tasa de preñez entre años, la que disminuyó de 25 a 8 puntos porcentuales para los periodos de 1981 a 1995 y de 1995 a 2011, respectivamente.

Sin embargo, hay muchas áreas de mejora para poder alcanzar una tasa de preñez superior a nivel del país. La principal causa de bajas tasas de preñez en los rodeos vacunos es el largo del anestro posparto (APP) que es afectado principalmente por la nutrición y el amamantamiento (Randel, 1990, Short 1990, Williams 1990, Wettemann y Bossis 2000; Hess et al. 2005, Pérez-Clariget, 2007, Quintans et al. 2009ab). La investigación nacional ha generado mucha información en el efecto del amamantamiento sobre el APP, con el desarrollo de distintas tecnologías aplicables por el productor (Quintans y Salta, 1988; Quintans y Vázquez, 2002; Quintans y Jimenez de Aréchaga, 2006; Quintans et al., 2008; Soca et al., 2008; Quintans et al., 2010; Soca et al., 2013b). Sin embargo, si bien se ha trabajado en los efectos de la nutrición pre y posparto sobre el APP (Soca et al, 2008; Astessiano et al., 2012; Scarsi 2012; Quintans et al., 2012; Soca et al., 2013b), son escasos los trabajos que evalúan el impacto de la asignación de pasturas nativas durante un corto periodo focalizado en un determinado momento fisiológico y su efecto en el desempeño productivo y reproductivo de ganado de carne.

2.2. Consumo de alimento, balance energético y control metabólico- hormonal en el periparto de la vaca de carne y su efecto en el eje reproductivo

En esta sección se intentará resumir los principales mecanismos metabólicos y hormonales que se expresan durante el periparto de la vaca, donde como ya se mencionó, atraviesa por un balance energético negativo, cuya severidad dependerá, entre otros factores, de la alimentación ofrecida.

En condiciones de pastoreo, la productividad de las pasturas nativas presenta una alta variabilidad a través del año (y entre años) la cual es altamente dependiente del clima. Ha sido reportado que en los sistemas de cría donde la fuente principal de alimento es la pastura natural, el patrón de consumo no es constante durante las diferentes estaciones del año (Wright et al., 1992), como consecuencia de la variación de la oferta forrajera. El consumo de alimento es uno de los factores que determina la capacidad de producción de los animales (Baker et al., 1981). El mismo es dependiente de tres grandes grupos de factores: los relativos a la planta (madurez y concentración de nutrientes), a la estructura del tapiz (altura, densidad, heterogeneidad) y los relativos al animal (estado fisiológico y paridad, entre otros) (Hodgson, 1990; Peyraund et al., 1996). Dentro de los factores relativos a la planta, la digestibilidad del alimento es uno de los más importante (Hodgson, 1990). Ha sido ampliamente reportado que en condiciones no restrictivas de ofrecimiento de pasturas, cuanto mayor es la digestibilidad de la misma, mayor es el consumo voluntario del animal, alcanzado el máximo cuando la digestibilidad se encuentra próxima a 80% (Hodgson, 1990; Rovira 1996). Dentro de la estructura del tapiz el factor mas estudiado ha sido la disponibilidad y asignación de forraje, observándose una relación directa entre ésta y el consumo animal hasta alcanzar el consumo

máximo esperado (CME) (Greenhalgh et al., 1966; Greenhalgh et al., 1967; Le Du et al., 1979; Combilla y Hodgson, 1979; Minson, 1990).

Por último, dentro de los factores asociados al animal se han observado reducciones del consumo en el último tercio de la gestación (Campling 1966; Ingvarstsen y Andersen 2000; Escalera et al., 2005; French 2006) debido a una limitación física pero principalmente por cambios metabólicos y endocrinos tales como el aumento de los estrógenos al final de la gestación (Stanley et al., 1993; Ingvarstsen y Andersen 2000). La paridad también afecta la capacidad de consumo; sin embargo los resultados reportados no han sido consistentes. Según Hunter et al. (1986) y Hodgson (1990) el consumo en función del peso vivo (PV) se reduce con la edad, siendo mayor en animales jóvenes. Sin embargo, otros autores encontraron mayor consumo en vacas multíparas que en vacas primíparas. Estos resultados fueron explicados no solo por el mayor peso vivo de las vacas sino también por una mayor producción de leche, por efectos intrínsecos del número de lactancia, por la habilidad de cosecha y por aspectos sociales como la dominancia (Dickson et al., 1970; Grant y Albright, 1995; Peyraund et al., 1996; Ingvarstsen y Andersen, 2000; Grant y Albright, 2001; Mejía Haro, 2002; Johnson et al., 2003). En situaciones de restricción de alimentos las diferencias de consumo generadas por los efectos de la dominancia parecerían acentuarse (Manson y Applevy, 1990; Albright, 1993). Las diferencias encontradas entre autores probablemente se deban en parte a las diferentes técnicas de consumo y a los distintos diseños experimentales utilizados. Estos últimos varían principalmente en el tipo de pastoreo (primíparas y multíparas juntas compitiendo por el alimento o cada categoría pastoreando por separado). Respecto a la medición del consumo, los primeros trabajos realizaban una estimación del mismo a través de la disponibilidad inicial y del “forraje desaparecido” teniendo en cuenta también la tasa de crecimiento de las pasturas (Greenhalgh et al., 1966). A partir de la década del 80 se comenzaron a desarrollar y utilizar técnicas con marcadores internos como el óxido de cromo y los n-alcános (Anexo 1). Si bien ambas técnicas no presentan mayores diferencias en los resultados obtenidos, la técnica n-alcános es más sencilla en la ejecución a nivel de campo (Dove y Mayes 2006).

Si bien el consumo de pasturas es una variable de extrema importancia, la información nacional es muy escasa. En ganado de leche utilizando la técnica de óxido de cromo Mendoza (2008) reportó consumos de pasturas de 8.3 y 10.1 kg/a/d de MS para vacas primíparas y multíparas, respectivamente cuando pastoreaban sobre pradera (alfalfa, trébol blanco, lotus y festuca) a inicio de la lactancia. Mientras que Dini et al. (2012) utilizando la misma técnica, también en vacas de leche multíparas pero durante el 6 mes de lactancia reportó consumos superiores, aproximadamente 17 kg/d sobre pasturas mejoradas. Por otra parte, en ganado de carne y sobre pasturas mejoradas, Trujillo et al. (2013) observaron que terneras Aberdeen Angus de 12 meses de edad y 288 kg de peso promedio, consumieron entre 8.8 y 11 kg/d, utilizando el método de n-alcános. Sin embargo, teniendo en cuenta la importancia del campo natural como base alimenticia de los rodeos vacunos, no existe hasta el momento ninguna información documentada de consumo de pasturas nativas en nuestras condiciones de producción

En vacas de carne con pariciones de principios de primavera, el último tercio de gestación coincide con la menor disponibilidad de pasturas, y consecuentemente con un bajo nivel de consumo de energía lo que conlleva a que las vacas atraviesen un balance energético negativo (BEN) alrededor del parto (Quintans et al., 2010; Scarsi 2012; Astessiano et al., 2012; Soca et al., 2013a). La caída de la CC en ese período puede ser indicativo del BEN, aunque muchas veces, es el estatus metabólico, a través de la expresión de distintos

metabolitos y hormonas en sangre, el que mejor expresa esta situación (Leroy et al., 2008). Por otra parte, la CC al parto (reflejo de los niveles nutricionales al que accedieron las vacas durante la gestación) presenta una alta correlación con el desempeño reproductivo, donde CC moderadas y altas, se reflejan en APP más cortos (Richards et al., 1986; Vizcarra et al. 1998; Wettemann et al., 2003). A nivel nacional ha sido postulado que las vacas primíparas deben parir 1 punto de CC por encima del de las multíparas (escala 1 al 8; Vizcarra, 1986), para alcanzar el mismo desempeño reproductivo. Es así que se sugiere que las vacas primíparas paran con al menos entre 4.5 a 5 u de CC (Orcasberro et al., 1992).

La relación entre la CC al parto y la performance reproductiva ha sido estudiada por varias décadas. La CC al parto se ha correlacionado negativamente con el largo del anestro pos-parto y positivamente con el aumento de los pulsos de la hormona luteinizante (LH) a las 6 semanas posparto, así como con mayores porcentaje de preñez (Wiltbank et al. 1962, Wright et al., 1992, Rovira 1996, Hess, 2005, Roche y Diskin 2005, Burges, 2006, Wettemann et al., 2013). Las vacas con buena alimentación pre-parto tuvieron periodos de anestro de menor duración y mejor tasa de preñez que vacas con bajo aporte de energía preparto. Hess (2005) concluyó que la nutrición preparto es más importante que la posparto en determinar el largo del anestro posparto y que CC de más de 5u (escala 1-9) asegura reservas corporales adecuadas para la reproducción después del parto. Un efecto de la interacción entre la CC al parto y el consumo de energía posparto sobre el desempeño reproductivo ha sido reportado, sugiriendo que por encima de un determinado umbral de CC al parto, la cantidad de energía ofrecida durante el posparto pierde relevancia (Short et al., 1990; Wright et al., 1992). Por otra parte, Wright et al., (1992) encontró que vacas en baja CC (2.2u en escala de 1 a 5) pero sometidas a un alto nivel energético posparto presentaron APP más cortos que aquellas vacas con bajo nivel nutritivo posparto.

La caída de la CC alrededor del parto, es uno de los indicadores del BEN por el cual atraviesan las vacas en el periparto (Wetteman et al., 2010). Por otra parte existen diferentes metabolitos en sangre que reflejan el estatus metabólico del animal y constituyen criterios pertinentes para estimar el estatus energético de las vacas de carne (Eadson et al., 1985; Grimard et al., 1995). Durante el BEN el organismo produce cambios en la concentración de hormonas y sus receptores para mantener el equilibrio del medio interno y las funciones vitales. La principal consecuencia observada es una caída de los niveles sanguíneos de glucosa. Como respuesta a la reducción de la glucosa se produce una movilización de reservas o lipomovilización que se refleja en un aumento de la concentración en plasma de ácidos grasos no esterificados (AGNE), así como también de β -hidroxibutirato (β HB, Russel y Wright, 1983; Edson et al., 1985; Lucy et al., 1991; Grimard et al., 1995; Wetteman et al., 2003). Se ha reportado que el aumento de AGNE es mas importante en vacas de leche primíparas que en multíparas, asociado a un balance energético mas negativo en dicha categoría (Meikle et al., 2004). En tal sentido, reservas inadecuadas de energía tiene un mayor impacto negativo sobre aspectos reproductivos en vacas primíparas que en multíparas (Carroll y Hoerlein, 1966) debido a las demandas adicionales para la continuación del proceso de crecimiento combinado con el estrés del primer parto y lactación.

Se ha sugerido que los niveles séricos de BHB también son un buen criterio para reconocer un BEN en el preparto (Whitaker 1999) y posparto temprano en vacas lecheras (Podpecan, et al. 2007, Giuliadori 2013). El BHB es un cuerpo cetónico, metabolito intermediario normal que se originan fundamentalmente en el catabolismo de los ácidos grasos. Si bien no puede ser utilizado por el hígado, es oxidada fácilmente por tejidos extra hepáticos como el musculo esquelético, corazón, riñón, pulmón y glándula adrenal. La cetonemia se origina cuando la velocidad de la cetogenesis excede a la velocidad de

utilización de los cuerpos cetónicos (Dukes, 1967). Por otra parte, la urea y su relación con los AGNE y el BHB se ha propuesto como indicador del balance nutricional, asociado al catabolismo proteico, donde el tejido muscular es el principal tejido afectado (Bell, 1995). En resumen, altos niveles de AGNE, BHB y urea en sangre se han correlacionado con un retraso en el reinicio de la actividad lútea. Por otra parte, un exceso de amonio o urea en la dieta ha sido encontrado como tóxico para el oocito afectando también la tasa de preñez debido a una reducción en la calidad del embrión (Rhodas et al., 2006; Leroy, 2008).

Durante la gestación y la lactancia si el animal no puede hacer frente a los altos requerimientos a través del consumo, se instala la teleoforesis para sostener dichos eventos. Estos mecanismos permiten aumentar y orientar el flujo de nutrientes hacia los órganos prioritarios (feto y útero grávido, glándula mamaria). Este redireccionamiento de nutrientes permite que en situaciones de restricción alimenticia el peso de los terneros, así como la producción de leche no se vean tan afectados (Ciccioli 2003). Los mecanismos teleofóricos se dan sobre la base de una reorganización hormonal, donde se destaca la hormona de crecimiento (GH, Meikle et al., 2010). En situaciones de balance energético adecuado la GH estimula la secreción de IGF-1 (hormona anabolizante), mientras que en estados catabólicos o de sub nutrición aumentos de GH se asocian a bajos niveles de IGF-1 en sangre debido a que el hígado se vuelve menos sensible a esta hormona (Ross et al., 1990; Chilliard et al., 1998; Wettemann et al. 2003). En estas condiciones se reduce el anabolismo a nivel general y aumenta el catabolismo periférico (principalmente grasas), redireccionando los nutrientes hacia los tejidos priorizados (Meikle et al., 2010).

La IGF-1 ha sido propuesta como una señal positiva para el eje hipotálamo-hipófisis-ovario (Blache et al. 2007, Leroy 2008). Se han encontrado receptores de IGF-1 en las células de la teca interna y de la granulosa, que se incrementan conforme transcurre el crecimiento folicular (Hess et al. 2005). La IGF-1 *in vitro* estimula la proliferación de células de la granulosa y la producción de progesterona (Hammond 1991; Spicer et al., 1990). Este autor observó que la concentración de IGF-1 en el fluido folicular se correlacionó positivamente con el diámetro folicular, lo que aumentaría la probabilidad de que un folículo llegue a ovular. En vacas alimentadas con dietas de alto contenido energético se observó un incremento de la secreción de IGF-1 y consecuentemente el tamaño del folículo preovulatorio. En tanto en vacas con balance energético negativo, la reducción de la concentración de IGF-1 (dada por el desacople GH-IGF-1) se asoció a anestros posparto prolongados (Blache, et al. 2007; Leroy 2008). En los experimentos desarrollados en vacas de carne por Hess et al. (2005), la concentración de IGF-1 en sangre aumentó desde la semana 2 a la 10 en vacas que reanudaban el estro temprano posparto pero no en vacas que permanecían en anestro. Por otra parte, la IGF-1 está presente en el tejido mamario, asociada a elementos estromales y tendría aparentemente un efecto sobre el crecimiento de la glándula mamaria más que sobre la secreción láctea (Pell, 1990).

Otras hormonas han sido vinculadas al consumo de alimentos y la movilización de reservas grasas, tales como la insulina, leptina y adiponectina (Wettemann et al., 2003; Blache et al., 2007; Jozami, 2008). En rumiantes, a pesar de que los valores de glucosa en sangre son extremadamente constantes, la concentración de insulina (hormona anabólica) refleja las variaciones en la alimentación, ya que tiene una correlación directa con el consumo y la condición corporal (Lalman et al., 2000; Wettemann et al., 2003; Quintans et al. 2010).

La insulina representa una fuerte señal que afecta la liberación de LH (Schillo, 1992) y concentraciones periféricas de esta hormona están directamente relacionadas al nivel de consumo de alimento en rumiantes (Basset et al., 1971). Por otra parte, se han reportado receptores de insulina y de IGF-1 en el hipotálamo, pituitaria y ovario (Lesnaik et al., 1998; Giudice, 1992), generando evidencia de un efecto directo de la insulina (y/o la IGF-1) en el eje reproductivo (Richards et al., 1995). Se ha reportado que la baja concentración de insulina posparto suprime la secreción de GnRH y por ende la liberación de LH (Diskin 2003, Hess et al. 2005), afectando negativamente el desempeño reproductivo. Por otra parte, la insulina también ejerce su acción directa a nivel del ovario, estimulando la mitogénesis de células de la granulosa, la producción de progesterona por parte de las células de la granulosa y lúteas y también estimulando la producción de andrógenos por células de la teca (Spicer et al. 1993, 1994, Wettemann 2013).

La leptina es producida principalmente por el tejido adiposo, inhibiendo el consumo y regulando los depósitos de tejido graso (Williams et al.; 2005). En vacas lecheras (multíparas y primíparas) en condiciones pastoriles se reportó una correlación positiva entre la leptina y las reservas grasas durante el parto (Meikle et al., 2004). Sin embargo Wettemann (2013) reportó que en vacas gestantes la concentración de leptina esta influenciada por el consumo, pero no por las reservas grasas (condición corporal). En animales no rumiantes se dispone de información consistente que relaciona los niveles de leptina como una señal que vincula el estatus metabólico con la activación del sistema reproductor; sin embargo en rumiantes la leptina tendría un rol permisivo (no desencadenante) en la regulación de la actividad reproductiva (Blache et al., 2007). Otros autores sugieren una relación de esta hormona con la expresión de celo, ya que se han observado mayores concentraciones de leptina asociados a intervalos más cortos entre el parto y el primer celo visto (Liefers, 2003; Hess et al 2005).

La adiponectina también es sintetizada por el tejido adiposo, estimula el gasto de energía sin afectar el consumo (Blache et al., 2007). La adiponectina sensibiliza los tejidos periféricos a la insulina, al actuar sobre los receptores adipoR1, incrementa la captación de glucosa en músculos y disminuye la gluconeogénesis en el hígado, favoreciendo de esta forma la insulino sensibilidad. Unida a los receptores adipoR2, aumenta la oxidación de ácidos grasos en el hígado y músculos (Jozami, 2008; Angelidis, 2013; Ye et al. 2013). En la revisión realizada en humanos por Jozami (2008) se vincula a la adiponectina a varios factores entre los que se destaca el género, la edad, y el estilo de vida (ayuno, obesidad, factores dietarios). Domínguez (2007) reportan una correlación negativa entre la concentración plasmática de adiponectina y la insulina, los triglicéridos y el índice de masa muscular. La adiponectina podría estar implicada en los mecanismos subyacentes que conectan la reproducción y el metabolismo. En mujeres se ha asociado su disminución con patologías a nivel ovárico probablemente por contribuir a la resistencia a la insulina. (Jozami, 2008).

Es escasa la información del comportamiento de esta hormona en vacas de carne y su vinculación con el eje reproductivo.

2.3. Estrategias para mitigar el balance energético negativo en el periparto

La nutrición en los sistemas de producción, implica altos costos y por tanto es una de las determinantes de la eficiencia económica del sistema. Mantener los beneficios de la actividad ganadera ha llevado al desarrollo de líneas de investigación que realizan intervenciones nutricionales focalizadas y por periodos breves.

Estudios realizados en vacas lecheras multíparas muestran que suplementaciones energéticas por tres semanas previas al parto mejoraron la producción de leche y la CC pre y posparto. También se obtuvieron valores de IGF-1, leptina e insulina preparto más altos y un menor intervalo parto primera ovulación (Cavestany et al. 2007, Cavestany et al 2009). En vacas de carne pastoreando campo natural, una suplementación energética de corta duración un mes antes del parto aumentó la CC hasta 60 días posparto, sin afectar el peso vivo de los terneros al nacimiento ni la producción láctea (Quintans et al., 2009ac). En este mismo trabajo, se observaron menores valores de AGNE en animales suplementados respecto a los testigos y un mejor desempeño reproductivo.

Dentro de esta línea de investigación, Scarsi et al. (2013ab). también trabajando sobre el efecto de una suplementación preparto de corta duración, reportó un incremento en el desempeño reproductivo en vacas multíparas pero no en primíparas. Tampoco encontraron diferencias en la producción de leche ni en el peso de los terneros en ambas categorías. Por su parte, Hess (2005) al resumir varios trabajos de suplementaciones preparto de entre 30 y 68 días en vacas de carne con lípidos, encontró que el porcentaje de preñez mejoraba en al menos 10 puntos porcentuales. Suplementaciones por períodos más prolongados, 60 días previo al comienzo de la temporada de parición, con dietas ricas en proteína (42% PC) en vacas cruzas no mejoraron la tasa de preñez (Stalker et al 2006). Hough et al. (1990) al comparar dos grupos de vacas de carne a los que se les ofrecía durante los últimos 90 días de gestación el 100 y el 57% de los requerimientos para energía y proteína estimados por RNC, no encontraron diferencias en los días abiertos (largo del anestro posparto), resultado similar al encontrado por Corah (1975) al realizar un trabajo en las mismas condiciones en vacas primíparas y multíparas. Las diferencias entre los resultados de estos trabajos podrían deberse, entre otros factores, a la CC inicial.

Existe escasa información del efecto de diferentes asignaciones de pasturas (AF) sobre el desempeño reproductivo en ganado de carne, especialmente por cortos periodos. En ganado de leche, Roche et al. (2005a) trabajaron con vacas multíparas sobre pasturas mejoradas, las que tenían una CC de 3.1u (escala 1 al 5) y 480 kg de PV. Las mismas fueron asignadas a 4 tratamientos de asignación de forraje por 27 días antes del parto. Los tratamientos consistieron en diferentes AF en función del PV (1.3, 1.9, 2.4, y 2.6% de PV). Estos tratamientos implicaron 5.4, 8.2, 10.0, o 11.0 Kg /d de MS. Los autores encontraron que la concentración plasmática de IGF-1, glucosa y leptina preparto aumentó cuadráticamente con el aumento en el consumo de materia seca. Por el contrario la concentración plasmática de GH preparto disminuyó linealmente y la de AGNE y de β HB cuadráticamente, a medida que aumentaba el consumo de materia seca. No hallaron diferencias en la concentración de estos metabolitos durante el posparto. A nivel productivo obtuvieron pequeños incrementos en la producción de leche en las primeras semanas posparto, a medida que la AF aumentaba, pero el desempeño reproductivo no fue evaluado.

Estos resultados son comparables a los reportados por Chagas et al. (2006) quienes 6 semanas preparto (42 d) asignaron a vacas de leche primíparas a tres tratamientos: vacas con

CC 5,0u (escala 1 al 10) sin restricciones nutricionales (SRN), vacas con CC 4,0u SRN y vacas con CC 4,0 u con restricción nutricionales. Al comparar los resultados entre vacas de igual CC (4) pero con distinta alimentación preparto, se observó que las vacas restringidas nutricionalmente antes del parto perdieron CC, disminuyeron la concentración de IGF-1 y presentaron menor pulsatilidad de LH respecto a las no restringidas. El desempeño reproductivo también se vió afectado, donde el porcentaje de animales ciclando durante los primeros meses posparto fueron de 8 y 75% para restringidos y no restringidos, respectivamente.

A nivel nacional Quintans et al. (2013) trabajaron en vacas de carne durante el pre y posparto, donde las vacas tuvieron diferentes AF en un diseño factorial (baja=B y alta=A AF en el pre y posparto, generando cuatro tratamientos: AA, AB, BA y BB). Las vacas eran multíparas con CC 4.4u (escala 1-8) y PV de 472 Kg. La AF alta correspondía al 15% del PV de pasturas naturales y la baja AF al 5% de la misma pastura. Los tratamientos fueron aplicados desde el día -56 al 56 (0=parto). No observaron interacción entre la AF pre y posparto para ninguna de las variables estudiadas. La mayor AF posparto incrementó la CC promedio, disminuyó la concentración de AGNE durante el posparto e incrementó la concentración de insulina también en el posparto. Sólo la AF posparto afectó las variables reproductivas, destacándose un menor APP en vacas en AAF respecto a las de BAF posparto (102 vs 113 días, para A y B AF posparto, respectivamente). En resumen, bajo las condiciones de este experimento, sólo la alimentación posparto afectó el estatus metabólico y el desempeño reproductivo. Es probable que la falta de respuesta a la asignación diferencial de forraje durante el preparto se deba en parte a la CC inicial que fue de moderada a alta.

3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA Y OBJETIVOS

La suplementación corta preparto ha mostrado resultados promisorios tanto sobre aspectos productivos como reproductivos (Quintans et al., 2009a; Scarsi et al. 2010, Scarsi et al. 2010a, Scarsi et al. 2010b), pero todos estos trabajos han utilizado suplementos extraprediales. La información nacional sobre un incremento nutricional durante la última etapa de gestación en vacas de carne, en base a pasturas naturales y su efecto a nivel reproductivo, es limitada. Por otra parte, no existe información nacional documentada acerca del consumo de pasturas nativas en vacas de cría y su efecto en el desempeño posterior. Por lo tanto se requiere generar mayor información científica en la interrelación pasturas-desempeño animal, que nos permita entender las complejas señales que dirigen la relación nutrición-reproducción, y de esa forma poder diseñar estrategias de manejo de las pasturas nativas y de los animales en ese ecosistema. Por otra parte, es importante aportar al esclarecimiento de los mecanismos metabólicos y hormonales involucrados en el complejo diálogo que se establece entre la pastura, el consumo, el balance energético y el desempeño productivo y reproductivo de los animales en nuestros sistemas de producción.

La hipótesis de trabajo es que un mayor aporte de nutrientes producto de una mayor asignación de forraje 45 días previos al parto mejora de forma diferencial la performance productiva y reproductiva entre vacas primíparas y multíparas.

OBJETIVOS

Objetivos generales:

Evaluar el efecto de una mejora alimenticia 6 semanas pre-parto en base a pasturas en vacas de carne primíparas y multíparas (comparativamente), sobre el comportamiento productivo y reproductivo de las vacas y el comportamiento de los terneros.

Objetivos específicos:

- Estimar el consumo de forraje de animales pastoreando sobre campo natural en dos ofertas forrajeras diferentes en el último mes de gestación.
- Evaluar el efecto de diferentes asignaciones de pasturas naturales durante el periodo preparto en variables reproductivas (porcentaje de vacas ciclando, porcentaje de preñez y largo del APP) y productivas (evolución de PV y CC, producción de leche y performance de los terneros) en vacas primíparas y multíparas manejadas de forma conjunta.
- Aportar nueva información que colabore en el esclarecimiento de los mecanismos hormonales y/o metabólicos involucrados en el periparto cuando se manejan estas diferencias nutricionales antes del parto en ambas categorías.

4. MATERIALES Y MÉTODOS

4.1. Localización

El experimento se realizó en la Unidad experimental “Palo a Pique” (UEPP) del Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria (INIA), Departamento de Treinta y Tres, Uruguay (Latitud 33° 15'23.33" S, Longitud 54° 28'48" O) desde agosto del 2011 a Marzo del 2012. El experimento se realizó en conformidad con las directivas relativas a la utilización de animales para experimentación de la Unidad experimental.

4.2. Diseño experimental

Del rodeo general de la UEPP, seis semanas previas al parto previsto, se seleccionaron 40 vacas primíparas (P) y 42 vacas multíparas (M), cruza (Aberdeen Angus x Hereford) por fecha probable de parto. Los animales seleccionados se pesaron a las 7 am sin ayuno previo y se registró la condición corporal (CC) acorde a una escala modificada (Vizcarra et al., 1986) siendo 1,0 (descarnado) y 8,0 (obeso). Las vacas primíparas al inicio del experimento pesaban 358±28 Kg (promedio ± s.e.m.) y tenían una CC de 3.6 ± 0.2, mientras que las vacas multíparas pesaban 434 ± 38 Kg y tenían una de CC 3.4 ± 0.3. Ambos grupos de vacas (P y M) fueron asignadas de forma aleatoria por fecha probable de parto, peso y CC a dos asignaciones forrajeras diferentes de un campo natural con una altura de 4.6 cm: 15 Kg (Alta, A) y 5 Kg (Baja, B) de material seca (MS) por cada 100 Kg peso vivo (PV). Las asignaciones de forraje diferencial fueron obtenidas mediante la realización de franjas semanales. El manejo diferencial comenzó 42 ± 5 días preparto (11 de agosto de 2011) y finalizó al parto. Luego del parto los animales fueron manejados como un solo grupo y pastorearon sobre pasturas naturales con una asignación de 12 kg de MS por cada 100 kg de PV. En ambos períodos los animales tuvieron buen acceso a agua y sombra. Las vacas fueron servidas por monta natural usándose 3 toros de fertilidad probada. El entore comenzó 70 ± 5 días posparto (DPP) y duró 60 días. Los terneros fueron destetados a los 168 ± 5 DPP.

4.3. Determinaciones en la pastura

Durante la aplicación de los tratamientos la altura de la pastura y la disponibilidad de forraje (kg/ha de MS) fue determinada cada 14 días. Al finalizar la aplicación de los tratamientos la altura de la pastura y la disponibilidad de forraje (kg/ha de MS) fue determinada cada 28 días hasta el destete. La toma de muestras para el cálculo de disponibilidad de forraje (kg/ha de MS) se realizó mediante el corte al azar de cuadros de 0,2 x 0,5 m, n = 20 (Lynch, 1947). Las muestras de forraje se secaron a 60°C, para el cálculo de disponibilidad de forraje y su posterior análisis de calidad en el laboratorio Laai (Laboratorio analítico agro industrial, Paysandú, Uruguay). Desde el día -42 posparto (pp) al parto la disponibilidad promedio de forraje fue de 1755 kg/ha de MS, la altura inicial 4.6 cm y la altura final para A y B 3.8 y 2.9 cm respectivamente. Los valores de calidad promedio fueron 53.4 % MS, 43.5 % FDA, 62.8 % FDN, 9.2 % PC, 14.2 % Ceniza y 48 % de digestibilidad.

4.4. Determinaciones en los animales

El PV y la CC se registró cada 14 días desde el día -49 hasta el 168 DPP, registrándose también al parto (Figura 1).

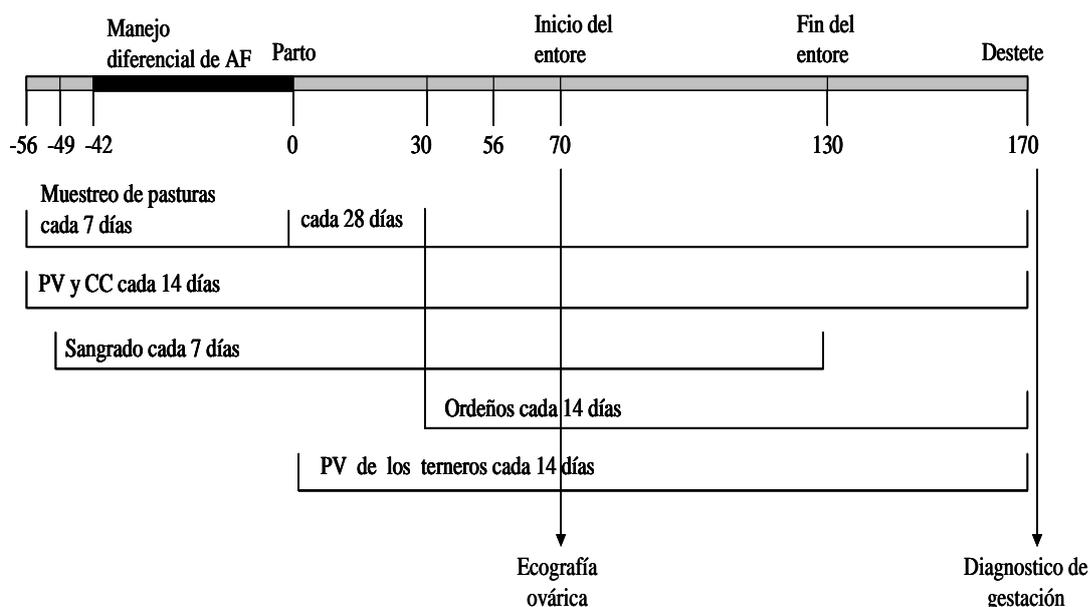


Figura 1: Esquema de las principales determinaciones realizadas.

El peso vivo de los terneros se determinó al nacer y a intervalos de 2 semanas hasta el destete (168 ± 5 DPP). La tasa de ganancia diaria (TGD) fue calculada en tres períodos, período 1: desde el nacimiento al 56 ± 5 DPP, período 2: desde el 56 ± 5 al 112 ± 5 DPP y período 3: del 112 ± 5 DPP al destete.

Se determinó el número de vacas ciclando, en anestro superficial o anestro profundo al inicio del entore (70 ± 5 DPP) para lo cual se examinaron los ovarios, 2 veces a intervalo de 10 días, por ecografía transrectal con un equipo ALOKA SSD 500 (Echo camera, Aloka Co., Ltd., Tokio, Japón) con un transductor rígido lineal de 5Mhz. Se definió como animal ciclando el que presentaba un cuerpo lúteo (CL) en al menos una de las dos ecografías realizadas; como animal en anestro superficial a los animales que no presentaban cuerpo lúteo y el diámetro del folículo mayor era igual o superior a 8 mm y en anestro profundo cuando el diámetro folicular mayor era inferior a 8 mm (Quintans et al. 2008). Se realizó el diagnóstico de gestación y edad gestacional con el mismo equipo a los 45 días luego de retirados los toros. También se determinó el largo del anestro posparto, en base a la concentración de progesterona en suero, considerándose que una vaca estaba ciclando cuando al menos dos muestras consecutivas de suero tenían concentraciones de progesterona iguales o superiores a 1 ng/mL. Las vacas que no presentaban ninguna muestra igual o superior a 1 ng/mL se asumió que comenzaban a ciclar el último día del entore (130DPP).

Las muestras de sangre fueron tomadas de una submuestra de animales. Se seleccionaron 10 vacas por tratamiento teniendo como criterio que la fecha real de parto fuera lo más concentrada posible. Se tomaron muestras de sangre cada 7 días desde el -49 ± 2 al 126 ± 2 DPP por venopunción de la yugular utilizando Vacutest® tubos (8 ml) que contenían gel y activador del coágulo. Dentro de las 3 horas siguientes a la colecta, las muestras fueron centrifugadas ($2000 \times g$ durante 15 min a 4°C) y el suero se almacenó a -20°C hasta la realización de los análisis de laboratorio.

La producción de leche se determinó sobre la misma submuestra de animales seleccionados para el sangrado a intervalos de 28 d desde el día 28 ± 2 a 168 ± 2 DPP por el

método de vaciado previo y ordeño mecánico (Quintans et al., 2010). Aproximadamente a las 06:00 am, las vacas fueron separadas de los terneros e inyectadas con 20 UI de oxitocina (Hipofamina® Laboratorio Dispert SA, Uruguay) i.m. para facilitar la bajada de la leche. Dos minutos después de la inyección las vacas se ordeñaron utilizando una máquina de ordeño portátil. Para reducir al mínimo el estrés de las madres, se colocaron tablillas nasales a los terneros y se les permitió permanecer junto a sus madres. Después de 12 horas, aproximadamente a las 6:00 pm, las vacas se ordeñaron nuevamente usando el protocolo descrito y la leche obtenida fue pesada. Luego del ordeño se retiró la tablilla nasal a los terneros.

De la submuestra seleccionada para la toma de muestra de sangre y producción de leche se seleccionaron 6 animales por grupo para la estimación del consumo individual de pasturas promedio diario (kg/a/d de MS) el cual se estimó por la técnica de *n*-alcanos. La estimación se realizó entre el día -28 ± 4 y -16 ± 4 pp, para lo cual desde el día -33 ± 4 al -16 ± 4 todas las vacas seleccionadas se dosificaron con 400 mg/d de *n*-dotriacontano (C32) en pellets de celulosa por vía oral. Desde el día -28 ± 4 al -16 ± 4 se recolectaron diariamente muestras de heces del recto dos veces por día (AM y PM), y día por medio se recolectaron muestras de pasto de las zonas de pastoreo. Las muestras de pasto y de heces fueron secadas y molidas para su posterior análisis en el laboratorio de alcanos del Departamento de Producción Animal de la Facultad de Ciencias Veterinarias, UNCPBA, Tandil, Argentina. La extracción y purificación de las muestras de heces y pasto se realizaron según el método propuesto por Dove y Mayes (2006) con modificaciones según Bakker y Alvarado (2006). El análisis de los *n*-alcanos se realizó mediante cromatografía gas-líquido capilar con un equipo HP 6890 con inyector automático y detector de llama. Se utilizó una columna DB-1 (JW) (15mx0.53mm d.i., espesor de film: 1µm) y helio como gas portador a 10ml/min con flujo constante.

4.5. Determinaciones hormonales y de metabolitos

Las concentraciones de progesterona (P4), insulina, IGF-1, leptina y adiponectina se determinaron en el Laboratorio de Técnicas Nucleares (Facultad de Veterinaria, Montevideo, Uruguay).

Para la determinación de progesterona se utilizaron kits comerciales (Diagnostic Products Co. Los Angeles, CA, USA). La sensibilidad del ensayo fue de 0.07 ng/mL. El coeficiente de variación intraensayo para los controles bajo (0.5 ng/mL) y medio (2 ng/mL) fueron 15.6 y 8.1% respectivamente.

La insulina fue determinada por un ensayo inmunoradiométrico (IRMA) de un kit comercial (Diasource, Bruselas, Bélgica) con una sensibilidad de 4,6 µUI/mL. Los coeficientes de variación intra-ensayo e interensayo para el control 1 (24 µUI/mL), fueron 10,9 % y 13,9% y para el control 2 (67 µUI/mL) fueron de 10,5 % y 12,6%.

Las concentraciones de IGF-I fueron determinadas utilizando IRMA con un kit comercial (IGF1-RIACT Cis Bio International, GIF-SUR-YVETTE CEDEX, Francia). La sensibilidad del ensayo fue de 0,6 ng/mL. Los CV intra-ensayo e interensayo para el control 1 (44 ng/mL), fueron 5,6 % y 10,1 % y para el control 2 (253 ng/mL) fueron de 8.9 % y 17,8 %.

Las concentraciones de leptina fueron determinadas utilizando RIA en fase líquida usando un kit comercial Multi-Species Leptin kit (RIA kit, Millipore, Los Ángeles, USA).

La sensibilidad del ensayo fue de 2,1 ng/mL. Los CV intra-ensayo e interensayo para el control 1 (3,8 ng/mL) fueron 14,6 y 16,6 % y para el control 2 (13,2 ng/mL) fueron de 13,3 % y 14,4%.

Las concentraciones de adiponectina fueron determinadas utilizando RIA en fase líquida usando un kit comercial (HADP-61 HK, Millipore, Los Ángeles, USA). La sensibilidad del ensayo fue de 1,7 ng/mL. Los CV intra-ensayo e interensayo para el control 1 (7,5 ng/mL), fueron 16,6 % y 18,3 % y para el control 2 (43 ng/mL) fueron de 14,7 % y 15,7%.

Los ácidos grasos no esferificados (AGNE), urea y β -hidroxibutirato se determinaron por espectrofotometría en un Vitalab Spectra 2 autoanalizador (Vital Scientific NV, Dieren, Países Bajos). Todas las muestras se analizaron en el Laboratorio Miguel C Rubino, Montevideo, Uruguay. El kit utilizado para determinar AGNE fue Kit NEFA-HR (2), la repetibilidad, la reproducibilidad y la incertidumbre expandida fueron 0,94%, 3,55% y 1,88%, respectivamente. El kit utilizado para determinar β -hidroxibutirato fue RANBUT (Lab RANDOX), la repetibilidad, la reproducibilidad y la incertidumbre expandida fueron 2,90%, 3,09% y 5,80%, respectivamente. El kit utilizado para Urea fue Wiener Lab, la repetibilidad, la reproducibilidad y la incertidumbre expandida fue 3,54%, 1,33% y 7,08%, respectivamente.

4.6. Análisis estadístico

El diseño experimental fue un diseño completamente al azar en un arreglo factorial 2x2, siendo los factores la asignación de forraje (alta vs baja) y la paridad (primíparas vs múltiparas). El análisis estadístico se realizó con el programa SAS (SAS v. 9.2 Institute, Inc., Cary, NC, 2008). Se realizaron análisis univariado en todas las variables para identificar valores atípicos, inconsistencias y verificar la normalidad de los residuos. Se utilizó el procedimiento Proc MIXED de SAS v. 9.2 para las variables de distribución normal (peso, producción de leche, concentraciones hormonales y de metabolitos) con el siguiente modelo:

$$Y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \tau_j + d_k + (\alpha\tau)_{ij} + (\alpha d)_{ik} + (\tau d)_{jk} + (\alpha\tau d)_{ijk} + \varepsilon_{ijk}.$$

Y_{ijk} = variable a analizar

μ = media general

α_i = efecto del i-ésimo tratamiento

τ_j = efecto de la j-ésima paridad

d_k = efecto del k-ésimo día

$\alpha\tau_{ij}$ = efecto de la interacción del i-ésimo tratamiento con la j-ésima paridad.

αd_{ik} = efecto de la interacción del i-ésimo tratamiento con el k-ésimo día.

τd_{jk} = efecto de la interacción de la j-ésima paridad con el k-ésimo día

$\alpha\tau d_{ijk}$ = efecto de la interacción del i-ésimo tratamiento con la j-ésima paridad y el k-ésimo día.

ε_{ijk} = error asociado a el i-ésimo tratamiento de la j-ésima paridad del k-ésimo día.

Para la variable PV y CC se utilizó el PV y CC inicial como covariable.

Para las variables de distribución binomial como ciclicidad y preñez se utilizó el Proc GENMODE de SAS 9.1 con un modelo estadístico que incluyó tratamiento, paridad e interacción.

Los valores se presentan como media \pm e.e.m. y el nivel de significancia utilizado fue de $P < 0.05$. Las medias fueron comparadas por el test de Tukey-Kramer.

5. RESULTADOS

5.1. Consumo

El consumo de forraje estimado durante las dos semanas evaluadas antes del parto, se presenta en el Cuadro 1 y el mismo se expresó en media \pm desv. std.

Respecto a la AF, las vacas en el grupo de Alta asignación consumieron más ($P < 0.05$) forraje que las vacas en Baja asignación. Esto representó un mayor aporte de nutrientes en el grupo A que en el B (27.1 ± 1.3 vs. 22.0 ± 1.3 MCal/d de energía metabolizable).

Al comparar la paridad, el consumo estimado de forraje de las vacas multíparas tendió a ser mayor ($P = 0.108$) que el de las primíparas (Cuadro 1). Cuando esta variable fue expresada en Kg/a/d de MS, las vacas M consumieron más forraje ($P < 0.05$) que las P. De la misma forma, el aporte de nutrientes estimado también fue más alto en las vacas M que en las P (27.6 ± 1.3 vs. 21.7 ± 1.3 MCal/d de energía metabolizable).

Si bien no existió una interacción estadísticamente significativa ($P = 0.10$) entre AF y PAR, las vacas primíparas y en baja AF (PB) tendieron a consumir menos forraje que el resto de las vacas en los diferentes grupos (116 ± 33 , 110 ± 26 , 105 ± 19 y 87 ± 12 para los grupos MA, PA, MB y PB, respectivamente). Cuando el consumo se expresó en materia verde, se pudo observar que el mismo fue casi el doble que el expresado en MS, ya que la misma fue de 53% en la pastura.

Cuadro 1: Consumo de forraje estimado (media \pm e.e.m) en vacas multíparas (M) y primíparas (P) en alta (A) y baja (B) asignación de forraje.

Consumo	Tratamientos				e.e.m.	Valor - P	
	A	B	M	P		AF	PAR
g/kgPV ^{0,75} /d de MS	113	96	110	98	24	<0,05	0,10
%PV	2.5	2.1	2.4	2.2	0.1	<0,05	0,13
kg/a/día de MS	10.1	8.2	10.3	8.1	0.5	<0,05	<0,05
kg/a/día de MV	19	15.5	19.4	15.3	0.5	<0,05	0,13

AF: asignación de forraje; PAR: paridad

5.2. Peso vivo y condición corporal

El PV y la CC inicial de las vacas multíparas y primíparas fue diferente ($P < 0.01$), siendo el PV mayor en M que en las P y la CC mayor en las P que en las M. Los resultados presentados a continuación fueron corregidos por PV y CC inicial. No se observó interacción entre AF y PAR.

Existió una interacción significativa entre la AF y el tiempo en el peso vivo ($P < 0.001$; Figura 2A). Durante el parto las vacas A presentaron mayor incremento de PV que las vacas B. En ese período las vacas A ganaron 31 kilos mientras que las B 11 kilos, generando una diferencia de PV al parto (382 vs. 364 kg para A y B respectivamente; $P < 0.001$), diferencia que mantuvieron durante el período posparto. Después de la caída de PV al parto, todas las vacas recuperaron PV hasta el día 42 pp, donde mantuvieron los valores hasta el fin del período evaluado.

Existió una interacción significativa entre la AF y el tiempo sobre la condición corporal ($P < 0.001$; Figura 2B). Esta interacción está explicada por el comportamiento diferencial durante el parto. Antes del parto las vacas en alta AF mantuvieron la CC, presentando una leve caída al parto, mientras que las vacas en baja AF perdieron 0.34 u de CC en ese período. Estas diferencias se vieron reflejadas en la CC al parto (3.39 vs. 3.17 para A y B, respectivamente; $P < 0.005$).

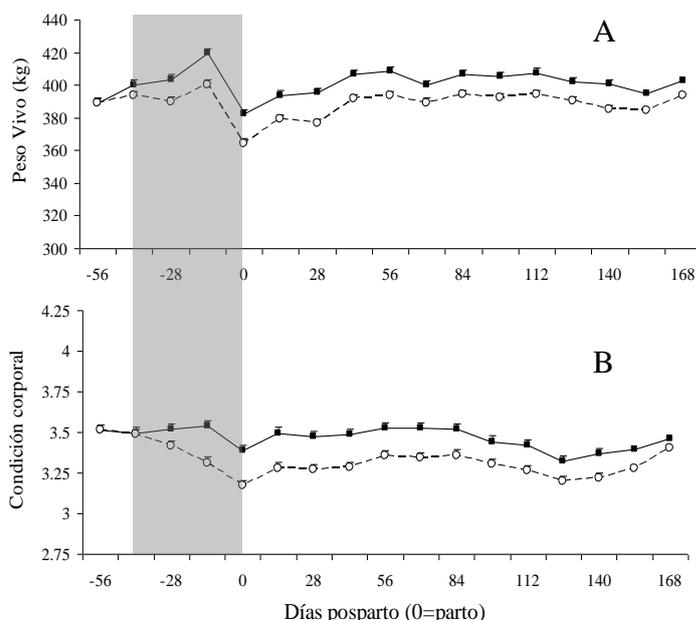


Figura 2. Peso vivo (A) y condición corporal (B) de vacas en alta (■) y baja (○) asignación de forraje desde el día -56 al 168 pp (día 0 = parto). La barra gris corresponde al período que se aplicaron las distintas asignaciones de forraje.

Existió una interacción significativa entre la paridad y el tiempo en el peso vivo ($P < 0.001$; Figura 2A). Las vacas multíparas aumentaron más de PV que las primíparas antes del parto y en el día -14 las vacas M pesaron 420 kg mientras que las P 399 kg ($P < 0.001$). Sin embargo, al parto las vacas de ambos grupos de paridad presentaron similar PV. Luego de la parición, las vacas M presentaron mayor PV que las vacas P hasta el final del experimento (Figura 3A).

En este caso también se observó una interacción significativa entre paridad y tiempo sobre la CC ($P < 0.001$). Las vacas P perdieron 0.41 unidades de CC durante el preparto mientras que las M mantuvieron estado, alcanzando de esta forma diferente CC al parto (3.14 vs. 3.42 u para P y M respectivamente; $P < 0.001$). Luego del parto las vacas M mantuvieron siempre una mayor CC que las vacas P (Figura 3B).

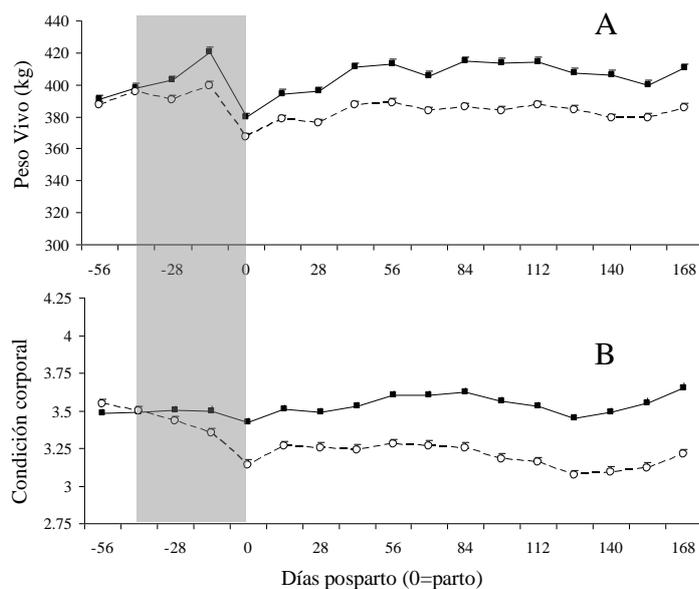


Figura 3. Peso vivo (A) y condición corporal (B) de vacas multíparas (■) y primíparas (○) desde el día -56 al 168 pp (día 0 = parto). La barra gris corresponde al período que se aplicaron las distintas asignaciones de forraje.

5.3. Metabolitos

Se observó una interacción significativa entre AF y tiempo, PAR y tiempo y también un efecto del tiempo sobre la variable AGNE. Este último se manifiesta a través de una marcada disminución de la concentración de AGNE desde el día -35 hasta el final del período evaluado.

La concentración de AGNE de las vacas A durante la aplicación de los tratamientos fue menor ($P=0.058$) que la de las vacas B (0.76 vs. 0.88 mmol/L respectivamente). Luego del parto ambos grupos presentaron valores similares a lo largo de todo el período evaluado (Figura 4A).

La concentración de AGNE de las vacas P fue superior ($P<0.001$) que las vacas M durante el preparto (0.50 vs. 0.40 mmol/L), y luego del mismo las concentraciones de dicho metabolito fueron similares entre las vacas de ambas categorías (Figura 4B).

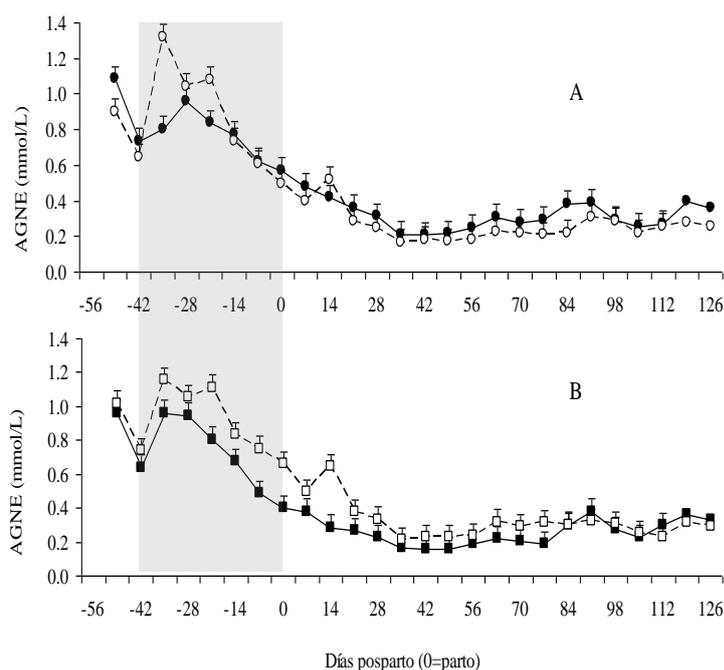


Figura 4. Concentración plasmática de AGNE de vacas en alta (●) y baja (○) asignación de forraje (A) y de vacas multíparas (■) y primíparas (□) (B) desde el día -56 al 126 pp (día 0 = parto). La barra gris corresponde al período que se aplicaron las distintas asignaciones de forraje.

En la Figura 5 se presentan los tres metabolitos estudiados (AGNE, β HB y urea) separados en función de la paridad (a la derecha las vacas primíparas y a la izquierda las multíparas) de forma de poder comparar visualmente el comportamiento de cada uno.

En las concentraciones de β HB se encontró una triple interacción entre la AF, PAR y tiempo ($P=0.02$). Dentro de las vacas primíparas, las concentraciones de β HB durante los tratamientos fueron aproximadamente el doble en las vacas de baja AF respecto a las de alta AF. Dentro de las vacas multíparas, las vacas en baja AF también presentaron mayores concentraciones de β HB que las de A, pero la diferencia fue menor (aproximadamente 50%). Tanto en las vacas multíparas como en las primíparas, las concentraciones de β HB se mantuvieron similares entre los grupos de A y B después del parto (Figura 5C y 5D).

Existió una tendencia ($P=0.06$) a una triple interacción entre AF, PAR y tiempo sobre las concentraciones de urea. Dentro de las vacas primíparas la concentración de urea durante el parto fue mayor en las vacas de baja que en las de alta AF (7.24 vs. 6.29 mmol/L). Sin embargo, dentro de las vacas multíparas la concentración de urea preparto fue similar entre las vacas A y B (5.96 mmol/L). Después del parto, tanto en vacas primíparas como multíparas, no se observaron diferencias en la concentración de urea entre las vacas en A y B.

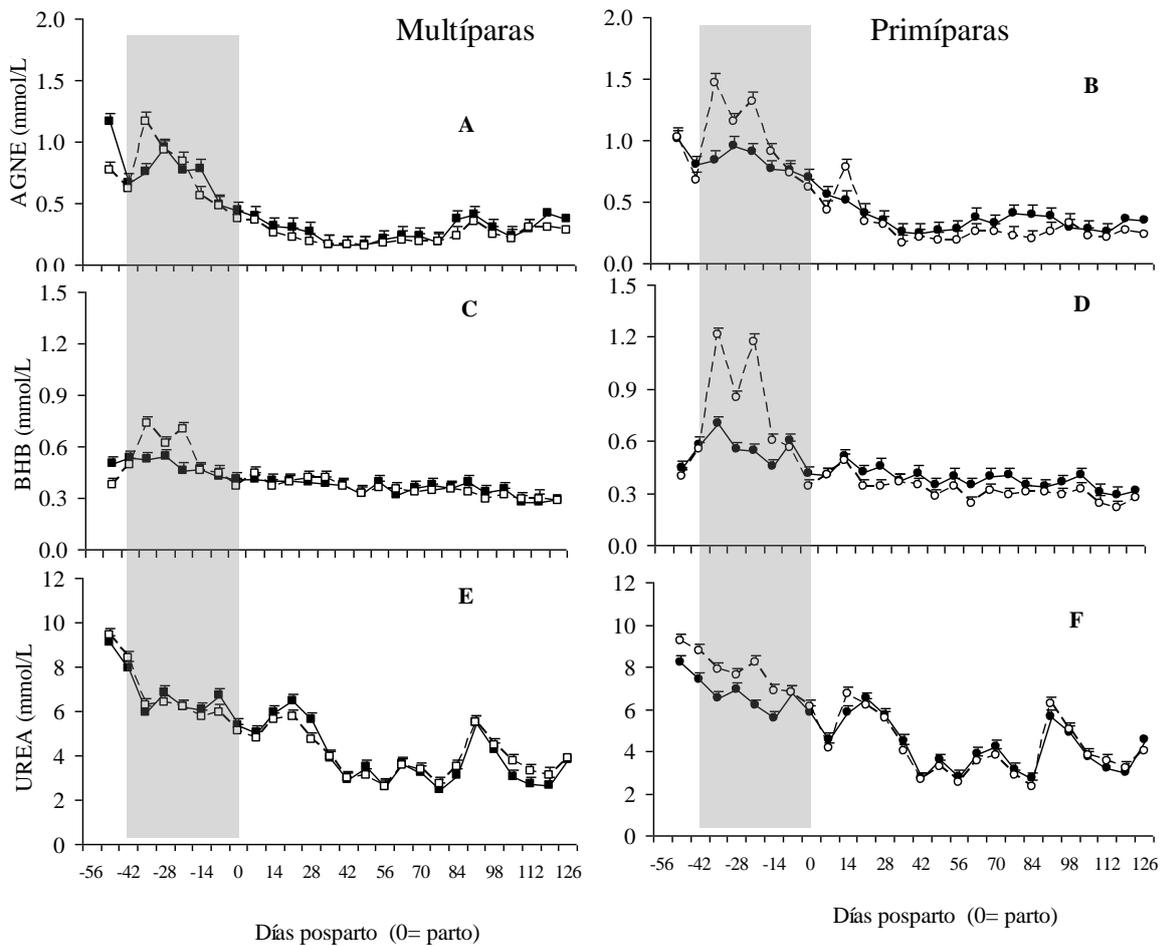


Figura 5. Concentración plasmática de AGNE, β HB y Urea, de vacas multíparas (figuras a la derecha, A, C y E) y primíparas (figuras a la izquierda, B, D y F) con alta y baja asignación de forraje pre parto desde el día -49 a 126 pp (día 0 = parto). Multíparas alta (■), multíparas baja (□), primíparas alta (●) y primíparas baja (○). La barra gris corresponde al período que se aplicaron los tratamientos.

5.4. Hormonas

Existió una tendencia significativa ($P=0.07$) entre AF y tiempo sobre la concentración de insulina. La misma puede estar explicada porque en el periparto las vacas en baja AF presentaron en promedio menores concentraciones de insulina que las vacas en alta AF. Sin embargo después del día 14 pp los valores se mantienen similares entre las vacas de A y B. (Figura 6). La concentración de insulina no se vio afectada por la paridad.

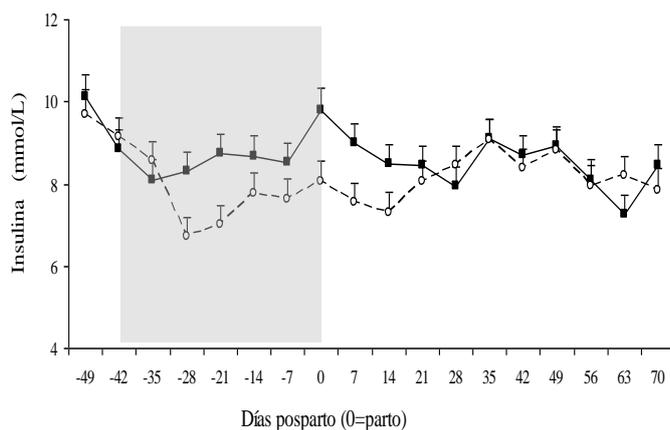


Figura 6. Concentración plasmática de insulina (mmol/L) de vacas en alta (■) y baja (○) asignación de forraje desde el día -49 al 70 pp (día 0 = parto). La barra gris corresponde al período que se aplicaron los tratamientos.

La concentración plasmática de IGF-1 al inicio del período evaluado (-49 DPP) fue significativamente mayor ($P=0.02$) en las vacas primíparas que en las multíparas (56.3 ± 3.3 vs. 36.4 ± 3.7 ng/ml, respectivamente). Por otra parte existió una interacción significativa ($P < 0.05$) entre AF y PAR. Las vacas primíparas en alta AF (PA; figura 7B) mantuvieron altos niveles de IGF-1 durante periodo preparto, mientras que las concentraciones de IGF-1 de las de baja AF disminuyeron significativamente, manteniéndose durante todo el período evaluado por debajo de las de alta AF. (Figura 7B).

En las vacas multíparas en alta AF, las concentraciones plasmáticas de IGF-1 aumentaron casi el doble durante el preparto (de 33 a 65 ng/ml). Respecto a las vacas multíparas pero en baja AF, las concentraciones de esta hormona antes del parto no se vieron afectadas significativamente, manteniéndose entre valores de 35 a 45 ng/ml. Después del parto ambos grupos (MA y MB) mantuvieron similares concentraciones plasmáticas de IGF-1 (Figura 7A).

En la concentración plasmática de adiponectina se observó una interacción de la AF y de la PAR donde las vacas primíparas en alta AF presentaron una concentración superior ($P=0.05$) a la de las vacas primíparas en baja AF (Figura 7D). Lo contrario sucedió en vacas multíparas (Figura 8 C), donde las de baja AF presentaron valores superiores a las de alta AF. Los valores promedios para cada grupo de animales fueron 11.66 ± 6.18 , 17.66 ± 5.93 , 29.02 ± 5.93 y 12.39 ± 6.18 ng/ml para AM, AP, BM y BP respectivamente.

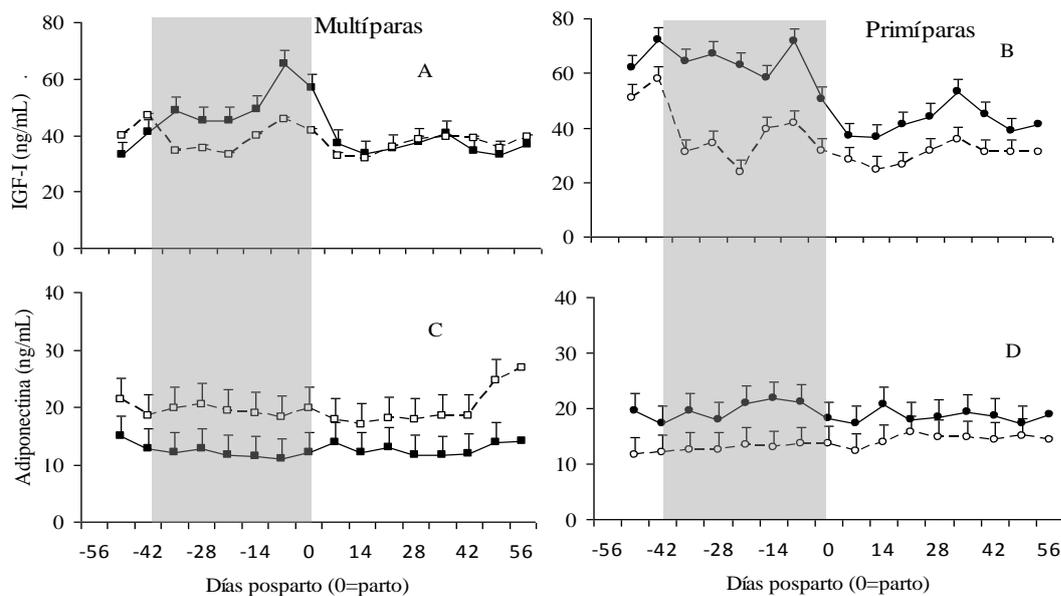


Figura 7 Concentración plasmática de IGF-1 y Adiponectina, de vacas multíparas (figuras a la derecha, A y C) y primíparas (figuras a la izquierda, B y D) con alta y baja asignación de forraje preparto desde el día -49 a 126 pp (día 0 = parto). Multíparas alta (■), multíparas baja (□), primíparas alta (●) y primíparas baja (○). La barra gris corresponde al período que se aplicaron los tratamientos.

La concentración promedio de leptina fue similar para los cuatro grupos ($4,5 \pm 1.4$ ng/ml); sin embargo el comportamiento a lo largo del tiempo tendió ($P=0.10$) a ser diferente entre A y B y entre P y M. Mientras que la concentración plasmática de leptina de las vacas en B AF se mantuvo constante a lo largo de todo el periodo evaluado, la concentración de las vacas en A AF varió levemente a lo largo del tiempo. Por otra parte la concentración plasmática de leptina de las vacas M también tendió ($P=0.10$) a comportarse de forma distinta a la de P a lo largo del periodo evaluado, observándose que durante el periparto la concentración plasmática de las vacas M tendieron a bajar mientras que las de las vacas P no.

5.5. Producción de leche y desempeño de los terneros

La producción de leche fue afectada por la AF, la PAR y el tiempo, pero no hubo interacciones entre estos efectos. La producción de leche disminuyó desde el 28 DPP (7.0 ± 0.5 kg/d) hasta el destete (4.4 ± 0.5 kg/d; 168 DPP). Las vacas A tuvieron una mayor ($P=0.01$) producción de leche promedio que las vacas B (5.4 ± 0.2 kg/d vs. 4.6 ± 0.2 kg/d). Asimismo, las vacas M tuvieron una mayor ($P=0.01$) producción de leche promedio que las vacas P (5.6 ± 0.2 kg/d vs. 4.5 ± 0.2 kg/d).

El manejo nutricional no generó diferencias en el PV de los terneros al nacimiento siendo en promedio 32.2 ± 0.6 kg. En contraste, la paridad si afectó esta variable, siendo los terneros de vacas M más pesados al nacer ($P<0.0001$) que los nacidos de vacas P (34.3 ± 0.6 kg vs. 30.1 ± 0.6 kg).

En el primer período (del nacimiento hasta los 56 días) la TGD de los terneros de vacas A fue mayor ($P<0.01$) que la TGD de los hijos de las vacas B (0.8823 ± 0.02 kg vs. 0.821 ± 0.02 kg). Durante el mismo período los terneros de vacas M tuvieron mayor ($P<0.01$) TGD que los de vacas P (0.902 ± 0.02 kg/d vs. 0.802 ± 0.02 kg/d). En el segundo (del día 57 al 112) y tercer período evaluado (del día 112 al destete), esta diferencia sólo se mantiene entre los terneros de vacas M y P (promedio para ambos períodos: 0.660 ± 0.02 kg/d vs. 0.570 ± 0.02 kg/d ($P<0.01$)). Estas diferencias en tasas de ganancias generaron diferentes pesos al destete entre terneros hijos de vacas multíparas y primíparas (155.4 ± 1.7 vs. 142.4 ± 1.7 kg; $P<0.0001$). Por el contrario, los pesos al destete no se vieron afectados por la AF (148.9 ± 1.6 kg). En los períodos uno y dos se encontró una correlación positiva media ($R^2 = 0.467$, $n = 40$, $P<0.05$) entre TGD y producción de leche diaria que desaparece en el tercer período.

5.6. Variables reproductivas

El servicio a través de monta natural comenzó el día 70 pp, donde se clasificaron las vacas en anestro superficial, profundo o ciclando. Sólo una vaca del grupo MA estaba ciclando al momento de dicha determinación. Las distintas asignaciones de forraje no generaron diferencias en el porcentaje de vacas en anestro profundo al inicio del entore, siendo 31% para A y B (Cuadro 2). Por otra parte, se observó un mayor ($P<0.001$) porcentaje de vacas primíparas en anestro profundo respecto a las vacas multíparas (50 vs. 12 %).

Cuadro 2. Efecto de la asignación de forraje (AF) preparto y de la paridad (PAR) sobre parámetros reproductivas

Variables reproductivas	Tratamientos				Valor -P	
	A	B	M	P	AF	PAR
Vacas en anestro profundo a los 70 DPP [% , (n/n)]	31 (13/42)	31 (12/40)	12 (5/42)	50 (20/40)	0.82	<0,05
APPc (días)	124 ± 2	124 ± 2	116 ± 2	132 ± 2	0.89	<0,05
Preñez [% , (n/n)]	40 (17/42)	28 (11/40)	62 (26/42)	5 (2/40)	<0,05	<0,05

APPc: anestro posparto censurado (media \pm em). A=alta AF; b=baja AF; M=multíparas, P=primíparas

El manejo nutricional no afectó la duración del período de APPc pero el mismo fue 16 días menor ($P<0.0001$) en las vacas multíparas que en las primíparas. Cabe destacar que las vacas que ciclaron lo comenzaron a hacer al final del período de servicio. El porcentaje de preñez estuvo afectado por la paridad y por la AF, siendo el porcentaje de preñez de las vacas multíparas superior ($P<0.001$) al de las vacas primíparas y el de las vacas en alta AF mayor ($P<0.05$) que el de las vacas en baja AF (Cuadro 2).

6. DISCUSIÓN

En sistemas de producción extensivos donde las pasturas son el principal componente de la dieta, la manipulación de la disponibilidad de nutrientes y su predicción es compleja; el pastoreo depende de la calidad y cantidad de las pasturas, la categoría animal y su estado fisiológico, así como también de la intervención del hombre en el manejo de dicho sistema. El consumo (y la eficiencia de utilización del alimento), entre otros factores, determina la capacidad productiva del animal, por lo tanto conocerlo es un eslabón fundamental en la generación de estrategias para maximizar la eficiencia productiva y económica del sistema en condiciones pastoriles. En nuestro país no hemos encontrado reportes de consumo individual de forraje en vacas de cría en condiciones extensivas de producción. Los valores absolutos encontrados en este estudio (8 a 10 kg/a/d de MS) son levemente inferiores a los reportados por Stanley et al. (1993) y Randuz et al. (2010) trabajando con vacas de carne multíparas durante su último tercio de gestación (11 y 12.5 kg/a/d de MS, respectivamente). Estas diferencias podrían sustentarse en diferencias en el biotipo utilizado expresado en el peso vivo animal de ambos experimentos, ya que las vacas del presente trabajo fueron más livianas que las utilizadas en los trabajos previamente mencionados. Por ejemplo, las vacas del trabajo de Randuz et al. (2010) pesaron 46% más que las de nuestro experimento (630 vs 430 kg).

Los tratamientos nutricionales impuestos 42 días antes del parto fueron exitosos en generar un consumo de pasturas mayor en los animales a los que se les asignó mayor forraje, consumiendo en promedio 10.1 y 8.2 Kg/a/d de MS en las vacas en alta y baja asignación, respectivamente. Estos resultados son consistentes con los reportados por varios autores, que observaron -a través de diferentes técnicas- que una mayor oferta de pastura se refleja en mayor consumo animal (Greenhalgh et al., 1966; Greenhalgh et al., 1967; Le Du et al., 1979; Combilla y Hodgson, 1979). Si bien la oferta alta de forraje en nuestro experimento triplicó la baja (15 vs 5% de AF), la diferencia en consumo fue del 20%. El motivo por el cual los animales no presentaron una mayor diferencia en el consumo entre alta y baja asignación de forraje, puede ser debido a varios factores; los más ampliamente reportados son la calidad de la pastura y la altura de la misma (Hodgson, 1990; Peyraud et al., 1996). Esta última es uno de los factores que determina no solo el tamaño de bocado sino también el consumo instantáneo (Baumont et al., 2000). Por otra parte, el estado avanzado de preñez también afecta el consumo ya que además de limitar el espacio físico del rumen, genera cambios hormonales y metabólicos que inhiben el consumo (Campling, 1966, Ingvarlsen and Andersen, 2000; Escalera et al., 2005; French, 2006). Por otra parte, es conocido que el consumo de forraje se expresa bajo una curva asintótica, creciendo hasta alcanzar el consumo máximo esperado (CME) (Greenhalgh et al., 1966; Greenhalgh et al., 1967; Le Du et al., 1979; Combilla y Hodgson, 1979; Minson, 1990). Teniendo en cuenta la baja calidad (45% de digestibilidad) y altura (4.6 cm) de la pastura nativa, se podría sugerir que los animales – incluso los de alta asignación- no alcanzaron el CME.

En el presente experimento, también se observó que las vacas multíparas consumieron más forraje que las primíparas, información que también ha sido reportada en varios trabajos utilizando el método de alcanos, cromo u otros (Peyraud et al., 1996; Ingvarlsen y Andersen, 2000; Mejía Haro, 2002; Johnson et al., 2003). Uno de los factores que explica esta diferencia es el menor peso vivo de las primíparas; sin embargo, en varios trabajos que expresaron el consumo según el peso metabólico, las diferencias persistían (Peyraud et al., 1996; Ingvarlsen y Andersen 2000). De la misma forma, en el presente estudio, utilizando el peso metabólico se encontró una tendencia de mayor consumo de las vacas multíparas que las primíparas (110 vs. 98 g/Kg de $PV^{0.75}$ de MS). Consumos superiores (113 g/Kg de $PV^{0.75}$ de

MS) en vacas Hereford primíparas bajo pastoreo fueron reportados por Fushai (2006), los cuales podrían deberse al manejo animal ya que a diferencia de este estudio, en la presente tesis las vacas primíparas pastorearon conjuntamente con las multíparas. Está ampliamente reportado que cuando el pastoreo de diferentes categorías es conjunto, las vacas más jóvenes tienen menor velocidad de cosecha de la pastura y son dominadas por las vacas adultas, disminuyendo así el consumo (Dickson et al., 1970; Grant y Albright, 1995, 2001). Si bien no existió interacción entre tratamiento y paridad, los valores absolutos de consumo de cada categoría difirieron de acuerdo a la asignación de forraje. Las vacas primíparas consumieron 23% menos que las multíparas cuando estaban al 5% de asignación de forraje y dicha diferencia fue solo del 5% cuando se les asignó alta oferta (15%). Estas diferencias podrían estar sustentadas en la hipótesis de una dominancia exacerbada de las multíparas en detrimento de las primíparas en mayores restricciones de alimento (baja AF) como ha sido demostrado previamente en vacas lecheras (Manson y Applevy, 1990; Albright, 1993; Grant y Albright, 1995).

Las diferencias encontradas en consumo fueron consistentes con los resultados de peso vivo y condición corporal. Es así que las vacas en alta asignación de forraje presentaron mayor peso vivo y condición corporal antes y después del parto que las vacas en baja asignación. Las vacas al 5% de AF perdieron más de 0.3 u durante la aplicación de los tratamientos, alcanzando el nadir al parto (CC= 3.2u); sin embargo las vacas en 15% de AF mantuvieron la CC, alcanzado 3.5 u al parto. El efecto de restricciones alimenticias en vacas de carne gestando sobre la condición corporal ha sido ampliamente reportado (Wiltbank et al., 1962; Hight, 1968; Corah et al., 1975; Richards et al., 1986; Randel, 1990 y Bellows et al., 2001). La amplia variación de resultados de PV y CC reportados en la bibliografía depende del tipo, duración y momento de la aplicación de los tratamientos nutricionales, la categoría animal y su estado fisiológico e interacciones. Tomando en cuenta ambas variables (PV y CC) se podría proponer que mientras que las vacas de alta AF mantuvieron los requerimientos de gestación en base al consumo (ganancia de PV y mantenimiento de la CC), las de baja AF tuvieron que recurrir a sus reservas corporales para alcanzar el mismo objetivo (mantenimiento de PV y pérdida de la CC).

Por otra parte, las vacas primíparas perdieron 0.4 u de condición corporal antes del parto mientras que las multíparas mantuvieron estado. También es importante remarcar que después del parto, las vacas primíparas no lograron recuperar la condición corporal manteniéndose ésta más baja que la de las vacas multíparas a lo largo de todo el experimento. Ésto está reflejando un balance energético negativo (BEN), ampliamente reportado en nuestras condiciones pastoriles, cuando el último tercio de gestación de las vacas coincide con la más baja disponibilidad forrajera que se produce en el invierno (Millot 1988; Berretta 1996; Carámbula 1997; Quintans et al., 2010; Astessiano 2012; Soca et al., 2013a). En nuestras condiciones pastoriles, se ha sugerido que la CC óptima al parto debería ser 4.5 u en vacas primíparas (escala del 1 al 8, Orcasberro et al., 1992). Sin embargo, en el presente trabajo, las vacas primíparas presentaron más de un punto por debajo de lo sugerido, lo que reafirma que estos animales atravesaron un profundo BEN. Es importante destacar que al inicio del experimento los animales ya se encontraban en condiciones corporales sub-óptimas, y ésto se presentó de forma más pronunciada en las vacas primíparas. Si bien en general las vacas multíparas presentan menor CC al inicio del invierno que las primíparas teniendo en cuenta una historia productiva diferente (previa parición, lactancia, crianza de un ternero), en este experimento ambas categorías presentaron estado corporal por debajo de lo adecuado, ya que atravesaron un invierno climáticamente adverso y con baja disponibilidad forrajera (Quintans, com. pers.; GRAS-INIA).

Las concentraciones de AGNE aumentaron durante el parto en todos los animales independientemente de la oferta de forraje y la categoría animal. La concentración de AGNE es reflejo de una lipomobilización y se correlaciona negativamente con el balance energético de las vacas (Lucy et al., 1991; Wettemann et al., 2003; Carson, 2008), lo que indicaría que todas las vacas se encontraban en balance energético negativo (BEN) durante el parto, como lo indicó, en parte, la condición corporal previamente descrita (vacas de baja AF y vacas primíparas perdieron CC). Cabe recordar que existen distintos tipos de reservas grasas que se ubican entre los músculos, en la cavidad abdominal (grasa renal y omento), a nivel subcutáneo e intramuscular (marmoreo), siendo la primera la más importante de todas (Di Marco et al. 2007). La movilización de reserva subcutánea es la que se ve reflejada en la caída de condición corporal, por ende es posible encontrar altos niveles de AGNE que sean consecuencia de movilización de otras reservas grasas como se describió previamente. El déficit energético fue más pronunciado en las vacas en baja asignación de forraje. Consecuentemente esto fue reflejado en concentraciones de AGNE significativamente más altas en las vacas en baja respecto a las de alta AF. Estos resultados coinciden con los de varios autores que reportaron mayores niveles de AGNE en animales en bajo plano nutricional (Eadson et al., 1985; Meikle et al., 2004; Roche et al., 2005; Quintans et al., 2010; Scarsi et al., 2013ab). De forma similar, las vacas primíparas presentaron concentraciones de AGNE parto mayores a las de las vacas múltiparas, lo que es consistente con la caída de la condición corporal de las primeras. El menor consumo registrado en las vacas primíparas sumado a las mayores demandas de esta categoría (continuación de su crecimiento) podría ser responsables de acentuar el BEN (Spitzer et al., 1995; Carroll y Hoerlein, 1966).

Es interesante destacar que en el presente trabajo se encontró que la respuesta metabólica a la mayor oferta de forraje, en términos de concentración de β HB y urea, dependió de la categoría animal: una menor oferta de forraje se reflejó en un aumento de 46% en la concentración de β HB en vacas primíparas (PB) mientras que en las múltiparas este aumento fue del 17%, y similares hallazgos se observaron para urea. Estos resultados son consistentes con los perfiles de AGNE y la mayor caída de CC registrados en las vacas PB durante el parto en comparación con las vacas de los otros grupos. Estos resultados estarían indicando un BEN mucho más severo en este grupo (PB), probablemente debido al menor consumo registrado en las vacas primíparas bajo una limitada asignación de forraje que impidió cubrir la mayor demanda energética de esta categoría. Esta información es coincidente con lo reportado por Grimard et al. (1995) quienes aseveran que el nivel energético de la dieta afectaría más fuertemente el desempeño productivo de las vacas jóvenes o primíparas respecto a las adultas, expresado en su estatus metabólico. En síntesis, los perfiles metabólicos reflejan movilización de reservas grasas a través del aumento de los AGNE y BHB, mientras que el aumento de urea indica movilización de tejido muscular como ha sido previamente reportado (Bell, 1995). En nuestro experimento, esta movilización se reflejó en un incremento de la concentración de urea en sangre la cual se incremento en mayor medida en el grupo PB, reafirmando que fue el grupo de animales más severamente afectado.

Las concentraciones de insulina en rumiantes están positivamente afectadas por el nivel de consumo y la condición corporal (Basset et al., 1971; Lalman et al., 2000; Sinclair et al., 2002, Quintans et al., 2010; Soca et al., 2013a). En tal sentido en el presente trabajo las vacas en baja asignación de forraje presentaron una menor concentración plasmática de insulina, lo que es consistente con los altos niveles de AGNE, β HB y urea reflejo de un estado catabólico. Esta diferencia no se generó inmediatamente después de iniciados los tratamientos

sino que se manifestó aproximadamente 2 semanas después, al igual que lo reportado por Sosa et al. (2011) trabajando en ovinos en distintas CC y sometidos a una subnutrición. Esto implicaría que la regulación de la secreción de insulina es compleja e intervienen en ella otros factores como ser la glucosa, aminoácidos, ácidos grasos, cuerpos cetónicos, IGF-1, leptina y la propia insulina (Greenstein, 1994; Sosa et al., 2011). También se podría especular que el retraso en la respuesta de la concentración de insulina, a la AF, podría deberse al nivel de alimentación previa al inicio del experimento. De todas formas, ésto no puede ser explicado bajo las condiciones del presente diseño.

La concentración plasmática de IGF-1 de las vacas primíparas al inicio del período evaluado fue significativamente mayor a la de las vacas múltiparas. Estos datos son consistentes con otros reportados previamente (Wathes et al., 2007) y reflejan el rol de IGF-I como mediador principal de la hormona de crecimiento (GH) la cual esta en mayores concentraciones en animales jóvenes (Hammond et al., 1991). Las vacas primíparas en alta AF mantuvieron niveles elevados de IGF-1 durante el parto mientras que las primíparas en baja AF presentaron una marcada caída en el mismo período. Los rumiantes frente a restricciones alimenticias desacoplan el eje GH-IGF-1, es decir, aumentan las concentraciones de GH mientras que disminuyen las de IGF-1, debido a una menor sensibilidad hepática a la GH (Ross et al., 1990; Chilliard et al., 1998; Kobayashi y col., 1999). Esto favorece el catabolismo periférico, especialmente la lipomobilización grasa estimulada por la GH y disminuye el anabolismo que es promovido por IGF-1. Esto repercute en varios órganos y tejidos, pero se destaca que la falta de retroalimentación negativa sobre la GH (por las bajas concentraciones de IGF-1), promueve una mayor concentración circulante de la misma y por tanto una mayor acción teleforética (Meikle et al., 2010). Los perfiles de IGF-1 en primíparas sugieren que el momento del desacople del eje somatotrófico estuvo afectado por la AF: mientras que en las primíparas en baja asignación tuvo lugar al inicio de los tratamientos (partición de nutrientes con destino fetal) en las primíparas de alta fue alrededor del parto (partición de nutrientes hacia la glándula mamaria). Los perfiles de IGF-1 diferenciales en primíparas son consistentes con los consumos diferenciales en esta categoría acorde a la AF así como también con las concentraciones de insulina durante el tratamiento – bajas en 5% AF y constantes en 15% AF- ya que es conocido que la insulina juega un rol clave en la sensibilidad hepática a la GH y por lo tanto en el mecanismo de desacople (Kobayashi y col., 1999).

Por otra parte dentro de las vacas múltiparas, la concentración plasmática de IGF-1 en alta AF se duplicó durante la aplicación de los tratamientos respecto a las de baja AF de forma consistente con los mayores consumos de las primeras (MA). Es interesante el hallazgo de que mientras las vacas MA con altas concentraciones de IGF-1 parto presentaron una marcada disminución en el periparto, las MB mantuvieron las concentraciones. Esto podría implicar que la partición de nutrientes hacia la glándula mamaria en vacas de cría (en este caso se promueve un catabolismo mayor en las MA) es dependiente del nivel de ingesta y/o de reservas corporales como ha sido postulado previamente en vacas de leche (Meikle et al., 2004; Adrien et al., 2012). En resumen, existió una respuesta diferencial al nivel alimenticio entre vacas primíparas y múltiparas en los perfiles de IGF-1 pre y posparto como ha sido encontrado en vacas de leche previamente (Cavestany et al., 2009).

Al igual que lo que sucedió con IGF-1, la respuesta en las concentraciones de adiponectina a una mayor asignación de forraje dependió de la categoría animal. Si bien esta hormona, secretada por el tejido adiposo, ha sido descrita hace dos décadas (Scherer et al., 1995) no hemos encontrado reportes en vacas de cría. Los niveles plasmáticos de

adiponectina reportados en humanos, están influidos por múltiples factores como el género, el estilo de vida (ayuno, obesidad, factores dietarios) y la edad (Domínguez, 2007; Jozami, 2008). Las vacas multíparas en baja AF presentaron mayores concentraciones que las de alta AF, probablemente debido a que la adiponectina se correlaciona negativamente con las reservas grasas (Domínguez, 2007; Jozami, 2008). Sin embargo, lo contrario ocurrió en primíparas. La regulación de la secreción de la concentración basal de adiponectina es compleja; si bien hay acuerdo de que éstas se encuentran reducidas en sujetos obesos (Domínguez, 2007), se ha reportado en experimentos nutricionales que también es independiente del estado de obesidad (Cahill et al., 2013). Las menores concentraciones de adiponectina en las primíparas de baja AF son consistentes con las menores concentraciones de insulina e IGF-1 en esta categoría. La adiponectina sensibiliza los tejidos periféricos a la insulina, aumentando el consumo de glucosa y la oxidación de ácidos grasos en el músculo; además promueve la secreción de insulina estimulada por la glucosa (Ye et al., 2013). Es posible postular que la estrategia hormonal para la regulación del metabolismo en este grupo, que fue el que presentó el mayor BEN, fue limitar el consumo de energía por los tejidos periféricos. Es posible que las diferencias marcadas encontradas en las concentraciones de adiponectina acorde a la asignación de forraje y categoría animal se asocien al control endocrino diferencial del desarrollo corporal. Dado lo incipiente del conocimiento respecto del rol de ésta hormona en el metabolismo en rumiantes y la falta de experimentación al respecto no es posible ahondar en la interpretación de nuestros resultados.

En nuestro trabajo la concentración plasmática de leptina no reflejó los cambios ocurridos en PV y CC entre los distintos tratamientos nutricionales y categorías, posiblemente debido a la baja CC presentada en los animales en todos los grupos. La relación entre la concentración de leptina y las reservas grasas no está bien establecida en rumiantes en baja CC o con severas restricciones nutricionales (Wetteman et al., 2003; Meikle et al., 2004; Chagas et al., 2006). Una correlación positiva entre las concentraciones de leptina y las reservas grasas durante el periodo preparto se documentó en vacas lecheras primíparas y multíparas en condiciones pastoriles; asociación que se perdió luego del parto (Meikle et al., 2004)

La reserva corporal al parto se ha postulado como el factor más importante en determinar el intervalo desde el parto hasta el primer celo (Lalman et al., 1997; Wetteman et al., 2003). Si bien la nutrición posparto puede de alguna forma mitigar los efectos detrimentales de una mala alimentación preparto y consecuente baja CC al parto, cuando las vacas paren en muy baja CC, la ovulación se produce de forma tardía y por ende, el desempeño reproductivo se ve negativamente afectado (Short et al., 1990; Bishop et al., 1994; Quintans et al., 2010; Soca et al., 2013a). La asignación de forraje no afectó el porcentaje de animales en anestro profundo (31%) al inicio del servicio ni la duración del anestro posparto. Este último probablemente estuvo subestimado (124 días en ambos grupos de A y B AF), ya que se asumió que los animales que habían ovulado lo hicieron el último día del servicio. Los tratamientos nutricionales generaron una diferencia de 0.22 unidades de CC al parto, siendo en general, una muy baja CC al parto para todo el rodeo (3.3u). Otros experimentos en nuestro país, en los que las vacas parieron con mejor condición al parto presentaron menores longitudes del anestro. Por ejemplo, vacas multíparas en CC de 4 u, presentaron APP de entre 96 y 98 días (Quintans et al., 2004; Quintans et al., 2010). A pesar que la longitud del anestro no fue afectada por la AF, las vacas en alta AF presentaron mayores tasas de preñez que las de baja. Aún considerando la limitante de la presente tesis respecto del número de animales para variables como preñez, se destaca que la escasa diferencia de CC al parto, presentó un 10% más de animales preñados. Por otro lado, la tasa

de preñez alcanzada en las vacas en alta AF fue baja (40%). Esto pudo haberse debido a que además de que estos animales parieron con una CC por debajo de la recomendada (Orcasberro et al., 1992) y también atravesaron un BEN (aunque menos severo que las vacas en baja asignación de forraje), no lograron incrementar el estado corporal a lo largo del posparto. Trabajos previos han demostrado que además de la CC al parto, la nutrición posparto afecta la eficiencia reproductiva, especialmente en animales en bajo estado corporal (Short et al., 1990, Wettemann et al., 2003, Lake et al., 2005). Las mejores tasas de preñez en animales de alta AF son consistentes con mayores niveles de hormonas anabólicas (insulina, IGF-I) y balance energético (CC) que afectan la calidad del oocito, el desarrollo del embrión y las tasas de preñez (Webb et al., 2004).

Cabe destacar que el profundo BEN atravesado por las vacas primíparas fue reflejado en todas las variables reproductivas. El prolongado período de anestro posparto, la gran cantidad de animales con folículos pequeños a los 70 días posparto así como la muy baja tasa de preñez de las vacas primíparas confirman lo ya ampliamente reportado en la bibliografía. En general esta ampliamente documentado que la duración del APP es mayor en vacas primíparas que multíparas (Tervit et al., 1977; Quintans y Vazquez 2002; Quintans et al., 2004; Meikle et al., 2004; Cavestany et al., 2007), pero además se debe considerar que una severa restricción nutricional en vacas jóvenes, con altas demandas energéticas, afectan mas severamente a un animal que además de tener que cubrir sus requerimientos de mantenimiento, debe continuar creciendo, mantener su primera gestación y producir leche (Carroll y Hoerlein, 1966; Short et al., 1990), particionando nutrientes hacia estas demandas vitales, en detrimento de la reproducción. Se ha reportado en condiciones pastoriles similares al presente trabajo, APP mas cortos cuando las vacas parieron en CC superior (CC al parto de 4u y APP de 116 días; Quintans et al., 2009a). La restricción del consumo energético estuvo asociada con bajos niveles de IGF-1 en sangre, especialmente en las primíparas. Es importante recordar que éstas partieron de concentraciones más altas que las multíparas al inicio del experimento (56 ng/ml), y que alcanzaron valores muy bajos de 35 ng/ml al final del periodo evaluado. Si bien el momento que se produce la caída de las concentraciones de IGF-1 fueron diferentes entre PA y PB, la magnitud fue similar. Las PB presentaron la caída de esta hormona durante el parto, mientras que las PA lo manifestaron en el periparto. Esto esta indicando para ambos grupos la ausencia de un adecuado nivel de energía disponible para comenzar y mantener la ciclicidad ovárica (Richards et al., 1989; Velazquez et al., 2008). Es importante remarcar que el crecimiento folicular es un proceso prolongado que dura entre 90 y 100 días (Britt, 2008), siendo modulado por hormonas metabólicas como por ejemplo la IGF-1 (Webb et al., 2004). Es posible especular que la baja concentración de IGF-1 presentada en las vacas primíparas durante el periparto, haya repercutido negativamente en el crecimiento folicular y consecuentemente este grupo de animales haya presentado muy baja eficiencia reproductiva. Resultados similares han sido reportados por Carriquiry et al. (2013) quienes encontraron que en vacas primíparas en baja AF, el crecimiento folicular se vió retrasado y la eficiencia reproductiva disminuía respecto a primíparas pero en alta AF. Por otra parte, las vacas MA presentaron mayores concentraciones de IGF-1 durante el parto, respecto a las MB, lo que de alguna manera se manifestó a nivel reproductivo, teniendo en cuenta lo anteriormente mencionado respecto al tiempo que implica el desarrollo folicular. Si bien no existió una diferencia estadísticamente significativa en la tasa de preñez entre ambos grupos (probablemente por el bajo número de animales para evaluar esta variable), existió una diferencia numérica de aproximadamente 20 % (71 y 52% de preñez en MA y MB, respectivamente). Finalmente si se comparan las vacas M y P, las M presentaron mejor desempeño reproductivo y niveles comparativamente mas constantes de IGF-1, mientras que las P presentaron una marcada caída de IGF-1 y un muy mal desempeño reproductivo.

Una menor asignación de forraje antes del parto no generó menor peso vivo al nacimiento de los terneros, lo que coincide con datos nacionales en similares condiciones de producción (Scarsi et al., 2013ab; Quintans et al., 2013). Sin embargo, hay otros trabajos que reportaron diferencias en esta variable cuando las vacas fueron sometidas a distintos niveles nutricionales durante la gestación (Wiltbank et al., 1962; Corah et al., 1975; Perry et al., 1991). Es posible que las diferencias, debido a la nutrición de la madre durante la gestación, sobre el peso vivo al nacimiento de los terneros este influenciado por la condición corporal de la madre (Bellows et al., 1982; Spitzer et al., 1995). Bajo un muy severo déficit nutricional se requerirían enormes gastos de reservas corporales, para influir en el peso de los terneros al nacimiento ya que las vacas en restricciones nutricionales pueden incrementar su capacidad de transferir nutrientes al feto y de esa forma evitar drásticas caídas de peso al nacimiento. Por otra parte, la producción de leche es el principal factor que determina la tasa de crecimiento de los terneros (Totusek et al., 1973) y esta altamente correlacionada con el peso al destete (Neville 1962). En nuestro trabajo, la producción de leche fue mayor en vacas en alta que en baja AF preparto. Se podría especular que existió un efecto residual de la AF antes del parto sobre la producción de leche posparto, ya que en general la condición corporal al parto no afecta la producción de leche y se reportó que la nutrición posparto es la que más regularía la producción láctea (Jenkins y Ferrer, 1992; Jenkins y Ferrer, 1994). Sin embargo, el crecimiento de la glándula mamaria se produce mayoritariamente en el último tercio de gestación (Tucker 2000; Glauber 2007). Las vacas con alta AF podrían haber direccionado mayor cantidad de nutrientes hacia la glándula mamaria, logrando de esta forma un mayor crecimiento y consecuentemente mayor producción láctea. Por otra parte, Pell et al. (1990) reportaron una asociación positiva entre la concentración de IGF-1 y los elementos estromales de la glándula mamaria, lo que reafirmaría -en el caso de nuestro trabajo -que las vacas en alta AF con mayor concentración de IGF-1, podrían haber presentado mayor crecimiento de la misma. Sin embargo, esta variable no fue medida en nuestro experimento. Otra evidencia posible de lo anteriormente expuesto, es que los perfiles de IGF-1 en el parto muestran un marcado desacople del eje somatotrófico en MA y PA lo que sugeriría que esta partición de nutrientes se reflejó en capacidades diferenciales de producción por la glándula mamaria. Estas diferencias se manifestaron en mayores tasas de ganancias de los terneros hijos de vacas en alta respecto a los de baja AF sólo en los primeros 56 días posparto, lo que no se expresó finalmente en mayores pesos al destete.

Por otra parte las vacas primíparas parieron terneros de menor peso, con menor tasa de ganancia posterior y produjeron menos leche que las vacas multíparas, coincidente con previos reportes lo que se vio reflejado en el menor peso al destete (Rovira, 1996; Johnson et al., 2003; Baker y Boyd, 2003; Meikle et al., 2004; Cavestany et al., 2009; Hudson et al., 2010). Las vacas multíparas con menor demanda de nutrientes y mayor potencial de consumo de alimento pudieron haber direccionado mayor cantidad de nutrientes hacia la producción de leche (Greenhalgh et al., 1966; Greenhalgh et al., 1967; Combellas y Hodgson, 1979; Mejia Haro, 2002), generando de esta forma mayor tasa de ganancia de los terneros y mayor peso al destete que las vacas primíparas.

7. CONCLUSIONES

Mayor asignación de forraje 45 días preparto (15 vs 5% PV) generó mayor consumo de forraje, y mejor balance energético que se vieron reflejados en la evolución de la condición corporal y el ambiente endócrino-metabólico que se asoció con mayor producción de leche y tasas de ganancia de los terneros así como mejores tasas de preñez.

En vacas de carne, el efecto de la paridad sobre el desempeño reproductivo y productivo parecería predominar sobre el generado por una mayor asignación de forraje previo al parto. Las vacas múltiparas presentan mejor desempeño productivo y reproductivo que vacas primíparas, probablemente debido al mayor consumo de forraje y a la menor demanda de nutrientes, que se refleja en un mejor balance energético preparto.

Los cambios metabólicos observados (disminución de AGNE, BHB y urea y aumento de hormonas anabolizantes como insulina e IGF-1), podrían ser las señales involucradas en la relación nutrición reproducción. Así como la evolución de IGF-1 en los diferentes grupos evidenció una estrategia para particionar los nutrientes disponibles hacia la gestación o la lactancia.

8. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Adrien ML, Mattiauda DA, Artegoitia V, Carriquiry M, Motta G, Bentancur O, Meikle A. (2012). Nutritional regulation of body condition score at the initiation of the transition period in primiparous and multiparous dairy cows under grazing conditions: milk production, resumption of post-partum ovarian cyclicity and metabolic parameters. *Animal*.6(2):292-9

Albright J.L. (1993). Nutrition, feeding and calves: Feeding behaviour of dairy cattle. *J Dairy Sci* 76:488-498.

Ali H.A.M., Mayes R. W., Hector and E.R. Orskov.2005, The possible use of n-alkanes, long-chain fatty alcohols and long-chain fatty acids as markers in studies of the botanical composition of the diet of free-ranging herbivores. *The Journal of Agricultural Science* 143: 85-95 Cambridge University Press

Angelidis, G., Dafopoulos, K., Messini, C.I., Valotassiou, V., Tsikouras, P., Vrachnis, N., Psimadas, D., Messinis, I.E. (2013).The emerging roles of adiponectin in female reproductive system-associated disorders and pregnancy. *Reproductive Sciences* 20 (8): 872-881.

Astessiano A.L. (2010a). Perfiles metabólicos, endócrinos y de expresión génica hepática asociados a cambios en el balance energético de vacas de carne primpíparas en condiciones de pastoreo. Tesis de maestría de la Facultad de Agronomía. P78.

Astessiano A.L., Perez-Clariget R., Quintans G., Soca P., Carriquiry M. (2010b). Temporal changes during the periparturient period on metabolic and endocrine parameters of spring-calving beef cows in grazing conditions. *ADSA-PSA-AMPA-CSAS-ASAS Joint Annual Meeting*, Denver.

Astessiano A.L., Perez-Clariget R., Quintans G., Soca P., Carriquiry M. (2012). Effects of a short-term increase in the nutritional plane before the mating period on metabolic and endocrine parameters, hepatic gene expression and reproduction in primiparous beef cows on grazing conditions. *J Anim Physiol Anim Nutr (Berl)*. 96(3):535-44

Baker R.D., Le Du L.P., Alvarez F. (1981). The herbage intake and performance of set-stocked suckler cows and calves. *Grass and Forage Science*. 32:201-210.

Baker J. F., Boyd M.E. (2003). Evaluation of age of dam effects on maternal performance of multilactation daughters from high- and low-milk EPD sires at three locations in the southern United States. *Journal of Animal Science* 81 (7): 1696-1699.

Bakker M, Alvarado P. (2006). Alcanos lineales de la cera cuticular de hojas de populus alba, populus deltoides (salicaceae), robinia pseudoacacia (fabaceae), ulmus pumilla (ulmaceae) y fraxinus. *Darwiniana*. 4(1):58-63.

Basset J., Weston R., Hogan J. (1971). Dietary regulation of plasma insulin and growth hormone concentration in sheep. *Australian Journal of Biology Science*, 24:321-330.

Baumont R., Prache S., Meuret M., Morand-Fehr P. (2000). How forage characteristics influence behaviour and intake in small ruminants : a review. *Livestock Production Science*. 64:15-28.

Bell A.W. (1995). Regulation of organic nutrient metabolism during transition from late pregnancy to early lactation. *Journal of Animal Science* 73 (9): 2804-2819.

Bellows, R.A.; Short, R.E.; Richardson, G.V. (1982). Effects of sire, age of dam and gestation feed level on dystocia and postpartum reproduction. *Journal of animal science* 55(1): 18-27.

Bellows, R.A.; Grings, E.E.; Simms, D.D.; Geary, T.W.; Bergman, J.W. 2001. Effects of feeding supplemental fat during gestation to first-calf beef heifers. *The Professional Animal Scientist* 17 (1): 91-89.

Bermúdez R.; Ayala W. (2005). Producción de Forraje de un campo natural de la zona de lomadas del Este. In: Seminario de Actualización Técnica en Manejo de Campo Natural (2005, Treinta y Tres) Resultados experimentales. Montevideo, INIA. pp. 41-50. (Serie Técnica no. 151).

Berreta (1996). Campo natural: Valor nutritivo y manejo. Producción y manejo de pasturas, serie técnica 80, INIA Tacuarembó. Pp. 113.

Bishop K., Wettemann R., Spicer L. (1994). Body energy reserves influence the onset of luteal activity after early weaning of beef cows. *J. Anim. Sci.* 72:2703-2708.

Blache, D.P.Y., Chagas, L.M., Martin, G.B. 2007, Nutritional inputs into the reproductive neuroendocrine control system - a multidimensional perspective in *Reproduction in Domestic Ruminants VI*, Nottingham University Press , United Kingdom

Britt J. (2008). Oocyte development in cattle: physiological and genetic aspects. *Revista Brasileira de Zootecnia*. 37:110-115.

Burges J.C. 2006. Nutrición preservicio de vacas y vaquillonas de reposición. Primera Jornada Veterinaria en General Lamadrid.

Cahill F, Amini P, Wadden D, Khalili S, Randell E, et al. (2013) Short-Term Overfeeding Increases Circulating Adiponectin Independent of Obesity Status. *PLoS ONE* 8(8): e74215

Campling R.C., 1966. A preliminary study of the effect of pregnancy and of lactation on the voluntary intake of food by cows. *BY. J. Nutr.* 20:25.

Carámbula M. 1997. Características limitantes de la pastura natural. Pasturas naturales mejoradas. Hemisferio sur. Pp. 11-20.

Carriquiry M., Espasandin A., Astessiano A., Casal A., Claramunt M., Do Carmo M., Gutierrez V., Laporta J., Meikle A., Scarlato S., Perez-Clariget R., Trujillo A., Viñoles C., Soca P. (2013). Oferta de forraje de campo natural y resultados productivos de los

sistemas de cría vacuna del Uruguay: II. Respuesta metabólica y potencial productivo del ternero. Serie Técnica-INIA. 208:119-134.

Carroll E. y Hoerlein A. (1966). Reproductive performance of beef cattle under drought conditions. J. Am. Vet. Med. Assoc. 148:1030.

Carson ME. (2008). The association of selected metabolites in peripartum dairy cattle with health and production. MSc Thesis, University of Guelph.

Cavestany et al. (2007). Efecto de la suplementación energética preparto en el reinicio de la ciclicidad ovárica posparto en vacas Holando en pastoreo restringido. XXXV Jornadas Uruguayas de Buiatria.

Cavestany D., Kulcsar M., Crespi D., Chilliard Y., La Manna, Balogh O., Keresztes M., Delavaud C., Huszenicza G., Meikle A. (2009). Effect of prepartum energetic supplementation on productive and reproductive characteristics, and metabolic and hormonal profiles in dairy cows under grazing conditions. *Reproduction in Domestic Animals*, 44 (4), pp.663-671.

Chagas, L.M., Rhodes, F.M., Blache, D., Gore, P.J.S., Macdonald, K. A. and Verkek, G. A. (2006). Precalving effects on metabolic responses and postpartum anestrus in grazing primiparous dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 89: 1981-1989.

Chilliard, Y., Bocquier, F., Doreau M. (1998). Digestive and metabolic adaptations of ruminants to undernutrition, and consequences on reproduction. *Reproduction Nutrition Development* 38 (2): 131-152.

Ciccioli, N.H; Wettemann, R.P; Spicer, L.J; Lents, C.A; White, F.J; Keisler, D.H. (2003). Influence of body condition at calving and postpartum nutrition on endocrine function and reproductive performance of primiparous beef cows. *Journal of Animal Science* 81(12): 3107-3120.

Combellas J. y Hodgson J. (1979). Herbage intake and milk production by grazing dairy cows 1. The effects of variation in herbage mass and daily herbage allowance in a short term trial. *Grass and Forage Science* 34:209-214.

Corah, LR., Dunn, TG and Kaltenbach, CC. (1975). Influence of prepartum nutrition on the reproductive performance of their progeny. *Journal of Animal Science* 41: 819-824.

Dickson D.P., Barr G.R., Johnson L.P., Wieckert D.A. (1970). Social Dominance and Temperament of Holstein Cows. *Journal of Dairy Science*, 53 (7):904-907.

DIEA-MGAP. (2010). RESULTADOS DE LA ENCUESTA DE PREÑEZ 2010. <http://www.mgap.gub.uy/portal/hgxpp001.aspx?7,5,70,O,S,0,MNU;E;41;1;MNU>.

DIEA-MGAP. (2013). Anuario 2013. <http://www.mgap.gub.uy/portal/hgxpp001.aspx?7,5,754,O,S,0,MNU;E>

Di Marco O., Barcelos J., Da Costa E. (2007). Crescimento dos tecidos. In: Crescimento de bovinos de corte. Ed. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. 59-92.

Dini Y., Gere J., Briano C., Manetti M., Juliarena P., Picasso V., Gratton R., Astigarraga L. (2012). Methane Emission and Milk Production of Dairy Cows Grazing Pastures Rich in Legumes or Rich in Grasses in Uruguay. *Animals*, 2: 288-300. Disponible en internet: <http://www.mdpi.com/2076-2615/2/2/288>

Diskin M.G, Mackey D.R., Roche J.F., Sreenan J.M. (2003). Effects of nutrition and metabolic status on circulating hormones and ovarian follicle development in cattle. *Animal Reproduction Science* 78:345–370.

Dominguez C. (2007). Adiponectina: El tejido adiposo mas alla de la reserva inerte de energia. *Revista de endocrinologia y nutricion*, 15(3):149-155.

Dove H.A. and Mayes R.W. (1991). The use of plant wax alkanes as markers substances in studies of the nutrition of Herbivores: A review. *Aust. J. Agric. Res.* 42, pp. 913-952.

Dove H.A. and Mayes R.W. (1996). Plant wax components: a new approach to estimating intake and diet composition in herbivores. *Journal of nutrition*, 126 (1), pp. 13-26.

Dove H.A. and Mayes R.W. (2006). Protocol for the analysis of n-alkanes and other plant-wax compounds and for their use as markers for quantifying the nutrient supply of large mammalian herbivores. *Nature protocols*, 1:4, pp. 1680-1697.

Dukes H. (1967). *Fisiologia de los animales domesticos*. Ed. Cornell University Press, Ithaca, New York. Pp962.

Dziuk, P.J., Bellows, R.A. (1983). Management of reproduction of beef cattle, sheep and pigs. *Journal of Animal Science*. 57:Supplement 2:355-379.

Eadson, M.P.; Chesworth, J.M.; Aboul-Ela, M.B.E.; Herderson, G.D. (1985). The effect of under nutrition of beef cows on blood hormone and metabolite concentrations postpartum. *Reproduction Nutrition Development* 25 (1A): 113-126.

Escalera Pérez J.L.; Flores F.; Escobar F.J. (2005). Efecto del balance energético negativo sobre el comportamiento reproductivo de la vaca productora de leche. *Veterinaria Zacateca* 2:179-191.

Ferri C.M, Stritzler N.P., Brizuela M.A., Pagella H.J. (2008). Comparison of four techniques to estimate forage intake by rams grazing on a *Penicum coloratum* L. Pasture. *Chilean Journal of Agricultural research* 68(3), pp. 248-256.

French P. D., (2006). Dry Matter Intake and Blood Parameters of Nonlactating Holstein and Jersey Cows in Late Gestation. *J. Dairy Sci.* 89, pp. 1057–1061.

Fushai F.M. (2006). Estimates of intake and digestibility using n-alkanes in yearling Holstein-Friesian and Hereford heifers grazing on kikuyu (*Pennisetum landestinum*) pasture, *Animal Feed Science and Technology*, 128 (3–4): 331-336.

Giudice L. (1992). Insulin-like growth factors and ovarian follicular development. *Endocrine Reviews*, 13:641-669.

Giuliodori, M.J., Magnasco, R.P., Becu-Villalobos, D., Lacau-Mengido, I.M., Risco, C.A., de la Sota, R.L. (2013). Clinical endometritis in an Argentinean herd of dairy cows: Risk factors and reproductive efficiency *Journal of Dairy Science* 96 (1):210-218.

Glauber E. Claudio. (2007). Fisiología de la lactación en la vaca lechera. Dpto. Producción Animal, Facultad de Ciencias Veterinaria Buenos Aires, Argentina. 24(234):274-281. 2007

Grant R.J. and Albright J. L. (1995). Feeding behavior and management factors during the transition period in dairy cattle. *J ANIM SCI.* 73(9): 2791-2803.

Grant R.J. and Albright J. L. (2001). Effect of Animal Grouping on Feeding Behavior and Intake of Dairy Cattle. *Journal of Dairy Science*, 84:E156-E163.

GRAS-INIA (2014). <http://www.inia.org.uy/gras/>

Greenhalgh J.F.D, Reid G. W., Aitken J. N., Florence E. (1966). The effects of grazing intensity on herbage consumption and animal production: I. Short-term effect in strip-grazed dairy cows. *The Journal of Agricultural Science*, 67:13-23.

Greenhalgh J.F.D, Reid G. W. and Aitken J. N. (1967). The effects of grazing intensity on herbage consumption and animal production: II. Longer-term effects in strip-grazed dairy cows. *The Journal of Agricultural Science*, 69 (02):217-223.

Greenstein, B. (1994). *Endocrinology at a glance* b. London. Blackwell Science Ltd 109 p.

Grimard, B.; Humbolt, P.; Ponter, A.A.; Mialot, J.P.; Sauvant, D.; Thibier, M. (1995). Influence of postpartum energy restriction on energy status, plasma LH and oestradiol secretion and follicular development in suckled beef cows. *Journal of Reproduction and Fertility* 104 (1): 173-179.

Hammond J.M.; Mondschein J.S.; Samaras S.E.; Smith S.A.; Hagen D.R. (1991). The ovarian insulin-like growth factor system. *J. Reprod. Fert. Suppl.* 12: 199-208.

Hess B.W., Lake S., Scholljegerdes E., Weston T., Nayigihugu V., Molle J.D.C. and Moss G. (2005). Nutritional controls of beef cows reproduction. *J Anim Sci.* 83:E90-106.

Hight G.K. (1968). Plane of nutrition effects in late pregnancy and during lactation on beef cows and their calves to weaning. *N.Z. Jl. Agric. Res.* 11:71-84.

Hodgson J. (1990). *Grazing management. Science into practice.* Longman handbook in Agriculture, E.U.A.

Hough R., McCarthy F., Kent H., Eversole D. and Wahlberg M. (1990). Influence of nutrition restriction during late gestation on production measures and passive immunity in beef cattle. *J. Anim. Sci.* 68: 2622-2627.

Hudson, M.D.; Banta, J.P.; Buchanan, D.S.; Lalman, D.L. (2010). Effect of weaning date (normal vs. late) on performance of young and mature beef and mature beef cows and their progeny in a fall calving system in the Southern Great Plains. *Journal of Animal Science* 88 (4):1577-1587.

Hunter RA and BD Siebert, (1986). The effects of genotype, age, pregnancy, lactation and rumen characteristics on voluntary intake of roughage diets by cattle. *Australian Journal of Agricultural Research* 37(5) 549. Abstract - 560

Ingvartsen, K. L. and J. B. Andersen. (2000). Integration of metabolism and intake regulation: a review focusing on periparturient animals. *J Dairy Sci* 83(7):1573-1597.

Jenkins T.G., Ferrel C.L. (1992). Lactational characteristics of nine breeds of cattle fed various quantities of dietary energy. *Journal of Animal Science*, 70(6): 1652-1660.

Jenkins T.G., Ferrel C.L. (1994). Productivity Through Weaning of Nine Breeds of Cattle Under Varying Feed Availabilities :I. Initial Evaluation *Journal of Animal Science* 72(11):2787-2797.

Johnson, C.R.; Lalman, D.L.; Brown, M.A.; Appeddu, L.A.; Buchanan, D.S.; Wettemann, R.P.(2003). Influence of milk production potential on forage dry matter intake by multiparous and primiparous Brangus females. *Journal of Animal Science*. 81 (7):1837-1846.

Jozami P.A. (2008). Adiponectina y síndrome de ovario poliquístico. Tesis de posgrado de la UNIVERSIDAD FAVALORO. Disponible en:http://200.123.150.149/favaloro/bases/Jozami_Paula_EndocrinGinecol_7236.pdf Ultimo acceso: 20/11/2013.

Kobayashi Y., Boyd C.K., Bracken C.J., Lamberson W.R., Keisler D.H., Lucy M.C. (1999). Reduced growth hormone receptor (GHR) messenger ribonucleic acid in liver of periparturient cattle is caused by a specific down-regulation of GHR-1A that is associated with decreased insulin-like growth factor I. *Endocrinology* 140, 3947–3954.

Lake, S. L.; Scholljegerdes, E. J.; Atkinson, R. L.; Nayigihugu, V.; Paisley, S. I.; Rule, D. C.; Moss G. E.; Robinson T. J.; Hess, B. W. (2005) Body condition score at parturition and postpartum supplemental fat effects on cow and calf performance. *Journal of Animal Science*. 83(12): 2908-2917.

Lalman L., Keisler D., Williams J, Scholljegerdes E. and Mallett D. (1997). Influence of postpartum weight and body condition change on duration of anestrus by undernourished suckled beef heifers. *J ANIM SCI* 1997, 75:2003-2008.

Lalman, D.L.; Williams, J.E.; Hess, B.W.; Thomas, M.G.; Keisler, D.H. (2000). Effect of dietary on milk production and metabolic hormones in thin, primiparous beef heifers. *Journal of Animal Science* 78 (3): 530-538.

Laporta J. (2011). Aspectos moleculares de los mecanismos involucrados en la interacción en la interacción nutrición-reproducción en bovinos de carne de diferente tipo genético. Tesis Magister en Ciencias Animal, Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. 140 p.

Le Du Y.L.P., Combellas J., Hodgson J, Baker R.D. (1979). Herbage intake and milk production by grazing dairy cows. 2. The effects of level of winter feeding and daily herbage allowance. *Grass and forage Science*. 34:249-260.

Leroy J.L.M.R.; Vanholder T.; Van Kneysel A.T.M.; Garcia-Insierito I.; Bols P.E.J. (2008). Nutrient prioritization in dairy cows early postpartum: Mismatch between metabolism and fertility?. *Reprod Dom Anim* 43 (Suppl. 2):96-103.

Lensnaik M., Hill J., Kiess W., Rojesik M., Pert C., Roth J. (1998). Receptors for insulin-like growth factor I and II: Autoradiographic localization in rat brain and comparison to receptors for insulin. *Endocrinology*. 123:2089-2099.

Liefers S.C.; Veerkamp R. F; Te Pas M. F. W.; Delavaud C.; Chilliard Y.; Van der Lende T. (2003). Leptin Concentrations in Relation to Energy Balance, Milk Yield, Intake, Live Weight, and Estrus in Dairy Cows. *J. Dairy Sci*. 86:799–807.

Lucy, M.C.; Staples, C.R.; Michel, F.; Thatcher, W.W. (1991). Energy balance and size and number of ovarian follicles detected by ultrasonography in early post partum dairy cows. *Journal of Dairy Science* 74 (2): 473-482.

Lynch P.B. (1947). Methods of measuring the production from grasslands. A review of techniques employed by the Field Division, Department of Agriculture. *New Zealand Journal Science Technology. Sect. A*. 28: 385-405.

Manson, F. L., and M. C. Appleby. (1990). Spacing of dairy cows at a food trough. *Appl. Anim. Behav. Sci*. 26:69-81.

Mayes R. W. and Lamb C. S. (1983). The possible use of n-alkanes in herbage as indigestible faecal markers. *PROC NUT SOC-CAMBRIDGE.v.43.n.1*. p39A

Meikle, A., Kulcsar, M.;Chilliard, Y.; Febel, H.; Delavaud, C.; Cavestany, D.;Chilibroste, P.; (2004): Effects of parity and body condition at parturition on endocrine and reproductive parameters of the cow. *Reproduction* 127, 727–737.

Meikle A., Cavestany D., Carriquiry M., Adrien M., Ruprechter G., Rovere G., Peñagaricano F., Mendoza A., Pereira I., Mattiauda D., Chilibroste P. (2010). Endocrinología metabólica en la vaca lechera durante el período de transición y su relación con el reinicio de la ciclicidad ovárica. *Agrociencias*. XIV(3):89-95.

Mejía Haro J. (2002). Consumo voluntario de forraje por rumiantes en pastoreo. *Acta univ. vet. Mérida*. 12 (3):56-62.

Mendoza A. (2008) LA SEMILLA DE GIRASOL ENTERA COMO FUENTE DE LIPIDOS POLIINSATURADOS PARA VACAS LECHERAS EN PASTOREO. Tesis Magister en Ciencias Animal, Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. 90p.

Minson D.J. (1990). Forage in ruminant nutrition. Ed. Academic Press Limited.

Millot. (1988). Relevamiento de pasturas naturales y mejoramientos extensivos en áreas ganaderas del Uruguay. Revista del plan Agropecuario, suplemento especial.

Morenos L. (2007). Purificación de alcanos a partir de muestras de forraje y de materia fecal: Guía práctica. Departamento de Producción Animal. Facultad de Ciencias Veterinarias. Universidad Nacional del Centro. Tandil

Neville W.E. (1962). Influence of Dam's milk production and other factors on 120' and 240.day weight of Hereford calves. Journal of Animal Science 21(2):315-320.

Orcasberro R., Soca P., Beretta V., Trujillo A. I. (1992). Estado corporal de vacas Hereford y comportamiento reproductivo. In: Jornada de producción animal (Paysandú, 1992). Evaluación física y económica de alternativas tecnológicas en predios ganaderos, Estación Experimental Mario A. Cassinoni. Facultad de Agronomía. 32-36.

Pell J.M.; Bates P.C. (1990). The nutritional regulation growth hormone action. Nutritional Research Reviews. 3:163-192.

Perez-Clariget R., Carriquiry M., Soca P. (2007). Estrategias de manejo nutricional para mejorar la reproducción en ganado bovino. Archivos Latinoamericanos de Producción Animal. 15 (1). En Simposio: Bovinos

Perry, R.C.; Corah, L.R.; Cochran, R.C.; Beal, W.E.; Stevenson, J.S.; Minton, J.E.; Simms, D.D.; Brethour, R. 1991. Influence of dietary energy on follicular development, serum gonadotropins, and first postpartum ovulation in suckled beef cows. Journal of Animal Science 69 (9): 3762-3773.

Peyraund J., Comeron E., Wade M., Lemaire G. (1996). The effect of daily herbage allowance, herbage mass and animal factors upon herbage intake by grazing dairy cows. Ann Zootech. 45:201-217.

Podpečan, O., Kosec, M., Cestnik, V., Čebulj-Kadunc, N., Mrkun, J . 2007. Impact of negative energy balance on production and fertility in slovenian brown-breed dairy cows Acta Veterinaria 57 (1) , pp. 69-79.

Quintans G., Salta V. (1988). Efecto del destete temporario sobre el comportamiento reproductivo en vacunos. Aspectos preliminares. Tesis de grado de la Facultad de Agronomía, Universidad de la Republica, p 109.

Quintans G., Vaz Martins D., Carriquiry E. (1993). Efecto de la suplementación invernal sobre el comportamiento de terneras. En Mas C., Carámbula M., Bermúdez R., Ayala W., Carriquiry E., Vaz Martins D., Quintans G., Bonilla O. (eds.) Campo natural: estrategia invernal manejo y suplementación. Treinta y tres: INIA. P. 35-53 (Serie Actividades de Difusión; 49)

Quintans, G y Vazquez A.I (2002). Efecto del destete temporario y precoz sobre el período posparto en vacas primíparas. En: Seminario de actualización técnica-Cría y recría ovina y vacuna, Serie de actividades de difusión 288, INIA Tacuarembó-Treinta y Tres.

Quintans G., Viñoles C., Sinclair K.D. (2004). Follicular growth and ovulation in postpartum beef cows following calf removal and GnRH treatment. *Animal Reproduction Science*. 80(1): 5-14.

Quintans, G., Jimenez de Aréchaga C. (2006). Efecto del destete temporario sobre la fertilidad de vacas primíparas Braford y la ganancia de peso de los terneros. 29 Congreso Argentino de Produccion Animal, Mar del Plata, Argentina (abstract No. 23).

Quintans, G. (2008). La alternativa para incrementar la tasa de procreo: disminución del anestro posparto. *Serie Técnica INIA174*: 99-109.

Quintans, G, Banchemo, G., Carriquiry, M., López, C y Baldi, F. (2008a). Efecto de la condición corporal y la restricción del amamantamiento con y sin presencia del ternero sobre la producción de leche, anestro posparto y crecimiento de los terneros. *Serie Técnica INIA 174*: 172-181.

Quintans G., Banchemo G., Roig G. and Carriquiry M. (2009a). Effect of short-term prepartum supplementation on reproduction of multiparous beef cows on grazing conditions. *ADSA-CSAS-ASAS Joint Meeting, Montreal, Canadá*

Quintans G., Vázquez AI. and Weigel KA. (2009b). Effect of suckling restriction with nose plates and premature weaning on postpartum anestrous interval in primiparous cows under range conditions. *Animal Reproduction Science*, 116: 10-18.

Quintans, G., Banchemo, G., Roig, G. y Carriquiry, M. (2009c). Efecto de una suplementación corta preparto sobre la performance reproductiva y productiva de vacas multíparas. *Actividad de difusión 591: Jornada de divulgación de producción animal y pasturas*. Pp. 53-60

Quintans G., Banchemo 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 (10): 931-938.

Quintans G., Velazco J., Scarsi A., Lopez-Mazz C., Banchemo G. (2012). Effect of nutritional management during the postpartum period of primiparous autumn-calving cows on dam and calf performance under range conditions. *Livestock Science* 144 (1-2):103-109.

Quintans G., Scarsi A., Velazco J., Banchemo G. (2013). Efecto de una alta y baja disponibilidad de pasturas naturales antes y después del parto sobre el desempeño productivo y reproductivo de vacas multíparas. *Serie Técnica- INIA*. 208:187-196.

Randel R. D., (1990). Nutrition and postpartum rebreeding in cattle. *Journal of Animal Science* 68:853-862.

Radunz, A.E., Fluharty, F.L., Day, M.L., Zerby, H.N., Loerch, S.C (2010). Effects on pre- and postpartum cow performance. Prepartum dietary energy source fed to beef cows: I. Effects on pre- and postpartum cow performance. *Journal of Animal Science* 88 (8): 2717-2728.

Rhoads M.L.; Rhoads R.P; Gilbert R.O.; Toole R.; Butler W.R. 2006. Detrimental effects of high plasma urea nitrogen levels on viability of embryos from lactating dairy cows. *Animal Reproduction Science* 91:1–10.

Richards, M.W.; Spitzer, J.C.; Warner, M.B. (1986). Effect of varying levels of postpartum nutrition and body condition at calving on subsequent reproductive performance in beef cattle. *Journal of Animal Science* 62 (2): 300-306.

Richards, M.W.; Wetteman, R.P.; Schoenemann, H.M. (1989). Nutritional anestrus in beef cows: concentrations of glucose and nonesterified fatty acids in plasma and insulin in serum. *Journal of Animal Science* 67 (9): 2354-2362.

Richards, M.W.; Spicer, L.J.; Wetteman, R.P. (1995). Influence of diet and ambient temperature on bovine serum insulin-like growth factor-1 and thyroxine: relationship with non-esterified acids, glucose, insulin, luteinizing hormone and progesterone. *Animal Reproduction Science* 37 (1): 267-279.

Roche J.F. and Diskin M.G. (2005). Efecto de la nutrición sobre la eficiencia reproductiva en los bovinos. XXXIII Jornadas Uruguayas de Buiatría, pp. 21-25.

Roche J.F., E. S. Kolver, and J. K. Kay, (2005a). Influence of Precalving Feed Allowance on Periparturient Metabolic and Hormonal Responses and Milk Production in Grazing Dairy Cows. *J. Dairy Sci.* 88:677–689.

Rovira Molins, J. 1996. Manejo nutritivo de los rodeos de cría en pastoreo. Ed. Hemisferio Sur, pp.287.

Ross R.J.M; Buchanan C.R. 1990. Growth hormone secretion: its regulation and the influence of nutritional factors. *Nutritional Research Reviews.* 3:143-162.

Russel A., Wright I. (1983). The use of blood metabolites in the determination of energy status in beef cows. *Animal production.* 37:335-343.

SAS 2008. User's Guide: Statistics, Version 9.2 SAS Inst., Inc., Cary, NC.

Scarsi, A., Astessiano A.L; Banchemo G.; Carriquiry M.; Quintans. G. (2010). Short-prepartum supplementation effect on productive and reproductive parameters in multiparous beef cows under grazing conditions. I. In: 8th International Ruminant Reproduction Symposium, 2010 Anchorage, Alaska

Scarsi, A., Astessiano A.L; Banchemo G.; Carriquiry M.; Quintans. G. (2010a). Short-prepartum supplementation effect on productive and reproductive parameters in multiparous beef cows under grazing conditions. II. In: 8th International Ruminant Reproduction Symposium, 2010 Anchorage, Alaska.

Scarsi, A., Astessiano A.L; Banchemo G.; Carriquiry M.; Quintans. G. (2010b). Effect of short-prepartum supplementation on reproductive and productive performance in primiparous beef cows under grazing conditions. . In: 8th International Ruminant Reproduction Symposium, 2010 Anchorage, Alaska.

Scarsi A. (2012). Efecto de una suplementación corta preparto en variables metabólicas, productivas y reproductivas en vacas múltiparas y primíparas para carne. Tesis MSc. Facultad de Agronomía, Montevideo, Uruguay.

Scarsi, A., Astessiano A.L; Banchemo G.; Carriquiry M.; Quintans. G. (2013a) Suplementación de corta duracion antes del parto en vacas multiparas. Serie técnica-INIA. 208:147-160.

Scarsi, A., Astessiano A.L; Banchemo G.; Carriquiry M.; Quintans. G. (2013b) Suplementación de corta duracion antes del parto en vacas primiparas. Serie técnica-INIA. 208:160-174.

Scherer PE, Williams S, Fogliano, et al. A novel serum protein similar to C1q, produced exclusive in adipocytes. J Biol Chem 1995; 270: 26746-27749.

Schillo KK 1992. Effects of dietary energy on control of luteinizing hormonal secretion in cattle and sheep. Journal of Animal Science 70, 1271-1282.

Short RE., Bellows RA., Staigmiller RB., Berardinelli JG. and Custer EE. 1990. Physiological mechanisms controlling anestrus and infertility in postpartum beef cattle. Journal of Animal Science, 68: 799-816.

Sinclair, K.D.; Molle, G.; Revilla, R.; Roche, J.F.; Quintans, G.; Marongiu, L.; Sanz, A.; Mackey, D.R.; Diskin, M.G. 2002. Ovulation of the first dominant follicle arising after day 21 post partum in suckling beef cows. Animal Science 75 (1): 115-126.

Soca, P., Carriquiry, M., Quintans, G., Lopez, C., Espasandín, A., Trujillo, AI., Marichal, MJ., Astessiano, AL y Pérez-Clariget, R. 2008. Empleo del flushing y destete temporario de forma táctica para mejorar indicadores reproductivos y concentración de preñez de vacas primíparas. Serie Técnica INIA 174: 120-134.

Soca P., Carriquiry M., Claramun M., Gestido V., Meikle A. 2013a. Metabolic and endocrine profiles of primiparous beef cows grazing native grassland. 1. Relationships

between body condition score at calving and metabolic profiles during the transition period. *Animal Production Science*. <http://dx.doi.org/10.1071/AN13250>

Soca P., Carriquiry M., Claramun M., Gestido V., Meikle A. 2013b. Metabolic and endocrine profiles of primiparous beef cows grazing native grassland. II. Effect of body condition score at calving, type of suckling restriction and flushing on plasmatic and productive parameters. *Animal Production Science*. <http://dx.doi.org/10.1071/AN13251>

Sosa C., Fernandez-Foren A., Abecia J., Vázquez M., Forcada F., Sartore I., Carriquiry M., Meikle A. (2011). Restricción alimenticia en ovinos: respuesta endocrina-metabólica dependiente de las reservas corporales. *ITEA*. 107(4):1-15.

Spicer L. J.; Enright W.J.; Murphy M.G.; Roche J.F. 1990. Effect of dietary intake on concentration of insulin-like growth factor-1 in plasma and follicular fluid, and ovarian function in heifers. *Domestic animal endocrinology*. Vol 8(3):431-437.

Spicer L. J.; Alpizar E.; Echtenkamp S.E. 1993. Effects of insulin, Insulin-Link Growth Factor I, and Gonadotropins on Bovine Granulosa Cell Proliferation, Progesterone Production, Estradiol Production, and (or) Insulin-Link Growth Factor I Production In Vitro. *J. Anim. Sci.* 71:1232-1241.

Spicer L. J.; Echtenkamp S.E. 1994. The ovarian insulin and insulin-like growth factor system with an emphasis on domestic animals. *Domestic Animal Endocrinology* 12:223-24

Spitzer JC, Morrison DG, Wettemann RP, and Faulkner LC 1995. Reproductive responses and calf birth and weaning weights as affected by body condition at parturition and postpartum weight gain in primiparous beef cows. *Journal Animal Science* 73, 1251-1257.

Stanley T.A., Cochran R.C., Vanzant E.S., Harmon D.L. and Corah L.R., 1993. Periparturient changes in intake, ruminal capacity, and digestive characteristics in beef cows consuming alfalfa hay. *J Anim Sci* 71:788-795.

Stalker L.A., Adams D.C., Klopfenstein T.J., Feuz D.M., Funston R.N. 2006. Effects of pre- and postpartum nutrition on reproduction in spring calving cows and calf feedlot performance. *J. Anim. Sci.* 84:2582-2589.

Tervit H.R., Smith J.F. and Kaltenbach C.C. 1977. Postpartum anoestrus in beef cattle: A review. *Proceedings of New Zealand Society of Animal Production*. 37:109-119.

Totusek R, Arnett DW, Holland GL, Whiteman JV. (1973) Relation of estimation method, sampling interval and milk composition to milk yield of beef cows and calf gain. *J Anim Sci.* 153-158.

Trujillo A.I., Casal A., Cal V. and Chilibróste P. (2013). Association of SNPs of NYP, LEP and IGF-1 genes with residual feed intake in grazing Angus cattle. *EAAP-64th Annual Meeting*.p577.

- Tucker, H. A. 2000. Hormones, mammary growth, and lactation: a 41-year perspective. *Journal of Dairy Science* 83: 874-884.
- Velazquez MA, Spicer LJ, Wathes DC 2008. The role of endocrine insulin-like growth factor-I (IGF-I) in female bovine reproduction. *Domestic Animal Endocrinology* 35, 325-342.
- Vizcarra J.A., Ibáñez W., Orcasberro R. 1986. Repretibilidad y reproductibilidad de dos escalas para estimar la condición corporal de vacas hereford. *Investigaciones agronomicas*, 7(1):45-47. Centro de investigaciones agronomicas "Alberto Boerger".
- Vizcarra J., Wetteann R., Spitzer J., Morrison D. 1998. Body condition at parturition and postpartum weight gain influence luteal activity and concentrations of glucose, insulin, and nonesterified fatty acids in plasma of primiparous beef cows. *J. Anim. Sci.* 76:927-936.
- Wathes DC, Cheng Z, Bourne N, Taylor VJ, Coffey MP, Brotherstone S 2007. Differences between primiparous and multiparous dairy cows in the inter-66 relationships between metabolic traits, milk yield and body condition score in the periparturient period. *Domestic Animal Endocrinology* 33, 203-225.
- Webb, R.; Garnsworthy, P.C.; Gong, J.G.; Armstrong D.G. 2004. Control of follicular growth: Local interactions and nutritional influences. *Journal of Animal Science (Suppl 13)*: E63-E74
- Wettemann R.P., Bossis I. 2000. Nutritional regulation of ovarian function in beef cattle.
- Wettemann, R.P.; Lents, C.A.; Ciccioli, F.J.; White, F.J.; Rubio, I. 2003. Nutritional- and suckling-mediated anovulation in beef cows. *Journal of Animal Science* 81 (Suppl 2): E48-59.
- Waterman R, Butler R (2010) Metabolic signals of the beef cows in negative energy balance. In 'Proceedings of the 4th grazing livestock nutrition conference'. (Eds BW Hess, T Del Curto, JGP Bowman, RC Waterman) pp. 93–102. (Western Section – American Society of Animal Science: Champaign, IL)
- Wettemann R.P. (2013). Nutritional influence on reproduction of beef cows. *Serie tecnica – INIA*. 208:247-264.
- Whitaker DA, Goodger WJ, Garcia M, Perera BM, Wittwer F. 1999 Use of metabolic profiles in dairy cattle in tropical and subtropical countries on smallholder dairy farms. *Prev Vet Med.* 38(2-3):119-31.
- Williams G. L. 1990. Suckling as a regulator of postpartum rebreeding in cattle: a review. *Journal of Animal Science*, Vol 68, Issue 3 831-852.
- Williams G. L. 2005. La nutricion y la leptina en la reproducción. VI Simposio Internacional de Reproducción Animal.

Wiltbank J N, Rowden WW, Ingalls J E, Gregroy K.E. y Koch R.M. 1962. Effect of energy level on reproductive phenomena of mature Hereford cows. *Journal of Animal Science* 21:219-225.

Wright L.A.; Rhind S.M.; Whyte T.K. 1992. A note on the effect of pattern of food intake and body condition on the duration of the post-partum anoestrus period and LH profiles in beef cows. *Animal Production* 54:143-146.

Ye R., Scherer P. (2013). Adiponectin, driver o passenger on the road to insulin sensitivity?. *Molecular metabolism*. 2:133-141.

9. ANEXOS

9.1. Consumo – Técnica de alcanos

9.1.1. Fundamento de la técnica de alcanos.

Existen numerosas técnicas para estimar el consumo, entre ellas se destaca el método de alcanos descrito por Mayes y Lamb (1983). En éste, el consumo es estimado a partir de la aplicación diaria de una cantidad conocida de alcanos (ej. *n*-dotriacontane (C32)), la cual se compara con la concentración dietario y fecal de *n*-alcanos pares e impares adyacentes en longitud al suministrado, debido a que la recuperación de alcanos adyacentes es similar. Esta técnica tiene una serie de ventajas: da información del consumo individual y puede ser usado cuando los animales reciben suplementación, el análisis por cromatografía gaseosa se puede hacer simultáneamente tanto para los alcanos provenientes de las plantas como los suministrados disminuyendo así los errores y no necesita la colección total de materia fecal. Dove y Mayes (2006) compararon esta técnica con la de digestibilidad *in vitro* y con la técnica de oxido de cromo en materia fecal para determinar el consumo de forraje, demostrando la superioridad del método de alcanos para estimar el consumo tanto en bovinos como en ovinos. Posteriormente Ferri et al 2008 comparo la técnica de alcanos con otras tres técnicas encontrando que si bien la técnica de alcanos es mejor que la de diferencia entre la biomasa de forraje pre y pos pastoreo, las técnicas de digestibilidad *in vitro*, colecta diaria total de heces combinado con digestibilidad de la dieta estimada a partir del índice del nitrógeno en heces dan una mejor estimación del consumo del forraje pero dicha mejoría no justifica el aumento en la complejidad que implica el uso de estas técnicas. Los alcanos también permiten estimar la composición de la dieta a través del patrón de alcanos en las heces y las plantas disponibles (Dove. and Mayes 1991). La fiabilidad de esta técnica declina al aumentar el número de especies de plantas que tenga la dieta (Dove et al. 1996). Este marcador se puede combinar con otros como ser alcoholes grasos de cadena larga y ácidos grasos de cadena larga y mejorar sustancialmente los resultados (Ali et al.2005).

9.1.2. Protocolo utilizado en la estimación del consumo por la técnica de alcanos en este trabajo:

- I. Dosificación de los animales: Desde el día -33 al -16 todas las vacas se dosificaron con 400 mg/d de *n*-dotriacontane (C32) en pellets de celulosa por vía oral. Los pellets de celulosa se administraron mediante lanza-bolos, una vez al día, en la tarde (a los efectos de no interferir con los sangrados). Previo a la administración se identificaron los pellets con el número de dosis y numero de la vaca a dosificar para poder identificar en caso de perdidas.
- II. Recolección de muestras heces: Desde el día -28 al -16 se recolectaron diariamente muestras de heces del recto dos veces por día (AM y PM). Se procuro que entre los muestreos diarios realizados en la mañana (AM) no pasaran mas de 4hs. Se utilizo el mismo criterio para el muestreos que se realizó en la tarde (PM). Las muestras fueron identificadas de forma individual y conservadas en freezer para su posterior análisis.
- III. Recolección de muestras de pastura: Los días -27, -25, -23, -20, -18 y -16 se recolectaron muestras de pasto de las zonas de pastoreo, de acuerdo a las observaciones de comportamiento realizadas previamente. De cada zona de

pastoreo seleccionado se tomaron por “hand keeping” 10 muestras al azar, respetando la altura de cosecha (teniendo como referencia la altura del residuo). Posteriormente se formo un pool con las diez muestras se identifico y guardo en freezer.

IV. Procesamiento de la muestras de heces y pasto: Fueron procesaron de acuerdo a la metodología general propuesta por Dove y Mayes (2006) con modificaciones según Bakker y Alvarado (2006).

- a. Las muestras AM (50gs) y PM (50gs) de cada animal se mezclan hasta que este homogéneo (MUY IMPORTANTE EL MEZCLADO) formando un pool de 50gs aproximadamente por animal y por día.
- b. Cada pool, se coloca en una bandeja de metal (no mas de 1.5cm de alto) y se seca a 60°C por 48hs.
- c. Una vez seca, se guardo la bandeja en una bolsa de plástico, sellada y se almaceno en un lugar seco y fresco hasta ser molido.
- d. Se molió el material y se coloca en bolsas identificadas de aproximadamente 5gs las cuales fueron selladas y almacenadas en un lugar limpio, fresco y seco, usar bolsa doble.

V. Purificación y análisis por cromatografía gas-líquido: Dichos procedimientos se realizaron en Departamento de Producción Animal de la Facultad de Ciencias Veterinarias-Universidad Nacional del Centro en Tandil, Argentina, de acuerdo a la metodología descrita por Moreno L. (2007).



Dosificación de los



Toma de muestra de heces



Procesamiento de la muestra en el laboratorio



Análisis por cromatografía gas-líquido

9.1.3. Características de los animales seleccionados:

n= 12 vacas primíparas (6 animales por tratamiento)

Primiparas	Fecha parto	peso	CC
min	23/09/2011	355	3.50
max	23/09/2011	384	4.00
Dif (max-min)	0	29	0.50
prom	23/09/2011	366	3.54

n= 12 vacas multíparas (6 animales por tratamiento)

Multiparas	Fecha parto	peso	CC
min	26/09/2011	396	3.00
max	28/09/2011	450	4.00
Dif (max-min)	2	54	1.00
prom	27/09/2011	421	3.38

9.2. Parte de esta tesis ha sido previamente publicada en distintos eventos:

1. Briano C., Bakker M, Quintans G. 2012. Estimación del consumo preparto en vacas de carne primíparas y multíparas sobre campo natural: Resultados preliminares. (Resumen). En: Congreso de la Asociación Uruguaya de Producción Animal (4°, 2012, Montevideo, Uruguay).
2. Briano C., Scarsi A., Velazco J.I., Banchero G., Meikle A., Quintans G. 2013. Alta y Baja asignación de forraje antes del parto: I. Efectos sobre variables productivas, metabólicas y hormonales en vacas de carne. (Resumen). En: Reunión de la Asociación Latinoamericana de Producción Animal (23°, 2013, La Habana, Cuba).
3. Briano C., Scarsi A., Velazco J.I., Banchero G., Meikle A., Quintans G. 2013. Alta y Baja asignación de forraje antes del parto: II. Efectos sobre variables productivas y reproductivas en vacas de carne y sus terneros. (Resumen). En: Reunión de la Asociación Latinoamericana de Producción Animal (23°, 2013, La Habana, Cuba).
4. Briano C., Scarsi A., Velazco J.I., Banchero G., Meikle A., Quintans G. 2013. Alta y Baja asignación de forraje antes del parto: Efectos sobre variables productivas y reproductivas en vacas de carne y sus terneros. Montevideo: INIA. p. 174-185. (Serie Técnica; 208).