

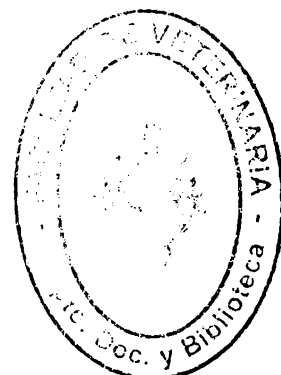
UNIVERSIDAD DE LA REPÚBLICA

FACULTAD DE VETERINARIA

**EVOLUCIÓN DE LAS RESERVAS CORPORALES EN VACAS DE CRÍA
GESTANTES DE DISTINTOS GRUPOS GENÉTICOS BAJO
DIFERENTES OFERTAS DE FORRAJE DEL CAMPO NATURAL**

Por

Br. Fernanda ARAMBARRI
Br. Fiorella BARLA



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

MODALIDAD Trabajo Experimental

MONTEVIDEO
URUGUAY
2010

TESIS aprobada por:

Presidente de Mesa:


Dr. (PhD) José Luis Repetto


Segundo Miembro (Tutor):


Ing. Agr. (PhD) Mariana Garriquiry

Tercer Miembro:

Ing. Agr. Pablo Soca

Tercer Miembro:


Dra. (MSc) Carolina Fiol

Cuarto miembro:


Dr. (MSc) Martín Aguerre

Quinto miembro:


Dr. (MSc) Carlos López-Mazz

Fecha: 14 de Diciembre, 2010

Autora:

Br. Fiorella Barla

FACULTAD DE VETERINARIA

Aprobado con 11 (once) 

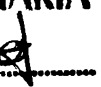
Fecha:

05 de Abril, 2011

Autora:


Br. Fernanda Arambarri

FACULTAD DE VETERINARIA

Aprobado con 9 (nueve) 

AGRADECIMIENTOS

Mariana Carriquiry

Carlos López-Mazz (Tato)

Martín Aguerre

Ana Espasandin

Ana Laura Astessiano

Jimena Laporta

Oscar

Facultad de Agronomía, por sus instalaciones

Familiares, amigos y compañeros

TABLA DE CONTENIDO

	Página
PÁGINA DE APROBACIÓN	II
AGRADECIMIENTOS	III
LISTA DE CUADROS Y FIGURAS	V
1. <u>RESUMEN</u>	1
2. <u>SUMMARY</u>	2
3. <u>INTRODUCCIÓN</u>	3
4. <u>REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA</u>	5
4.1 CONTROL DEL METABOLISMO Y REQUERIMIENTOS DE ENERGÍA DURANTE LA PREÑEZ	5
4.2 ESTIMACIÓN DE LAS RESERVAS CORPORALES	7
4.2.1 Peso vivo	8
4.2.2 Condición corporal	9
4.2.3 Espesor de grasa subcutánea	12
4.2.4 Composición de las reservas corporales	14
4.2.5 Perfiles metabólicos y reservas corporales	20
5. <u>MATERIALES Y MÉTODOS</u>	23
5.1 ANIMALES, DISEÑO EXPERIMENTAL Y TRATAMIENTOS	23
5.2 DETERMINACIONES	24
5.3 ANÁLISIS EN SANGRE	25
5.4 ANÁLISIS ESTADÍSTICO	26
6. <u>RESULTADOS</u>	27
6.1 PESO VIVO, CONDICIÓN CORPORAL Y GRASA SUBCUTÁNEA	27
6.2 ÁCIDOS GRASOS NO ESTERIFICADOS	30
6.3 ESTIMACIÓN DE LA COMPOSICIÓN CORPORAL	32
6.4 ESTIMACIÓN DE LA COMPOSICIÓN DE LA CARCASA	36
6.5 RELACIÓN ENTRE COMPONENTES CORPORALES	36
6.6 PESO AL NACER DE LOS TERNEROS Y LARGO DE ANESTRO POSPARTO	39
7. <u>DISCUSIÓN</u>	40
8. <u>CONCLUSIONES</u>	45
9. <u>BIBLIOGRAFÍA</u>	46

LISTA DE CUADROS Y FIGURAS

	Página
Cuadro I. Eficiencia en el uso de la energía de diferentes procesos fisiológicos.	6
Cuadro II. Distribución de la oferta de forraje (kg MS/100 kg PV/d) a lo largo del año	23
Cuadro III. Esquema de los 4 tratamientos (factorial 2 x 2) evaluados.	23
Cuadro IV. Ecuaciones para estimar la composición corporal y de la carcasa a partir de TDU	25
Cuadro V. Resultados de PV, CC, EGS, concentración de AGNE	31
Cuadro VI. Media, desvío estándar y rango para la composición corporal.	37
Cuadro VII. Resultados de la composición corporal y de la carcasa	38
Figura 1: Ritmo de crecimiento de la grasa subcutánea	10
Figura 2: Protocolo experimental	25
Figura 3: Evolución del PV	27
Figura 4: Evolución de la CC	28
Figura 5: Evolución del EGS	29
Figura 6: Niveles plasmáticos de AGNE	30
Figura 7: Cantidad de proteína corporal	33
Figura 8: Porcentaje de proteína corporal	33
Figura 9: Cantidad de lípidos	34
Figura 10: Porcentaje de lípidos corporales	35
Figura 11: Concentración de energía corporal	36

1. RESUMEN

El objetivo del presente trabajo fue estudiar la cantidad y la composición de las reservas corporales movilizadas mediante parámetros productivos, reproductivos y metabólicos durante los dos últimos tercios de la gestación en el invierno, en vacas de cría de distintos grupos genéticos bajo diferentes ofertas de forraje en campo natural. Se utilizaron vacas de cría multíparas preñadas ($n = 32$), en un diseño de bloques completos al azar con un arreglo factorial de tipo genético Aberdeen Angus y Hereford puros (PU); y sus cruza (CR) y asignación de forraje (OF) (6 vs 10 kg MS /100kg PV/d). Cada 15 días (242 ± 15 días de gestación) se registró peso vivo (PV), condición corporal (CC) (escala 1 - 8), espesor de grasa subcutánea (EGS) y se recogieron muestras de plasma. En junio (22/06/09), setiembre (01/09/09) y principios de octubre (05/10/09) se determinó la composición corporal por medio de la técnica dilución de urea (TDU) (Preston y Kock, 1979). Las medias de un análisis de medidas repetidas (PROC MIXED de SAS) fueron consideradas diferentes cuando $P < 0,05$. El PV fue mayor, la CC tendió a ser mayor en CR respecto a las PU (435 vs 399 ± 12 kg; $4,19$ vs $4,02 \pm 0,07$ unidades), y ambos fueron mayores en alta oferta (AO) que en baja oferta (BO) (434 vs 399 ± 12 kg; $4,4$ frente a $3,8 \pm 0,07$ unidades). La CC varió durante el período invernal disminuyendo de mayo a julio, incrementándose levemente a principios de agosto para volver a disminuir a fines de setiembre. El PV disminuyó hasta finales de agosto, pero aumentó marcadamente en setiembre. Las concentraciones plasmáticas de ácidos grasos no esterificados (AGNE) fueron bajas en mayo ($0,64 \pm 0,09$ mmol/L), se incrementaron hasta agosto, y se mantuvieron elevadas hasta finales de setiembre ($1,12 \pm 0,09$ mmol/L), siendo menores en las CR-BO. El EGS fue mayor ($P < 0,001$) para vacas que se encontraban en AO que las en BO ($30,3$ vs $26,9 \pm 0,6$ mm). Sin embargo, hubo una interacción significativa ($P = 0,033$) entre la oferta, grupo genético y días. El porcentaje de proteína corporal fue mayor en las vacas CR que PU pero existió una interacción entre GG (grupo genético) y OF siendo menor en PU-AO que en los demás grupos. El porcentaje de lípidos corporales fue mayor en AO que BO pero hubo y tendió ($P = 0,060$) a haber un efecto de las interacciones entre GG y OF y la OF y fecha, respectivamente. Este, fue mayor en las vacas PU-AO que en los demás grupos y disminuyó de junio a setiembre solamente en las vacas en BO. El PV de los terneros tendió ($P = 0,07$) a ser mayor en machos que en hembras ($36,48$ vs $32,74 \pm 2,2$). El largo de anestro posparto fue más corto ($P = 0,02$) en las vacas CR que PU ($120,8$ vs $149,9 \pm 8,2$ días) y en AO que BO ($102,3$ vs $168,3 \pm 8,3$ días). Los datos demuestran que la cantidad y composición de las reservas corporales durante los dos últimos tercios de la gestación en el invierno estuvieron afectadas por el grupo genético y la OF. Las vacas en AO y las vacas CR presentaron mejores índices productivos (PV, CC y concentración de AGNE) movilizandando menor cantidad de reservas. En cuanto a la composición corporal, se observó una mayor movilización de lípidos que de proteínas evidenciándose esto claramente en las vacas en BO, siendo más marcada en las vacas PU. El PV del ternero al nacer no estuvo afectado por los diferentes tratamientos ni por la movilización de reservas corporales. La duración del anestro posparto fue menor en AO y en el grupo de las vacas CR. El grupo que se encontraba en AO fue el único que volvió a ciclar a los 90 días y el mayor porcentaje fue para las vacas CR. El anestro posparto tuvo tendencia a asociarse a las pérdidas de energía y proteínas durante la gestación.

2. SUMMARY

The aim of this work was to study the amount and composition of the body reserves mobilized through productive traits, reproductive and metabolic during the last two thirds of gestation in the winter, breeding cows of different genetic groups under different rates for forage natural field. Breeding were used multiparous pregnant cows ($n = 32$), in a complete block design with a factorial random genetic type pure Aberdeen Angus and Hereford (PU) and their crosses (CR) and forage allowance (FS) (6 vs 10 kg DM/100 kg BW/d). Every 15 days (242 ± 15 days of gestation) was recorded weight (BW), body condition (BCS) (scale 1 - 8), backfat (BFT) and plasma samples were collected. In june (6/22/2009) september (01/09/09) and early october (10/05/2009) body composition was determined using the urea dilution technique (TDU) (Preston and Kock, 1979). The means of repeated measures analysis (PROC MIXED in SAS) were considered different when $P < 0,05$. The BW was higher, the BCS tended to be higher in CR compared to the PU (435 vs 399 ± 12 kg; $4,19$ vs $4,02 \pm 0,07$ units), and both were higher in high supply (HI) than in low supply (LO) (434 vs 399 ± 12 kg, $4,4$ vs $3,8 \pm 0,07$ units). The BCS varied during the winter period from may to july decline, increasing slightly in early august to return to decrease in late september. The BW decreased until the end of august, but rose sharply in september. Plasma concentrations of free fatty acids (NEFA) were lower in may ($0,64 \pm 0,09$ mmol/L), increased through august and remained high until the end of september ($1,12 \pm 0,09$ mmol/L), being lower in the CR-LO. The BFT was higher ($P < 0,001$) for cows that were in HI than in LO ($30,3$ vs $26,9 \pm 0,6$ mm). However, there was a significant interaction ($P = 0.033$) between supply, genetic group and days. The percentage of body protein was higher in cows CR than PU but there was an interaction between GG (genetic group) and FS, was lower in PU-HI than in other groups. The percentage of body fat was higher in HI than LO, but there and tended ($P = 0,060$) to be an effect of interactions between GG and FS and the FS and date, respectively. This was higher in cows PU-HI in the other groups and decreased from june to september only in cows in LO. The BW of calves tended ($P = 0,07$) to be higher in males than in females ($36,48$ vs $32,74 \pm 2,2$). The length of postpartum anestrus was shorter ($P = 0,02$) in cows CR than PU ($120,8$ vs $149,9 \pm 8,2$ days) and HI than LO ($102,3$ vs $168,3 \pm 8,3$ days). The data show that the quantity and composition of body reserves during the last two thirds of gestation in the winter were affected by genetic group and the FS. Cows in HI and CR cows had better production indices (BW, BCS and concentration of NEFA) mobilized fewer reservations. Regarding body composition, there was a greater mobilization of lipid and protein that clearly evidenced in cows in LO, being more marked in cows PU. The BW of the calf at birth was not affected by different treatments or by the mobilization of body reserves. The length of postpartum anestrus was lower in HI and CR group cows. The group that was in HI was the only one that turned to cycling at 90 days, and the highest percentage was for cows CR. Postpartum anestrus tended to be associated with loss of energy and protein during pregnancy.

3. INTRODUCCIÓN

En Uruguay la cría de bovinos de carne involucra 6,0 millones de cabezas y 7,8 millones de hectáreas, el 50% de la superficie agropecuaria nacional y 27,240 productores con un fuerte predominio de producción familiar. El valor de su principal producto (terneros) fue de más de 750 millones de dólares para el año 2008 (DIEA, 2009).

La cría vacuna es un proceso largo e ineficiente en el uso de la energía, dado que el animal destina el 70% de la energía consumida al mantenimiento de sus funciones vitales (Dickerson, 1978). En nuestro país la cría se lleva a cabo sobre campo nativo (cielo abierto) y está sometida a grandes variaciones climáticas anuales e interanuales que producen variaciones de la producción, disponibilidad y calidad del forraje (Orcasberro, 2000). Esto determina que el aporte de nutrientes a la vaca de cría sea uno de los factores limitantes provocando fluctuaciones en su estado nutricional en momentos críticos del ciclo productivo que impactan negativamente sobre el comportamiento reproductivo de nuestros rodeos (Soca et al., 1994).

Debido a que en nuestros sistemas extensivos de producción, los últimos meses de gestación y a veces el comienzo de la lactación ocurren durante el invierno o comienzo de la primavera con escasez de forraje en campo natural, las vacas de cría movilizan reservas corporales intentando mantener el crecimiento de la placenta y el feto o del ternero (Astessiano et al., 2008; Gestido et al., 2008) produciendo un descenso en la condición corporal (CC) y un aumento de los niveles de ácidos grasos no esterificados (AGNE) en sangre (Bossis et al., 1999).

El estado metabólico puede definirse como la cantidad de nutrientes y energía que están disponibles para el animal en un determinado momento, y depende de la cantidad de alimento consumido, de la cantidad de reservas corporales y del ritmo de utilización de energía (Blache et al., 2006). Los nutrientes consumidos por la vaca son distribuidos en las distintas funciones fisiológicas de acuerdo al orden de prioridades de las mismas, en el cual, el reinicio de los ciclos estrales luego de la parición se encuentra en los últimos lugares (Short et al., 1990). La reserva corporal de energía puede ser estimada a través de una escala de CC basada en la apreciación visual del animal y que en nuestro país presenta un rango de 1 (muy flaca) a 8 (muy gorda) unidades (Vizcarra et al., 1986). La investigación nacional ha enfatizado a través de la "Propuesta de Manejo del Rodeo de Cría", lograr una CC al parto e inicio del entore de 4 en vacas adultas y 4,5 en vacas de primera cría para obtener una probabilidad de preñez entre 75 y 90% (Soca y Orcasberro, 1992). La cantidad de forraje asignada en otoño-invierno afecta la evolución de la CC de las vacas de cría durante la gestación avanzada (Orcasberro et al., 1992), durante el invierno las vacas pierden de 0,5 - 2,5 unidades de CC, del 5 a 20% del peso vivo (PV) (Astessiano et al., 2008; Gestido et al., 2008; Soca et al., 2008); y parece clara la importancia del otoño como período del año en el cual las vacas preñadas pueden mejorar su CC (Soca y Orcasberro, 1992).

El pobre estado nutricional de las vacas al parto e inicio del entore, el amamantamiento y la presencia del ternero determinan un largo período de anestro posparto y mortalidad embrionaria temprana (Hess et al., 2005), afectando las tasas de preñez que se reflejan

en el reducido porcentaje de procreo (66%; DIEA, 2009) que caracteriza a la ganadería nacional. La duración del anestro postparto, principal causa de infertilidad del rodeo de cría en el Uruguay, está determinada principalmente por la CC al parto, dependiente de la nutrición energética preparto (Orcasberro et al., 1992). La capacidad del animal para adaptarse y sobrellevar este balance energético negativo (BEN) no sólo afecta la capacidad productiva de la vaca (kg de terneros destetados) sino también compromete la respuesta reproductiva en el siguiente ciclo productivo, ya que puede incrementar la duración del anestro postparto (Lucy 2003), determinando la eficiencia de producción del sistema criador.

El tamaño adulto ha sido señalado como uno de los componentes determinantes de la eficiencia de producción en bovinos de carne (Dickerson, 1970; Montaña-Bermudez et al., 1990). En términos generales, animales de mayor tamaño requieren mayores consumos de energía para mantener sus funciones vitales cuando son comparados con aquellos de menores tamaños. El PV adulto de un animal puede en este caso ser un indicador práctico del tamaño adulto y -por ende- estimador de los requerimientos de mantenimiento. Sin embargo, Andersen (1978) postula que no existen relaciones generalizadas entre el tamaño de los animales con las eficiencias biológica y económica, y que un tamaño óptimo depende no sólo de demandas comerciales, sino especialmente de las prácticas de manejo, el ambiente y el clima en el que serán producidos los rodeos. Asimismo, las diversas funciones biológicas semejantes entre las razas de alto y bajo porte no interactúan en forma semejante, variando su plasticidad en función del ambiente, así como de variaciones individuales dentro de los genotipos.

Actualmente, las necesidades de energía de mantenimiento en el ganado vacuno se calculan como proporción del $PV^{0.75}$ (peso metabólico; NRC, 2001). Sin embargo, la creciente evidencia de la literatura indica que el gasto de energía para el mantenimiento de los animales, resulta principalmente del metabolismo de las proteínas, mientras que el metabolismo de los lípidos requiere de relativamente poca energía (Agnew y Yan, 2000). Por lo tanto, la estimación del contenido de proteínas en los animales vivos es un factor clave en la cuantificación de la precisión de las necesidades de energía de mantenimiento (Agnew et al., 2005).

Es así que evaluar la cantidad y composición de las reservas corporales movilizadas en los últimos dos tercios de gestación, durante el invierno, en condiciones de pastoreo de campo natural, es importante con el fin de identificar características asociadas a diferencias en la eficiencia productiva.

4. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

4.1 CONTROL DEL METABOLISMO Y REQUERIMIENTOS DE ENERGÍA DURANTE LA PREÑEZ

El control del metabolismo implica dos tipos de regulación, la homeostasis y homeorhesis. El control homeostático comprende el mantenimiento del equilibrio fisiológico y la homeorhesis, el control coordinado del metabolismo de los tejidos corporales necesario para apoyar un estado fisiológico (Bauman y Currie, 1980). La regulación de la partición de nutrientes durante la preñez implica controles homeorhéticos derivados desde el embrión, para asegurar el crecimiento del embrión o feto, de las membranas fetales y del útero grávido, así como también el desarrollo de la glándula mamaria (Bauman y Currie, 1980).

La gestación impone un costo sustancial para los animales, ya que las necesidades totales de nutrientes al final de la gestación son aproximadamente un 75% mayores que en vacas no preñadas y de un mismo peso (Bauman y Currie, 1980). La curva de crecimiento para el feto bovino pone de manifiesto que la mayor parte de la acumulación de masa fetal se produce cuando las vacas están en los últimos meses de gestación. Es por esto que los requerimientos de gestación sólo tienen en cuenta el último tercio de la misma, que es cuando el feto se desarrolla prácticamente en un 85%.

El requerimiento energético de la gestación, al igual que el de cualquier otra producción como la lactancia o la ganancia de peso, depende de dos factores: a) la energía retenida en el producto, y b) la eficiencia con que el animal utiliza la energía metabolizable del alimento para esa producción.

En gestación, el producto que retiene energía es el útero grávido (feto + tejidos maternos asociados a la gestación); prácticamente el 80% de la energía y proteínas del útero grávido están retenidos en el feto. La energía retenida en la preñez es en función del peso del ternero al parto, el cual depende tanto de factores genéticos como de la nutrición de la vaca durante la gestación (Montaño-Bermúdez et al., 1990). Con respecto a la utilización de la energía metabolizable, la gestación es un proceso fisiológico de muy baja eficiencia, como lo muestra el Cuadro I. Es la más baja de todas (rango 10 - 25% según forma de estimación) y por lo general no se relaciona con la concentración energética del alimento (NRC, 2000).

Se sabe que la preñez está acompañada por un intenso incremento calórico, pero no está claro si este se debe exclusivamente al metabolismo fetal o si también es debido a un aumento en el costo de mantenimiento de la vaca, porque es prácticamente imposible aislar el calor que proviene de una u otra fuente. Por ejemplo, en la vaca hay un incremento del tamaño de órganos no reproductores como el tracto digestivo, incluyendo el hígado, a lo cual habría que adicionarle lo concerniente a los tejidos involucrados en la concepción. Esto significa que en gestación la vaca tiene incrementado su costo de mantenimiento (Bell, 1995).

Cuadro I. Eficiencia en el uso de la energía de diferentes procesos fisiológicos. Adaptado de NRC (2000) y McDonald et al. (2002).

Proceso	Eficiencia medias
Movilización de reservas corporales	80%
Mantenimiento	60-70% (*)
Recuperación de reservas corporales	95% de la de mantenimiento
Lactancia	62-66% (*)
Ganancia de peso	35-50% (*)
Gestación	13%

(*) Varían con la digestibilidad del alimento

Durante la última etapa de la gestación, la tasa metabólica del feto, representada como el peso específico del consumo de oxígeno, es aproximadamente el doble que el de la madre (Reynolds et al., 1986). La mayor parte del carbono y nitrógeno necesario para el crecimiento fetal y el metabolismo es proporcionado por la glucosa (directamente a través de la unión feto placentaria), lactato y aminoácidos (Bell, 1995).

La medición directa de la oxidación de la glucosa por el feto y del lactato indica que en las ovejas bien alimentadas estos sustratos no representan más de un 50 a un 60% de la respiración fetal (Hay et al., 1983). El transporte de ácidos grasos de cadena corta y larga y las cetonas por la placenta es limitado en rumiantes (Bell, 1993). La captación fetal de acetato materno fue estimada en 10 al 15% del combustible respiratorio fetal en vacas en preñez tardía (Comline y Silver, 1976). El restante 30 a 40% de sustrato para la oxidación parece ser aminoácidos, que, sobre la base de las mediciones de producción de urea fetal son ampliamente catabolizados por fetos bien nutridos (Faichney y White, 1987). Esto parece ser una situación de metabolismo inusual en un organismo en rápido crecimiento. Sin embargo, es consistente con las observaciones que la deposición de proteínas fetales, como máximo, es el 50% de la absorción neta del feto de aminoácidos en el ganado ovino (Lemons et al., 1976; Meier et al., 1981) y bovino (Reynolds et al., 1986; Ferrell, 1991). Se sugiere que sólo el 32% de nitrógeno de los aminoácidos tomado por el feto en la gestación tardía es depositado en el tejido como proteína. Esto significa que los requerimientos fetales para el metabolismo de los aminoácidos son aproximadamente tres veces mayores a las necesidades netas para el crecimiento fetal. En contraste, los requerimientos de nutrientes para la deposición de grasa fetal en los rumiantes es relativamente insignificante (Bell, 1995). Esto concuerda con el bajo contenido de grasa corporal (< 30 g/kg), de terneros recién nacidos (Ellenberger et al., 1950).

El transporte de glucosa en la placenta se produce por difusión facilitada (Stacey et al., 1978), que depende de la concentración del gradiente de glucosa del plasma materno-fetal y es por tanto sensible a los cambios en la glicemia materna. Ovejas y vacas privadas de energía, presumiblemente son susceptibles a la hipoglucemia durante la última etapa de la preñez (Bergman, 1973), lo que conduce a la reducción de absorción de glucosa del útero y del feto (Hay et al., 1984; Leury et al., 1990). En la mayoría de los casos, cuando existe un déficit disponible de glucosa para la oxidación, se produce

un aumento del catabolismo de aminoácidos, a expensas de la síntesis de proteínas y la deposición en los tejidos fetales. El resultado es una reducción del crecimiento fetal asociado con aumento de la síntesis y excreción de urea de la placenta (Lemons y Schreiner, 1983).

Las demandas de energía y nitrógeno al final de la preñez aumentan de 30 a 50% lo que se cumple en parte por una mayor ingesta voluntaria y en parte por una serie de adaptaciones metabólicas maternas. Las adaptaciones metabólicas maternas para responder a los importantes requisitos de glucosa y aminoácidos del feto incluyen no sólo cambios en el metabolismo de carbohidratos y proteínas, sino también en el metabolismo lipídico. El feto, no puede beneficiarse directamente de los lípidos movilizados por su madre. Sin embargo, el aumento del metabolismo de la madre de estos sustratos sirve para reducir la utilización materna de la glucosa y, quizás, aminoácidos en función del uso por el feto. Los cambios adaptativos en el metabolismo de los nutrientes durante la gestación tardía deben ser considerados en relación con la nutrición materna (Bell, 1995).

Los niveles circulantes de AGNE y las cetonas tienden a ser elevadas durante la última etapa de la gestación, incluso en los animales alimentados cuidadosamente para cubrir la energía necesaria para el crecimiento del feto y los demás tejidos (Pettersen et al., 1994). Esta tendencia se hace más evidente cerca del término y es considerablemente exagerada si la ingesta de energía es restringida voluntaria o involuntariamente (Reid y Hinks, 1962; Radloff et al., 1966; Pettersen et al., 1994). La última etapa de la gestación se caracteriza por un aumento de la gluconeogénesis hepática, la utilización de glucosa se reduce en los tejidos periféricos, sin cambios o disminución de la utilización periférica de acetato, y moderado aumento de la movilización de AGNE del tejido adiposo, asociada con incrementos similares en la utilización periférica de AGNE y su metabolito hepático, beta-hydroxybutirato (Bell, 1995).

Los cambios específicos en el metabolismo de los aminoácidos no se han caracterizado, pero pueden incluir aumento de la síntesis de proteínas y reducción del catabolismo de aminoácidos en el hígado junto a una mayor predisposición a la proteólisis muscular. Todas estas adaptaciones metabólicas que existen, son consistentes con la promoción de la disponibilidad de glucosa y aminoácidos para el metabolismo del feto y creciente dependencia de los tejidos maternos en AGNE y cetonas para el metabolismo oxidativo (Bell, 1995).

4.2 ESTIMACIÓN DE LAS RESERVAS CORPORALES

La composición del cuerpo, especialmente la cantidad de reserva de energía, refleja el equilibrio de energía de un animal e impacta en su capacidad de reproducirse satisfactoriamente (Dunn y Kaltenbach, 1980). La comprensión de los efectos de la nutrición sobre el comportamiento reproductivo mejoraría si se pudieran obtener estimaciones precisas de los cambios en la composición corporal en el animal vivo (Bartle et al., 1983).

Existen distintos métodos para evaluar la dinámica de las reservas corporales de energía (Schröder y Stuafebiel, 2006) entre los que se encuentran las determinaciones de PV, CC, espesor de grasa subcutánea (EGS) por ultrasonografía, métodos que permiten estimar las cantidad de agua corporal a través de la dilución de algún compuesto como por ejemplo la urea (DU) y perfiles metabólicos. Cada uno de estos métodos ha dado resultados satisfactorios en condiciones particulares, pero cada uno sufre de desventajas distintas como el costo de operación y el tiempo, la exactitud y fiabilidad del método o la utilidad de la aplicación de esa técnica en condiciones reales (Kock y Preston, 1979).

4.2.1 Peso vivo

Tradicionalmente se ha usado el PV como forma de medir la magnitud de las reservas corporales ya que el total de energía, grasa y proteína animal depende principalmente del tamaño del ganado. Sin embargo, el PV está más afectado por el tamaño (por ej, diferencias de razas) que por las reservas corporales del animal (Grainger y McGowan, 1982). Adicionalmente, estimaciones de la composición del ganado vacuno en términos de porcentajes de agua, grasa o proteína y por lo tanto la energía contenida por kg de PV son menos dependientes del PV o del tamaño de los animales (Reid y Robb, 1971). La medición del PV en relación con el cambio del tejido del cuerpo tiene sus limitaciones ya que no permite una predicción precisa de la movilización o el almacenamiento de la energía (Boisclair et al., 1986; Moe et al., 1971). Se ha demostrado que el PV varía independientemente de la composición corporal de las vacas (Chigaru y Topps, 1981) y en ovejas (Cowan et al., 1979) lactantes.

Varios investigadores han demostrado que en la vaca adulta, el cambio de PV no es un indicador satisfactorio de los cambios en la composición corporal. Durante la gestación, el peso del feto y las estructuras asociadas pueden enmascarar el cambio de PV en la vaca (Degen y Young, 1980; Selk et al., 1988). Por otra parte, el PV incluye el contenido gastrointestinal y éste es influenciado por la cantidad de materia seca consumida (nivel de alimentación) y el tiempo desde la última alimentación. Benedicto y Ritzman (1927) llegaron a la conclusión en su estudio con novillos en ayuno que los cambios grandes en el llenado ruminal, impiden el uso del PV como una medida precisa de la cantidad de energía perdida en el tejido debido al ayuno (Moe et al., 1971). Vizcarra (1986) sugirió que por cada kg de materia seca ingerida, puede haber hasta 5 kg extra de contenido ruminal. Adicionalmente, existe la posibilidad de que una pequeña cantidad de grasa corporal al ser metabolizada se reemplace con agua de manera que no se observe ningún cambio en el PV (Moe et al., 1971).

Es así que se ha sugerido que la puntuación de la CC predice la composición corporal con mayor precisión que el PV (Wagner et al., 1988) y que la estimación de la grasa corporal mediante el uso de la CC (Wiltbank et al., 1962; Wagner et al., 1988) debería ser útil en la cuantificación del estado energético de las vacas de carne (Selk et al., 1988).

4.2.2 Condición corporal

La CC de un animal puede conceptuarse como la relación existente entre los componentes grasos y no grasos del organismo. Para la estimación de la CC en animales vivos se recurre habitualmente a métodos subjetivos tendientes a la detección de las reservas corporales presentes en el organismo bajo la forma de grasa y/o músculo, y de la que se desprende la asignación de una puntuación que tiene la ventaja frente al PV que nos permite estimar el estado nutricional de las vacas, sin estar afectado por el tamaño del animal, el peso de la carga fetal y el llenado del tracto digestivo.

La evaluación de la CC como indicadora del estado proteico, únicamente cobra sentido frente a vacas claramente enflaquecidas con evidente pérdida de masa muscular. Excluyendo estas vacas y considerando aquellas que exhiben una condición muscular normal, la evaluación de la CC es un procedimiento valorador de la cantidad de grasa almacenada bajo la piel, y a partir de ella, como una herramienta para determinar el estado de engrasamiento de los animales (Álvarez Nogal, 1999). Es así que, la CC de una vaca está asociada a la mayor o menor disponibilidad de reservas corporales mayoritariamente bajo la forma de tejido adiposo. La grasa corporal se acumula en depósitos grasos cuya denominación particular guarda relación con su localización anatómica. Se habla así de depósitos grasos anexos a la canal, que incluyen; la grasa intermuscular y la grasa subcutánea (también llamada externa o de cobertura) y de depósitos grasos abdominales o internos, que engloban la grasa perirrenal y retroperitoneal, la grasa mesentérica y la omental. En el transcurso del crecimiento postnatal del tejido adiposo, su capacidad para la acumulación lipídica varía entre depósitos, de forma que el progresivo engrasamiento de los animales se acompaña de una presencia incrementada de grasa subcutánea y abdominal en perjuicio de la grasa intermuscular (Robelin, 1986), ocurre además que el crecimiento relativo de la grasa externa es más rápido que el de toda la grasa corporal en conjunto, confirmando la determinación del estado de engrasamiento de los animales a través de la estimación subjetiva de la grasa subcutánea como procedimiento razonablemente seguro (Robelin y Tulloh, 1992).

La CC está determinada por la evaluación visual o táctil de las reservas corporales en lugares definidos del cuerpo (Wildman et al., 1982). En este sentido, se acostumbra a operar sobre alguna/s de las siguientes regiones: región lumbar, región caudal, región pélvica y región del costillar. De los resultados del estudio de Butler-Hogg y Wood (1982) sobre el crecimiento relativo del tejido graso subcutáneo en diferentes zonas del cuerpo de las reses vacunas (Figura 1) se obtuvo que en estas cuatro regiones el ritmo de crecimiento se aproxima a la unidad, lo cual significa que en ellas la grasa subcutánea crece casi al mismo ritmo que en el cuerpo como conjunto, o dicho de otra forma, que la grasa depositada bajo la piel de esas cuatro zonas constituye un buen exponente del estado de engrasamiento general de los animales. La valoración de los depósitos de grasa subcutánea proporcionada por la inspección visual se basa en la observación de los contornos de las regiones seleccionadas desde diferentes ángulos y del grado de relleno de las fosas, huecos o depresiones presentes en ellas (Butler-Hogg y Wood, 1982).

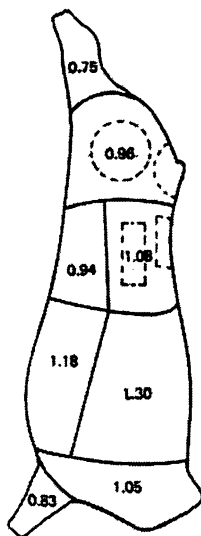


Figura 1: Ritmo de crecimiento (*b*) de la grasa subcutánea en cada una (*Y*) de ocho zonas distintas del cuerpo de las reses vacunas en relación a la grasa subcutánea total (*X*), según modelo de ecuación: $\log Y = \log a + b \log X$ (Butler-Hogg y Wood, 1982).

Adicionalmente, la exploración manual admite a su vez otras dos opciones, la palpación, que permite detectar la mayor o menor prominencia y la nitidez del perfil de las estructuras óseas en función de la cantidad existente de grasa subcutánea, responsable así mismo del grado de deslizamiento de la piel; y la prehensión de la piel, tanto más fácil y evidente cuanto mayor sea la entidad de los depósitos grasos subyacentes.

Diversos países desarrollados han incorporado este tipo de medidas para tomar decisiones de manejos de rodeos, existiendo varias escalas que se diferencian en el número de puntuaciones (del 0 o 1 al 5, del 1 al 8 o del 1 al 9), pero en todas ellas el valor mínimo identifica al animal más flaco y el valor máximo el animal más gordo.

El primer procedimiento evaluador de la CC en ganado vacuno fue desarrollado en el Reino Unido por Lowman et al., (1976) para vacas de carne. Lowman et al. (1976) establecieron una escala de puntuación de la CC de 0 a 5, según apreciación resultante a la palpación de las vértebras lumbares y de la grasa subcutánea detectada (al tacto) en torno a la base de la cola.

Autores interesados en la determinación de escalas de CC en vacas lecheras (Frood y Croxton, 1978; Wright y Russel, 1984; Jones y Garnsworthy, 1989) han aplicado el procedimiento evaluador de Lowman et al., (1976) para vacas de carne en ganado lechero. Si bien los métodos de exploración son válidos indistintamente para los dos tipos de animales, la extrapolación de escalas entre razas seleccionadas con diferentes criterios no parecería adecuada. En efecto, según han comprobado Wight y Russel (1984) existen importantes diferencias genéticas en cuanto a la distribución de grasa entre los diversos depósitos adiposos de las vacas, de modo que las razas lecheras dirigen mayor cantidad de grasa corporal hacia los depósitos internos en perjuicio de los subcutáneos, ocurriendo lo contrario en las vacas de razas cárnicas. Esto quiere decir que para una misma nota de CC las vacas lecheras presentan un grado de adiposidad

mayor. Dentro de las distintas razas carniceras existe también una fuerte variación en el lugar de depósito de la grasa corporal. Por ejemplo, en el *Bos taurus* y sus cruza se muestra una distribución más uniforme de la grasa en las costillas, mientras que el *Bos Indicus* puede tener muy poca grasa sobre las costillas pero si depósito de grasa sobre otras regiones no superficiales del cuerpo (Vizcarra, 1986).

El conocimiento de la CC de los animales no sólo nos indica su estado de engrasamiento, sino que nos permite su utilización como indicativo del estado nutritivo y del balance final entre los componentes energéticos aportados por la alimentación y los utilizados por los animales en función de sus necesidades, constituyendo un excelente criterio para determinar el posterior manejo alimenticio de los animales de las diferentes categorías y explotaciones tratadas (Álvarez Nogal, 1999).

En nuestro país, el estado nutricional del ganado de cría se describe mediante la adaptación de una escala desarrollada en Australia para el ganado lechero, que permite clasificar vacas Hereford de acuerdo a su estado corporal que presenta un rango de 1 (muy flaca) a 8 (muy gorda) unidades (Vizcarra et al., 1986). Las investigaciones indican que existe un fuerte vínculo entre la CC de una vaca y su comportamiento reproductivo como el porcentaje de preñez alcanzado durante la estación de cría (Vizcarra, 1989). Para lograr un buen comportamiento reproductivo, es necesario satisfacer los requerimientos energéticos de la vaca en épocas claves del ciclo reproductivo. Un buen desempeño reproductivo se relaciona con CC de 4 al parto (escala del 1 al 8, Vizcarra et al., 1986) en vacas multíparas (Orcasberro et al., 1992) y de 4,5 en primíparas (Vizcarra 1989, Soca et al., 1992). Por debajo de estas CC al parto, definidas como críticas, se encontraron marcadas reducciones en el porcentaje de preñez, explicadas por el largo anestro postparto que determina el no reinicio de la actividad cíclica y la ausencia de celos. El porcentaje de vacas vacías, el intervalo entre partos, y el vigor del ternero al nacimiento están íntimamente relacionados con la CC de las vacas, tanto al momento del parto como durante la época de reproducción. Todos estos factores juegan un papel importante en el manejo de la producción de carne vaca-ternero y ayuda a determinar el porcentaje de crías viables de cada año. Es por eso que la CC debería ser evaluada tres veces al año: en el destete, 60-90 días antes del parto, y al momento del parto (Vizcarra, 1986).

Cuando se enfrentan a fluctuaciones estacionales en cantidad y calidad de forraje, los rumiantes siguen un patrón cíclico de cambios en el PV y en la composición corporal y alternan períodos de balance energético positivo y negativo (Robinson et al., 1999). Los cambios en la CC a lo largo del año van acompañados de cambios a nivel metabólico. La contribución al pool metabólico del tejido corporal movilizado fluctúa según el estado fisiológico, la época del año y el balance de nitrógeno (Robinson et al., 1999). La ganancia o la pérdida de CC implican cambios en los contenidos de proteína y agua, así como de grasa, aunque ésta siga siendo el componente principal de movilización. La raza, la CC inicial, la tasa de cambio de la CC y el cambio del ciclo reproductivo animal afecta la composición y el valor energético de las ganancias o pérdidas de peso.

La restricción alimenticia durante las fases finales de la gestación puede resultar en bajos porcentajes de preñez inclusive cuando el consumo de energía es adecuado

durante el período posparto (Randel, 1990). Muchos autores sostienen que la nutrición preparto (representada por la CC al parto) tiene mayor influencia en aspectos reproductivos que la nutrición posparto. Sin embargo existe una interacción entre la CC al momento de la parición y el nivel de consumo de energía después del parto sobre el largo del anestro. Se sugiere que por encima de determinada CC al parto, el consumo de energía después del mismo pierde importancia (Short et al., 1990). En esa misma línea de razonamiento, Yildiz (1997) realizó un análisis de la información en la que se desprende que la duración del anestro posparto está correlacionada con la caída de CC en el posparto solo en aquellos animales que presentaron CC al parto por debajo de 2,5 unidades (escala 1 a 5) ($R^2 = 0,42$; $P < 0,05$). Varios trabajos demostraron que las reservas corporales al parto y el consumo de nutrientes son los factores más importantes en regular la ovulación en ganado de carne (Wetteman et al., 2003).

Soca et al. (2008) presentando información de carácter preliminar, reportaron que la mejora en la oferta de forraje durante primavera-verano produjo cambios en cantidad, altura y tasa de crecimiento del forraje y mejoró la CC al parto, CC inicio del entore y probabilidad de preñez. Las vacas cruzadas (F1; Hereford x Angus) mejoraron la CC durante todo el período analizado; sin embargo esto no se tradujo en mejor desempeño reproductivo.

4.2.3 Espesor de grasa subcutánea

Un método menos común para evaluar la reserva de grasa en los tejidos corporales es la medida del EGS por ultrasonografía, técnica cuantitativa que permite predecir la calidad de la canal (Schroder y Staufienbiel, 2006) en animales vivos en forma individual (Hamlin et al., 1995). La medida obtenida por esta técnica, es un valor agregado al sistema de CC ya que se trata de un método objetivo y preciso.

La ultrasonografía es una técnica cada vez más utilizada. Los equipos de ultrasonido consisten en una consola que contiene la unidad electrónica, controles y una pantalla en la que se visualiza la imagen y un transductor, que emite y recibe ondas de ultrasonido de alta frecuencia. Los transductores vienen con diferente rango de frecuencia 3,5, 5,0 y 7,5 MHz. La profundidad de penetración en el tejido de las ondas de ultrasonido y la resolución de la imagen está inversamente relacionada con la frecuencia del transductor. Por lo tanto, un transductor de 3,5 MHz tiene mayor penetración tisular y menor detalle de la imagen, mientras que un transductor de 7,5 MHz tiene menor penetración de tejidos y mayores detalles de la imagen. Cuando la onda de ultrasonido viaja por los tejidos va produciendo ecos que al regresar al cristal y al deformarlo crea una corriente eléctrica. La imagen es generada por las ondas de sonido que se reflejan en las diferentes densidades de los tejidos (Houghton y Turlington, 1992).

Schroder y Staufienbiel. (2006) examinaron toda la región posterior de la espina torácica a la cola y consideraron que el examen en la región sacra sería el sitio más adecuado para hacer la evaluación de grasa subcutánea. Esta región tiene la mayor cantidad de tejido adiposo y altas correlaciones ($r = 0,90$) entre el contenido de grasa corporal y espesor de grasa dorsal. Además, el sitio es fácil de localizar y la piel es de aproximadamente 5 a 6 mm de longitud. La fascia profunda se encuentra directamente

en el músculo glúteo y aparece como una línea blanca en la imagen de ultrasonido. La grasa dorsal se encuentra entre la piel y *fascia trunci* profunda. De manera similar, Domecq et al. (1995) examinaron la zona lumbar, el anca, y las áreas de la base de la cola en vacas Holando y determinaron que la mayor correlación ($r = 0,86$) se encontró entre los lados derecho e izquierdo del anca. Esta área se encuentra a medio camino entre la tuberosidad isquiática y la tuberosidad coxal, de 2 a 3 cm por encima del trocánter mayor del fémur, que coincide con el lugar del examen descrito por Schroder y Staufenbiel, (2006). Ni combinando el área lumbar y del anca, ni teniendo en cuenta los dos lados mejora la R^2 en cualquier modelo. Por lo tanto, Domecq et al. (1995) sugiere que solo un lado y una ubicación de la vaca necesita ser evaluado.

El EGS es el componente más importante de la característica de la canal sobre el rendimiento y el mejor indicador de la CC y del estado nutricional (Powell y Huffman, 1973). El ultrasonido proporciona un método no invasivo para estimar la acumulación de grasa y músculo. Es una forma rápida y fiable con una alta tecnología y grado de repetibilidad, y proporciona un método no destructivo de la medida de los componentes de la carcasa de animales vivos (Faulkner et al., 1990).

Cambios en la CC pueden ser detectados y evaluados apropiadamente (Schroder y Staufenbiel, 2006) ya que tiene una precisión de 1 mm que lleva a la detección de ligeros cambios del estado del animal que mediante la técnica de CC no se logran detectar (Ferguson et al., 1994). Además el EGS es fácil de aprender y se puede realizar rápidamente en el campo obteniéndose el valor exacto de la medición en unos segundos (Schroder y Staufenbiel, 2006).

Los resultados indican que el ultrasonido es lo suficientemente sensible para detectar cambios sutiles en el espesor de la grasa en el tiempo y puede ser utilizado para rastrear los cambios del espesor de grasa en los animales vivos. Resultados de Brethour (1992) muestran que la diferencia entre el espesor de grasa dorsal en el animal vivo y su canal puede ser $> 8\%$, posiblemente debido a que el tegumento comprime la grasa subcutánea en los animales vivos y cuando se extrae durante la faena, puede haber una expansión post-mortem de esta capa de grasa. Esto indicaría que las medidas de ultrasonido de la grasa dorsal en el animal vivo pueden ser más precisas que la grasa dorsal de la canal. Brethour (1992) determinó en su estudio una repetibilidad entre las mediciones de grasa dorsal por ultrasonido de 0,975 con una diferencia promedio entre la grasa dorsal por ultrasonido y la carcasa de 1,19 mm. Estudios han mostrado correlaciones entre las mediciones de ultrasonido y las medidas de la grasa dorsal de la canal ($r = 0,81$ a $0,86$) (Williams, 2002). Las correlaciones genéticas entre la grasa dorsal verdadera y la grasa dorsal por ultrasonido se han estimado en 0,57 y la heredabilidad de grasa dorsal por ultrasonido en 0,38 (Moser et al., 1997).

Carriquiry et al. (2009) en vacas lecheras multíparas tuvieron una correlación positiva del EGS con CC ($r = 0,56$, $P < 0,001$, $n = 746$) y con el PV ($r = 0,41$, $P < 0,001$, $n = 742$) a lo largo del pre y posparto.

McLaren et al. (1991) no detectaron variaciones sustanciales en la precisión de las estimaciones del EGS y sugirieron que uno de los componentes más importantes de error puede ser la variabilidad del operador, tanto en la captura como en la interpretación de las imágenes. Sin embargo, nada se ha publicado que describa las diferencias en las técnicas de los operadores.

La medición ultrasonográfica de la grasa subcutánea está altamente correlacionada con la CC en el ganado Holstein (Domecq et al., 1995). El uso de ultrasonido para estandarizar y medir objetivamente puntuaciones de CC en vacas lecheras en lactancia y en el ganado de carne puede mejorar la nutrición y la reproducción en la gestión de sistemas de producción.

4.2.4 Composición de las reservas corporales

La importancia de la composición tisular de los animales vivos está relacionada con su papel central en el estudio del metabolismo energético, la alimentación de proteínas, y fisiología de los minerales (Heymsfield et al., 1991).

Moulton (1923) describió las relaciones entre los componentes corporales (agua, lípidos, proteína y cenizas) y demostró que el agua y el contenido en proteínas de los animales sin grasa corporal son constantes, después de que la madurez química (peso o tamaño estructural) se alcanza. Más tarde, Reid et al. (1968) calcularon la composición corporal en vacas dando: $72,91 \pm 2,01\%$ de agua, $21,64 \pm 1,53\%$ de proteína, y $5,34 \pm 0,95\%$ de cenizas sobre una base libre de grasa. En general, la deposición de grasa aumenta a medida que el animal llega a la madurez. Maynard et al. (1979) informaron del aumento de grasa en la composición de bovinos a medida que van creciendo: 3% en terneros recién nacido, 10% en terneros gordos, y 41% en novillos gordos.

Los investigadores han estudiado muchos tipos diferentes de técnicas de determinación de la composición de las canales. Algunas de estas técnicas incluyen: composición química (Moulton, 1923; Hankins y Howe, 1946; Hopper, 1944; Reid et al., 1968), gravedad específica (Garrett y Hinman, 1969; Preston et al., 1974), determinación del tamaño de adipocitos (Waltner et al., 1994) y procedimientos de dilución con antipirina o sus derivados (Wellington et al., 1956; Reid et al., 1963), óxido de deuterio (Byers, 1979), tiosulfato de sodio (Dalton, 1964; Ross et al., 1992), tiocianato de sodio (Ashworth et al., 1943; Hix et al., 1959; Wrenn et al., 1962; Carlson et al., 1979; Gad Preston, 1990), agua tritiada (Aschbacher et al., 1965; Carnegie y Tulloh, 1968; Preston, 1968; Meissner, 1976; Meissner et al., 1980), y urea (Preston y Kock, 1973; Kock y Preston, 1979; Hammond et al., 1984; Rule et al., 1986; Bartle et al., 1987). Otros procedimientos incluyen la tomografía computarizada, rayos X (Groeneveld et al., 1984), resonancia magnética (Mitchell et al., 1991) y calorimetría de la respiración (Moe et al., 1972).

Los estudios de la composición química de la canal requiere del sacrificio del animal de experimentación y esto ha determinado que otras técnicas de determinación de la composición de las canales sean evaluadas. Sin embargo, este procedimiento requiere

enormes cantidades de tiempo, trabajo y dinero para llevarse a cabo. El análisis más completo sería la utilización de la disección de los tejidos, seguida del análisis químico de los tejidos derivados (Miller et al., 1988). La composición química fue la primer técnica utilizada para estimar el porcentaje de agua, proteína, grasa y cenizas del cuerpo animal y ha sido una técnica ampliamente aceptada y utilizada (Moulton, 1923; Hankins y Howe, 1946; Hopper, 1944; Reid et al., 1968). Hopper (1944) encontró que los coeficientes de correlación para la relación entre el extracto etéreo en todo el cuerpo y la porción entre la 9, 10 y 11 costilla variaron entre 0,987 a 0,989. Hankins y Howe (1946) desarrollaron ecuaciones para predecir la composición de la carcasa en la sección de la 9, 10 y 11 costilla. En estudios posteriores de Hankins y Howe (1946), se determinó que las ecuaciones deben ser modificadas para determinados tipos de razas.

El procedimiento de la gravedad específica implica sumergir la canal bajo el agua y luego tomar un peso de la canal. El desplazamiento de agua o cuánto pesa la carcasa del animal bajo el agua, se utiliza para calcular el porcentaje de grasa del cuerpo. Cuanto más flaca es la canal, más pesado será en el agua. Por el contrario, una canal con mayor cantidad de grasa pesará menos porque la misma hará que la carcasa flote en el agua. Garrett y Hinman (1969) determinaron que la densidad de la canal presentaba correlaciones de -0,96, 0,93, 0,92 y -0,95 con las concentraciones de los constituyentes químicos del cuerpo vacío de grasa, agua, nitrógeno y energía, respectivamente. Sin embargo, se encontraron que estas correlaciones no eran válidas para los animales, con menos de 12% de grasa. El trabajo de Preston et al. (1974) también es compatible con el de Garrett y Hinman, (1969) con correlaciones positivas de 0,96, 0,94, y 0,89 entre la gravedad específica y el contenido de grasa, agua y proteínas, respectivamente.

Otra técnica para evaluar los cambios en la cantidad de la grasa corporal es la medición del diámetro de los adipocitos. En rumiantes adultos, un aumento o la disminución de la masa de tejido adiposo se debe principalmente a cambios en el promedio del tamaño de la célula y no el número de éstas (Waltner et al., 1994). La medición de las células grasas es menos invasiva que los métodos de dilución y menos costosos de realizar. También elimina el problema de la variabilidad en el flujo de agua, ya que el componente tejido adiposo se determina directamente.

Dentro de los métodos no destructivos que se han desarrollado se requiere el uso de nuevos avances tecnológicos tales como los rayos X, tomografía computarizada, resonancia magnética nuclear (RMN) y técnica de calorimetría de la respiración. El principal inconveniente de estos procedimientos, es que todos requieren el uso de equipo especializado, que es costoso y no es de fácil disponibilidad y adaptabilidad para el uso en el campo. La calorimetría de la respiración es considerada el enfoque mejor utilizado para determinar el metabolismo energético, pero requiere el uso de cámaras de respiración (Moe et al., 1972), lo que hace que este método sea inadecuado para su uso fuera del laboratorio.

Las técnicas de dilución para la estimación del agua corporal implican la infusión en la sangre de los animales a estudiar, de una cantidad conocida de un marcador químico, lo que permite la determinación in vivo del tamaño del pool de ese producto químico en el tejido corporal. Se pueden usar como marcadores el óxido de deuterio, agua tritiada,

urea, o antipirina. La estimación del contenido de agua corporal puede ser utilizado para predecir la grasa corporal y las proteínas; por lo tanto, la cantidad de reservas de energía (Panaretto y Till, 1963). Los productos químicos que han sido estudiados para su uso en procedimientos de dilución son los siguientes: antipirina o sus derivados (Wellington et al., 1956; Reid et al., 1963), óxido de deuterio (Byers, 1979), tiosulfato de sodio (Dalton, 1964; Ross et al., 1992), tiocianato de sodio (Ashworth et al., 1943; Hix et al., 1959; Wrenn et al., 1962; Carlson et al., 1979; Gad Preston, 1990), agua tritiada (Aschbacher et al., 1965; Carnegie y Tulloh, 1968; Preston, 1968; Meissner, 1976; Meissner et al., 1980), y urea (Preston y Kock, 1973; Kock y Preston, 1979; Hammond et al., 1984; Rule et al., 1986; Bartle et al., 1987).

El método de dilución se basa en dos conceptos (Robelin, 1984). El primero es que la composición química del cuerpo del animal se refiere a su contenido de agua, lo cual fue demostrado por (Moulton, 1923). La composición magra de masa corporal es relativamente constante a fin de que la determinación del contenido de agua del cuerpo permite la estimación de grasa, proteína y cenizas (Hammond et al., 1984; Reid et al., 1955). El segundo concepto es que el cuerpo de agua se puede medir utilizando un marcador químico, tales como los enumerados anteriormente. Además, para que el método de dilución sea válido, el marcador debe poseer cinco características químicas esenciales. Soberman et al. (1949) afirmaron que la sustancia ideal debe tener las siguientes características: (1) una rápida distribución a lo largo de todos los fluidos del cuerpo, (2) debe ser no tóxico para el animal, (3) no debe ser selectiva o almacenada en el cuerpo y debe tener una lenta tasa de excreción, (4) no debería ser una sustancia extraña al cuerpo, y (5) los métodos analíticos deben ser rápidos y precisos.

De la anterior lista de sustancias de marcadores, tres productos químicos; el óxido de deuterio, el agua triitiada, y la urea han mostrado ser los más prometedores para su uso en la composición corporal para la investigación científica. Aunque los tres productos químicos poseen los rasgos necesarios según lo declarado por Soberman et al. (1949), la urea es el más práctico (Topel y Kauffman, 1988) ya que no es radiactivo, no requiere equipo especial de prueba, es barato, sólo dos muestras de sangre son necesarias, y el intervalo de tiempo entre las muestras es breve. Dado que la urea es de bajo costo y los requisitos técnicos para la medición de la urea plasmática son mínimos, la técnica de dilución de urea (TDU) podría ser aplicable en la investigación y la industria donde la medición de la composición corporal durante el crecimiento es necesaria (Rule, 1986). San Pietro y Rittenberg (1953) llegaron a la conclusión de que la urea parece atravesar las membranas de todos los mamíferos con poca resistencia. Definen el espacio de urea (EU) como el volumen de líquido necesario para que la solución total de urea se encuentre en el cuerpo a una concentración igual que la determinada en sangre. Bennett et al. (1982) expresaron EU mediante la siguiente ecuación: $EU (\%) = ([\text{solución infundida en ml} \times \text{urea (mg N/100 ml)}] / [\text{PV (kg)} \times 1000 \text{ ml/kg} \times \text{variación en la concentración de urea pre y post infusión}]) \times 100$. Partiendo del supuesto que el EU está relacionado con el cuerpo vacío de agua, las mediciones del EU pueden utilizarse como predictores para la estimación de la composición corporal en el ganado (Kock y Preston, 1979). De esta manera, el cuerpo de agua se espera que muestre una fuerte relación positiva con el tejido magro y una relación inversa con la de la grasa corporal (Preston et al., 1968; Jones et al., 1982).

Preston y Kock (1973) fueron los primeros en investigar la TDU como posible técnica para la estimación de la composición de la canal del ganado. En un principio se tomaron muestras de sangre a los 9, 12 y 15 min después de la infusión y se llegó a la conclusión de que la segunda muestra de sangre debe tomarse entre 12 y 15 min después de la infusión. Los investigadores también descubrieron que las correlaciones eran más altas para EU expresado como porcentaje del PV vacío que para los EU, expresada en porcentaje de PV. Posteriormente, Kock y Preston (1979) encontraron que la obtención de la segunda muestra de sangre a los 12 min después de la infusión presentaba los mayores coeficientes de correlación entre la TDU, la composición en los tejidos blandos de la costilla y la gravedad específica de la canal.

Bennett et al. (1982) evaluó el uso del ultrasonido y la medición EU para estimar la composición de la carcasa en novillos. Las correlaciones entre las medidas de la canal, porcentaje de extracto etéreo de la canal, porcentaje de cortes valiosos, y el EU a los 12 min o 15 min variaron entre 0,61 a 0,75.

Hammond et al. (1984, 1988) utilizaron 68 novillos cruzas y 50 novillos Angus para estimar la composición corporal por medio de la TDU y del análisis químico. Los investigadores encontraron correlaciones entre el peso del cuerpo vacío de agua y el EU de 0,73 a 0,96, 0,88 a 0,94 y 0,84 a 0,96 para las razas mixtas, Angus y los datos agrupados, respectivamente. Asimismo, utilizando el mismo set de datos se han generado ecuaciones de predicción para el cuerpo vacío de grasa corporal y el cuerpo vacío de proteínas con bajo nivel de errores de la estimación y alto coeficientes de determinación (Hammond et al. 1988). Rule et al. (1986) validaron la TDU, comparando el análisis químico y valores del EU derivados de novillos de 6, 12 y 18 meses de edad. Sus ecuaciones de regresión múltiple presentaron un alto coeficiente de determinación (0,84 a 0,89) y bajos errores estándar de la estimación (0,96 a 3,94%). Este trabajo indicaría que la TDU tiene un potencial para su uso en la predicción de la composición corporal de carne vacuna.

Diversos trabajos (Agnew et al., 2005; Bartle et al., 1983) indican que la precisión global de predicción de los componentes y la estabilización de variación se mejoraron cuando se incluye el PV en los modelos de regresión. Esto podría asociarse a que los cambios en la composición corporal ocurren simultáneamente con el crecimiento. La inclusión del PV en las ecuaciones de regresión disminuye los efectos de la edad de los animales en la composición corporal.

Bartle et al. (1987) evaluaron la TDU en el ganado bovino de diferentes tipos de razas y ambos sexos. En este experimento, los investigadores utilizaron Angus, cruzas con Hereford y Chianina para ver si hubo diferencia entre sexo o raza. Su conclusión fue que el sexo no afecta el EU, mientras que los valores en el tipo de raza fueron significativos, pero el coeficiente de determinación parcial fue sólo 0,03.

Bartle et al. (1983) estudiaron la TDU como un estimador de la composición corporal en vacas de carne y vacas lecheras maduras vacías. El porcentaje EU se calculo utilizando el PV o el PV vacío. El EU se comparó con la grasa estimada de la canal a partir de la gravedad específica de la canal y de la composición química de la sección entre 9, 10, 11 costilla. El coeficiente de determinación para la estimación del porcentaje de grasa calculado a partir de la gravedad específica de la canal y el EU fue de 0,50 o 0,64 para

vacas de leche y carne, respectivamente. Los resultados indicaron que la TDU puede ser un estimador útil de la composición corporal entre los grupos de vacas adultas durante cambios en el estado nutricional o fisiológico.

Agnew et al. (2005) estudiaron el potencial de la TDU, junto con medidas en los animales vivos para predecir los componentes del cuerpo en 104 vacas Holstein Friesian lactantes. El uso de la TDU tiene el potencial para estimar la composición corporal de vacas a pastoreo. El volumen del EU a los 12 min estaba relacionado con el peso del cuerpo vacío, cuerpo vacío de agua, proteínas, lípidos, cenizas, y el contenido de energía. Las ecuaciones de regresión utilizadas para la predicción del peso del cuerpo vacío y los componentes del cuerpo vacío utilizando el volumen del EU 12 min y el PV como predictores mejora los valores de R^2 siendo 0,83, 0,88 y 0,63 para el cuerpo vacío de agua, proteínas y cenizas, respectivamente. La predicción exacta de la composición corporal, especialmente el tejido magro, en un animal es un factor clave para garantizar la cuantificación exacta de necesidades de nutrientes en la dieta para el mantenimiento. Los resultados de Agnew, (2005) demuestran que el uso de la TDU como una variable de apoyo al PV puede proporcionar una predicción exacta del tejido magro en vacas lecheras en producción.

Reid et al. (1955) describieron la constancia en el porcentaje de grasa corporal en el ganado en crecimiento. La materia grasa contiene agua, proteínas y cenizas, y estas proporciones se mantienen relativamente constantes. Sin embargo, en el estudio de Andrew et al., (1995), la relación de proteína corporal en el PV vacío fue mayor para las vacas en lactancia temprana y menor para las vacas en lactancia tardía. Mientras tanto, el porcentaje de agua y cenizas corporales no variaron a lo largo de la lactancia. Esta proporción variable de agua y proteínas puede reflejar un aumento en el volumen de agua durante la lactancia o una disminución del contenido de proteína en este momento.

De manera similar, en un estudio con ovejas, Cowan et al. (1979), obtuvieron una relación entre el agua y la proteína corporal mayor a los 41 días que a los 112 días de lactancia. Esta variación en la relación del peso del cuerpo vacío de agua y el peso del cuerpo vacío de proteína a través del ciclo de la lactancia, debe ser tomada en cuenta cuando se utiliza para predecir la CC con técnicas de dilución. Dunsbea et al. (1990) informaron que entre los días 10 y 38 de la lactancia, en cabras lecheras considerando como si estuvieran en BEN, existe movilización de la grasa corporal obtenida según lo determinado por la dilución de agua tritiada, en contraposición a un PV constante. Estos resultados apoyan la premisa de que los cambios de peso corporal no son indicativos de los cambios en el estado energético de la vaca durante el ciclo de la lactancia.

En el trabajo realizado por Martin y Ehle (1986) se estudió la composición corporal mediante la técnica de óxido de deuterio en vacas Holstein en diferentes estados fisiológicos. Asimismo, las vacas en la primera lactancia presentan menor cantidad de peso de cuerpo vacío, proteínas y agua corporal en comparación con la segunda o más lactancias, esto está explicado por el crecimiento de las vacas en el momento de su primera lactancia (NRC, 1978). Estudiando la composición entre el parto y el posparto, se obtuvo una disminución de los componentes corporales. Una causa probable de este resultado fue la presencia del feto, la placenta y los líquidos asociados

a la gestación en las diferentes etapas estudiadas. A su vez, vacas en el parto tienen mayor cantidad de grasa corporal en el peso del cuerpo vacío que vacas en cualquier momento del posparto. Las vacas perdieron en promedio 34,2 kg de grasa desde el parto al primer mes posparto, esto está asociado a la producción de leche ya que las reservas de grasa por parte de la vaca son utilizadas para esta función. No estando relacionada esta pérdida al nacimiento del ternero ya que este presenta un bajo porcentaje de grasa (2,8% del PV, Ellenberger et al., 1950).

Observaciones semejantes fueron obtenidas por Chilliard et al. (1984) para vacas de leche multíparas en diferentes momentos de la lactación con la técnica que utiliza el deuterio para estimar composición corporal. Los datos obtenidos, reflejan una pérdida de lípidos corporales de 17 kg de la semana 1 a 8 de la lactación en vacas alimentadas *ad libitum* y con bajo potencial de producción de grasa. Datos semejantes fueron obtenidos en el trabajo realizado por Vérité y Chilliard (1990) donde vacas primíparas y multíparas alimentadas *ad libitum* presentaron una pérdida de 24 y 33 kg de grasa corporal de la semana 1 a la 12 de la lactación respectivamente. Estudios realizados por Belyea et al. (1978) reportaron una disminución de 48 kg de lípidos corporales desde la semana -1 y 2 de lactación en vacas alimentadas *ad libitum*, y una disminución de más de 9 kg a partir de la semana 2 hasta la 8.

Chilliard et al. (1991), también estudiaron el comportamiento de vacas Holstein durante las primeras 7 semanas de lactación, frente a la administración de diferentes niveles de concentrados (alto y bajo), obteniendo datos de pérdida de 25 y 35 kg de lípidos corporales y 3,3 y 0,5 kg de proteínas corporales. El principal efecto del alto nivel de concentrado durante la lactación temprana fue la disminución significativa del balance proteico. Debido a la administración del concentrado, tuvieron menor contenido de proteínas corporales y el consumo voluntario de ensilaje se redujo más de lo esperado. Esto puede explicar la significativa disminución del agua corporal y las proteínas en este grupo, y por lo tanto, mayor pérdida significativa de PV. A las 8 a 20 semanas de lactancia, las vacas recuperan proteínas corporales perdidas durante los primeros meses de la lactancia (Chilliard et al., 1991). Sin embargo, continúan perdiendo lípidos corporales (de 4 a 13 kg) (Belyea et al., 1978, Martin y Ehle, 1986). Chilliard et al. (1991) comprobó que cambios en componentes proteicos no van acompañados paralelamente con los cambios en los componentes lipídicos.

La energía necesaria para el mantenimiento puede ser influenciada por las cantidades relativas de proteína y tejido graso de los animales y por el sitio de deposición de los lípidos (Goodrich et al., 1985). Esto refleja las diferencias en la eficiencia energética de la deposición de tejido graso y proteínas y las diferencias en la actividad relativa metabólica de estos tejidos. Las necesidades de mantenimiento se correlacionan positivamente con la cantidad de proteínas corporales (Ferrell y Jenkins, 1985). Vacas adultas de diferentes razas difieren en la composición corporal, por lo tanto, en la tasa y movilización de los tejidos del cuerpo (Goodrich et al., 1985). Como resultado, tienen diferentes requerimientos de energía para su mantenimiento. Además de esto, en vacas de carne maduras también influyen los cambios ambientales (Byers et al., 1985).

En el trabajo de Laurenz et al. (1992), donde se comparó la composición corporal en vacas vacías y no lactantes de razas Continentales grandes, como Simmental, y

Británicas chicas, como Angus, se observó que las Continentales presentaron mayores ($P < 0,05$) pesos del cuerpo vacío y proteína corporal (79,4 vs 55,8 kg, respectivamente) y menores pesos ($P < 0,05$) en componentes lipídicos (85,3 vs 93,9 kg, respectivamente) que razas Británicas. A su vez, estudiaron el comportamiento de estas dos razas en las diferentes estaciones del año, obteniendo que en el verano las dos movilizan proteínas corporales en el peso del cuerpo vacío y a su vez ganaron grasa corporal en el peso del cuerpo vacío. Ambas tendían a obtener, en invierno y primavera las proteínas corporales en el peso del cuerpo vacío. De tal manera, las necesidades de nutrientes pueden diferir con la temporada debido a los cambios en la composición corporal y la movilización de tejidos.

4.2.5 Perfiles metabólicos y reservas corporales

El balance de energía se puede cuantificar a través del uso de perfiles metabólicos mediante las concentraciones de AGNE en sangre, los que están correlacionados negativamente con el balance de energía (Kunz et al., 1985; Reist et al., 2002). Una de las ventajas de estos es que proporcionan el estado real de los animales, en cambio, PV, CC y EGS, tal vez no reflejan la dieta actual y el estado del lote.

Al final de la gestación y comienzo de la lactancia se genera un aumento en los requerimientos de energía y nutrientes para soportar la súbita demanda ocasionada por la creciente producción de leche. Los requerimientos ocasionados en este período, generalmente no son cubiertos por la dieta (De Luca, 2008), ya que el consumo voluntario de alimento se ve reducido en un 30% a 35% durante las últimas 3 semanas preparto (Grummer, 1995). Esto da comienzo a una importante movilización de reservas corporales (De Luca, 2008), que produce un aumento de AGNE en plasma durante los 10 días previos al parto, registrándose la mayor concentración el día del parto para luego disminuir rápidamente (Grummer, 1995). Esto induce un gran flujo de AGNE al hígado que no pueden ser completamente metabolizado y afectan el normal funcionamiento hepático, lo que aumenta las posibilidades de cetosis clínica o subclínica (Grigera y Bargo, 2005).

Se ha sugerido que la ingestión de materia seca no es el único factor que influye en la movilización de grasas preparto. Previo al parto, las concentraciones de hormonas cambian para promover la gluconeogénesis y la movilización del tejido adiposo para proporcionar suficiente energía para el feto y el desarrollo de la glándula mamaria. Los aumentos de las hormonas placentarias lipolíticas antes del parto pueden contribuir al aumento en el plasma de las concentraciones de AGNE antes de la depresión del consumo de materia seca (Vazquez - Añón et al., 1994).

El aumento agudo de AGNE en el plasma al momento del parto puede ser la consecuencia de dos factores: 1) disminución del consumo de materia seca en el día del parto y/o 2) aumento de los niveles de hormonas lipolíticas, debido al parto. El aumento gradual de los AGNE del plasma durante la última semana antes del parto no dio lugar a elevados niveles de triglicéridos hepáticos, el aumento agudo de AGNE al momento del parto se corresponde con el inicio de la infiltración hepática de triglicéridos (Vazquez - Añón et al., 1994).

Meikle et al. (2004) investigaron sobre el efecto de la paridad (primíparas vs múltiparas) y la CC al parto en los perfiles metabólicos y endocrinos desde 1 mes antes a 2 meses después del parto en vacas Holando consumiendo pasturas mejoradas y demostraron que las concentraciones de AGNE comenzaron a aumentar antes del parto y llegaron a las concentraciones máximas entre el día 14 y 20 en vacas primíparas y múltiparas, respectivamente, disminuyendo posteriormente. El aumento observado en las concentraciones de AGNE fue mayor para vacas primíparas y los niveles se mantuvieron altos durante un período más largo.

Gestido et al. (2008), estudiaron la evolución de la CC en el pre y postparto y su relación con los niveles de metabolitos en sangre en vacas primíparas Hereford pastoreando campo natural. Los AGNE evolucionaron de manera inversa a la CC, se detectaron elevados niveles de AGNE que se asociaron con BEN y pérdidas de CC detectándose un desfase de 15 días entre los cambios metabólicos internos y los registrados a través de la CC.

Asimismo, Astessiano et al. (2010) encontraron en vacas primíparas Hereford y Angus clasificadas por CC, cambios temporales en los parámetros metabólicos durante el periparto en condiciones de pastoreo y observaron que las concentraciones de AGNE en sangre reflejaron el BEN durante el parto de las vacas a pastoreo en campo natural en invierno y que fueron más elevadas al parto en vacas con $CC \geq 3,75$.

Hipótesis

La cantidad, composición y evolución de las reservas corporales movilizadas durante la segunda mitad de gestación en el invierno en vacas de cría, afectan la respuesta productiva y reproductiva durante el postparto. La adaptación a la subnutrición invernal es diferente en animales puros y cruza en distintas ofertas de forraje. Vacas cruzas y pastoreando alta oferta de forraje tendrán terneros con mejores pesos al nacer y menores largos de anestro posparto.

Objetivos

El objetivo del trabajo fue evaluar en vacas de cría preñadas de distinto grupo genético, el efecto de la oferta de forraje del campo natural a lo largo del año sobre:

- la cantidad de reservas movilizadas durante los dos últimos tercios de gestación en el invierno.

- la composición (grasa y proteína) de las reservas movilizadas durante los dos últimos tercios de gestación en el invierno.

- la relación entre la cantidad y composición de las reservas movilizadas durante los dos últimos tercios de gestación y el peso al nacer de los terneros y largo de anestro posparto.

El efecto de la oferta de forraje

en la cantidad de reservas

moviliza

durante los dos últimos de

gestación

5. MATERIALES Y MÉTODOS

5.1 ANIMALES, DISEÑO EXPERIMENTAL Y TRATAMIENTOS

El experimento se llevó a cabo en la Estación Experimental Bernardo Rosengurtt (EEBR) de la Facultad de Agronomía, ubicada en el km 408 de la Ruta 26 (Departamento de Cerro Largo, 32°35' Latitud S y 54°15' Longitud W). Se utilizaron (n = 32) vacas de cría multíparas preñadas, puras (Hereford y Aberdeen Angus mitad de cada una) y sus cruizas respectivas, pertenecientes al rodeo de la EEBR. Este rodeo proviene de un estudio a largo plazo de 3 años que comenzó en mayo de 2007 (Soca et al., 2008); siendo continuado por el presente experimento que abarcó desde mayo a octubre de 2009. Las vacas fueron manejadas durante todo el año sobre campo natural, según el tipo genético y diferentes ofertas de forraje a lo largo del año. El experimento tuvo un diseño de bloques completos al azar con un arreglo factorial de *tipo genético* (Aberdeen Angus y Hereford puros; y sus respectivas cruizas; F₁) y *ofertas de forraje* a lo largo del año (baja y alta, promedio de 6 vs 10 kg MS/100 kg PV / d respectivamente, Cuadro II, III, IV).

Cuadro II. Distribución de la oferta de forraje (kg MS/100 kg PV/d) a lo largo del año.

Oferta de forraje	Otoño	Invierno	Primavera	Verano
Alta oferta (AO)	12,5	7,5	10	10
Baja oferta (BO)	7,5	7,5	5	5

Cuadro III. Disponibilidad y altura del forraje ofrecido.

Fechas	Altura (cm)		Disponibilidad (kgMS/ha)	
	AO	BO	AO	BO
jun-09	3,61	1,91	809	414
jul-09	3,58	2,28	896	564
sep-09	3,33	2,02	1340	1089

Cada factor presenta dos niveles por lo que tendremos 4 tratamientos representados en el cuadro IV. Los bloques fueron identificados por tipo de suelo, los cuales llevaron asociados una vegetación específica, siendo la superficie total del bloque 1 (Unidad de suelos Zapallar) de 60 hectáreas y la del bloque 2 (Unidad Fraile Muerto) de 35 hectáreas. La oferta de forraje se ajustó mensualmente, luego de la medición de la cantidad de forraje disponible en cada una de las parcelas, mediante el uso de animales volantes manteniendo 10 y 6 animales fijos en el bloque 1 y 2, respectivamente.

Cuadro IV. Esquema de los 4 tratamientos (factorial 2 x 2) evaluados.

Grupo genético	Puras (H / A) Cruzas (AH / HA)	Oferta de forraje	
		Alta PUAO CRAO	Baja PUBO CRBO

Luego del diagnóstico de gestación en el mes de abril, se seleccionaron 20 vacas preñadas del bloque 1 y 12 del bloque 2 ($n = 8$ por tratamiento) de acuerdo a su fecha de parto y teniendo representantes de las razas puras (AH y HA) en los dos bloques. La fecha promedio de partos fue el 13/11/2009 \pm 10 días.

5.2 DETERMINACIONES

A partir del mes de mayo (-172 ± 10 días previos al parto) a setiembre (-45 ± 10 días para el parto) a intervalos de 30 días hasta julio y de 15 días de agosto a setiembre; se registró PV previo encierro de 16 h, mediante la utilización de una balanza electrónica con una precisión de 1 kg, la CC por apreciación visual (escala de 1 a 8; Vizcarra et al., 1986) y el EGS por ultrasonido (Schroder y Staufenbiel, 2006) en la región del glúteo medio y del *longuissimus dorsi* utilizando un ecógrafo portátil Ambivision (Digital Notebook B mode. Manufacturer AMBISEA Tecnology Corp., Ltd., China, Modelo AV-3018V), con un transductor lineal y una frecuencia bimodal de 5,0 y 7,5 MHz (Figura 2).

Asimismo, se colectaron muestras de sangre por venopunción de la vena coccígea en tubos BD Vacutainer® (Becton Dickinson, NJ, USA) con anticoagulante (oxalato de potasio y fluoruro de sodio) con el fin de determinar la concentración de AGNE en sangre (Figura 2). Las muestras se centrifugaron a 3000 rpm por 20 min para la colección de plasma, y se almacenaron a -20° C hasta su posterior análisis.

El día 22/06/09, -142 ± 10 días, 22/09/09, -73 ± 10 días, 05/10/09, -39 ± 10 días en relación al momento del parto se estimó la composición corporal a través de la TDU (Kock y Preston, 1979) (Figura 2). Utilizándose una concentración conocida (65 mL/100 kg de PV) de urea diluida (al 20%) en suero fisiológico y esterilizada por filtrado con filtro de 0,4 micras y almacenada en botellas autoclavadas. La administración del volumen correspondiente a cada animal se realizó mediante una cánula intravenosa Introcan® (B. Braun Melsungen AG, Germany) de calibre 14 G x 2", a través de la cual se pasó una sonda (CH / FR 4, York Medical Inc.) en la vena yugular. El tiempo promedio de la infusión fue de 3 minutos. Las vacas, con ayuno previo de 16 h, se pesaron y dos muestras de sangre fueron colectadas en tubos BD Vacutainer® (Becton Dickinson, NJ, USA) con heparina a los 0 y 12 minutos pre y post inyección (Urea T0 y T1, respectivamente). Las muestras de sangre se centrifugaron por 20 min a 3000 rpm y el plasma fue almacenado a -20° C para determinar la concentración de urea. El volumen total de agua corporal o EU (espacio de urea) se estimó de acuerdo a la siguiente ecuación (Bennett et al., (1982):

$$EU = \frac{\text{mg urea infundida}}{T_0 - T_1 * PV \text{ (kg)}} * 100$$

Para la estimación de la composición corporal de grasa y proteína se usaron ecuaciones (Cuadro V) múltiples de regresión utilizando el EU y el PV como predictores.

Cuadro V. Ecuaciones para estimar la composición corporal (Agnew et al., 2005) y de la carcasa (Bartle et al., 1983) a partir de TDU en vacas puras (Hereford y Angus) y cruzas (F1) en alta y baja oferta de forraje, durante la gestación en invierno.

ANIMALES	n	ECUACIÓN	r ²	AUTOR	
Vacas lecheras vacías o lactantes Holstein-Friesian	104	PROTEÍNAS (kg)	$0,036 * EU^1 \text{ (kg)} + 0,105 * EBW^2 + 5$	0,89	Agnew et al., 2005
		LÍPIDOS (cg)	$-0,065 * EU \text{ (c/kg)} + 0,184 * EBW - 15,2$	0,5	
		ENERGÍA (MJ)	$-2,405 * EU \text{ (c/kg)} + 11,89 * EBW - 1651$	0,66	
		CENZAS (kg)	$0,021 * EU \text{ (kg)} - 0,036 * EBW - 2,5$	0,63	
Vacas de carne vacías Angus y sus cruzas Hereford	29	AGNE (%)	$\text{mg urea inf/d PUN}^3 * 100$	0,67	Bartle et al., 1983
		GRASA (%)	$-54,1 + 0,61 * PV + 3,62 * d \text{ PUN} + 0,14 \text{ Urea T}$	0,67	

¹EU = espacio de urea.

²EBW = peso del cuerpo vacío.

³d PUN = diferencia entre la concentración de urea en plasma a los 0 y 12 minutos pre y post inyección (T0 y T1, respectivamente).

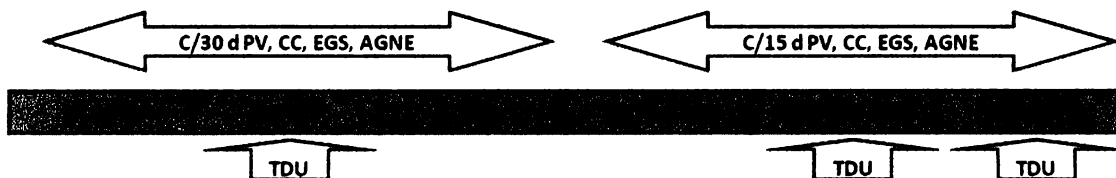


Figura 2: Protocolo experimental.

Se registró PV de los terneros al nacer, el reinicio de la actividad ovárica por la presencia de cuerpo lúteo mediante dos ecografías mensuales con un intervalo de 10 días y confirmado por análisis de progesterona (dos muestras sucesivas con valores superiores a 1 ng/ml).

5.3 ANÁLISIS EN SANGRE

Las concentraciones en plasma de AGNE y urea (para TDU) se determinaron mediante espectrofotometría usando kits comerciales (Wako Chemicals, Richmond, US y Laboratorios Wiener, Buenos Aires, Argentina) en un microplato de 96 pocillos. La concentración de metabolitos fueron determinadas en la Unidad de Reactivos para Biomodelos de Experimentación (URBE) de Facultad de Medicina mediante espectrofotometría, usando kits comerciales (NEFA: NEFA – HR (2) Wako, Chemicals,

Richmond, UREA/BUN –Color: Ureasa / Salicilato; BioSystems S.A., Barcelona, España; respectivamente). Para cada metabolito, todas las muestras fueron corridas en único ensayo. El volumen de las muestras y de los reactivos se ajustó a un microplato de 96 pocillos y fue leído en un Multiskan EX (Thermo Scientific, Waltham, MA, USA). Los coeficientes de variación intra-ensayo de AGNE para controles bajos, medios y altos fueron 25,5, 8,2 y 31,1%, respectivamente y para la urea los coeficiente de variación intra-ensayos fueron 17,8, 5,3, y 4,6%, respectivamente.

La concentración de progesterona fue determinada en el Laboratorio de Técnicas Nucleares de la Facultad de Veterinaria por radioinmunoensayo (RIA) en fase sólida utilizando kits de DPC (Coat and Count, Diagnostic Products Co, Los Angeles, CA, EEUU). Los coeficientes de variación intra-ensayo para los controles bajos, medios y altos fueron 7,44, 7,87 y 1,13%, respectivamente.

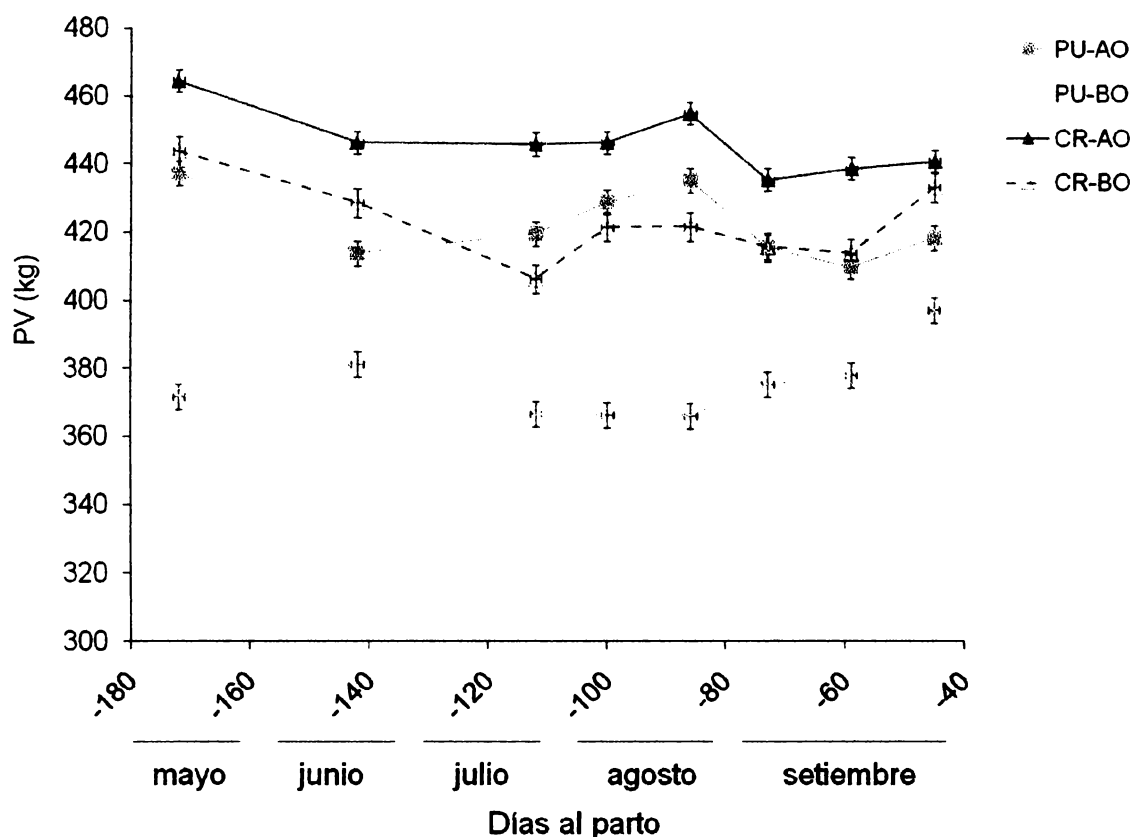
5.4 ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Los datos fueron analizados en un diseño de bloques completos al azar usando el SAS Systems program (SAS Institute Inc., Cary, NC, USA). El PV, CC, EGS, concentraciones de NEFA y composición corporal (agua, proteína y grasa) se analizaron usando un modelo mixto con análisis de medidas repetidas en el tiempo mediante el procedimiento MIXED. El modelo incluyó el grupo genético, la oferta de forraje, el tiempo (medida repetida) y sus interacciones como efectos fijos, el bloque como efecto aleatorio y la estructura de covarianza autorregresiva de primer orden. El PV de los terneros al nacer se analizó mediante el procedimiento MIXED. El modelo incluye el grupo genético, la oferta de forraje, y su interacción como efectos fijos y la raza de los padres y el bloque como efecto aleatorio. Los datos de reinicio de la ciclicidad ovárica y anestro fueron analizados con un modelo lineal generalizado mediante el procedimiento GENMOD con la distribución Poisson y una transformación logarítmica de los datos especificados. El modelo incluyó el grupo genético, la oferta de forraje, y su interacción como efectos fijos. La separación de medias se realizó al $P < 0,05$ usando el test de Tukey. La relación entre las variables se estudió mediante correlaciones lineales utilizando el procedimiento CORR.

6. RESULTADOS

6.1 PESO VIVO, CONDICIÓN CORPORAL Y GRASA SUBCUTÁNEA

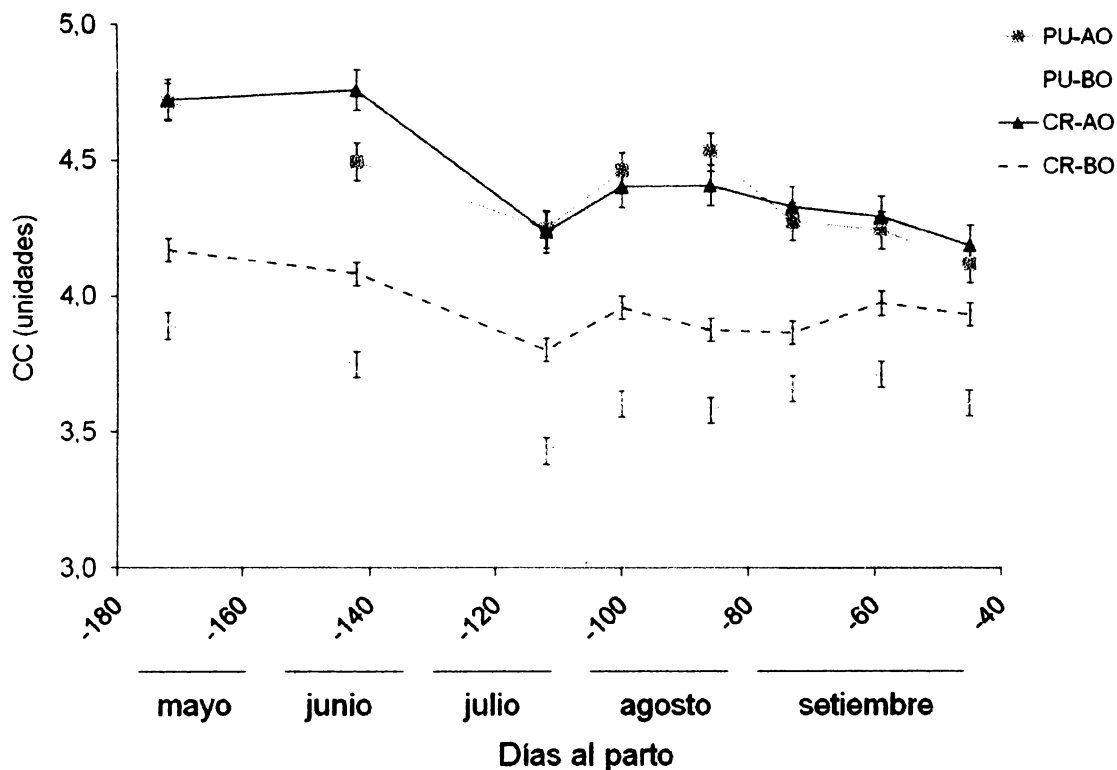
El PV fue mayor ($P < 0,02$) para las vacas en alta oferta de forraje (AO) respecto a las de baja oferta de forraje (BO) y en vacas cruzas (CR) respecto a las puras (PU) (Cuadro VI) durante el período evaluado (22/05/09 al 29/09/09). El PV varió ($P < 0,001$) a lo largo del período invernal observándose una interacción ($P < 0,001$) entre la oferta de forraje y la fecha de determinación. En las vacas de AO, el PV disminuyó de mayo a junio, se mantuvo reducido hasta fines de julio, incrementándose en el mes de agosto para volver a disminuir durante el mes de setiembre. Sin embargo, para las vacas de BO, el PV disminuyó de mayo a julio, manteniéndose bajo hasta fines de setiembre, momento que se registró un incremento en el mismo (Figura 3).



PU-AO = Puras en alta oferta de forraje.
PU-BO = Puras en baja oferta de forraje.
CR-AO = Cruzas en alta oferta de forraje.
CR-BO = Cruzas en baja oferta de forraje.

Figura 3: Evolución del PV durante la gestación en invierno (22/05/09 al 29/09/09; -172 ± 10 días a -45 ± 10 días al parto) para vacas puras (Hereford y Angus) y cruzas (F1; AH, HA) manejadas sobre campo natural a alta o baja oferta de forraje.

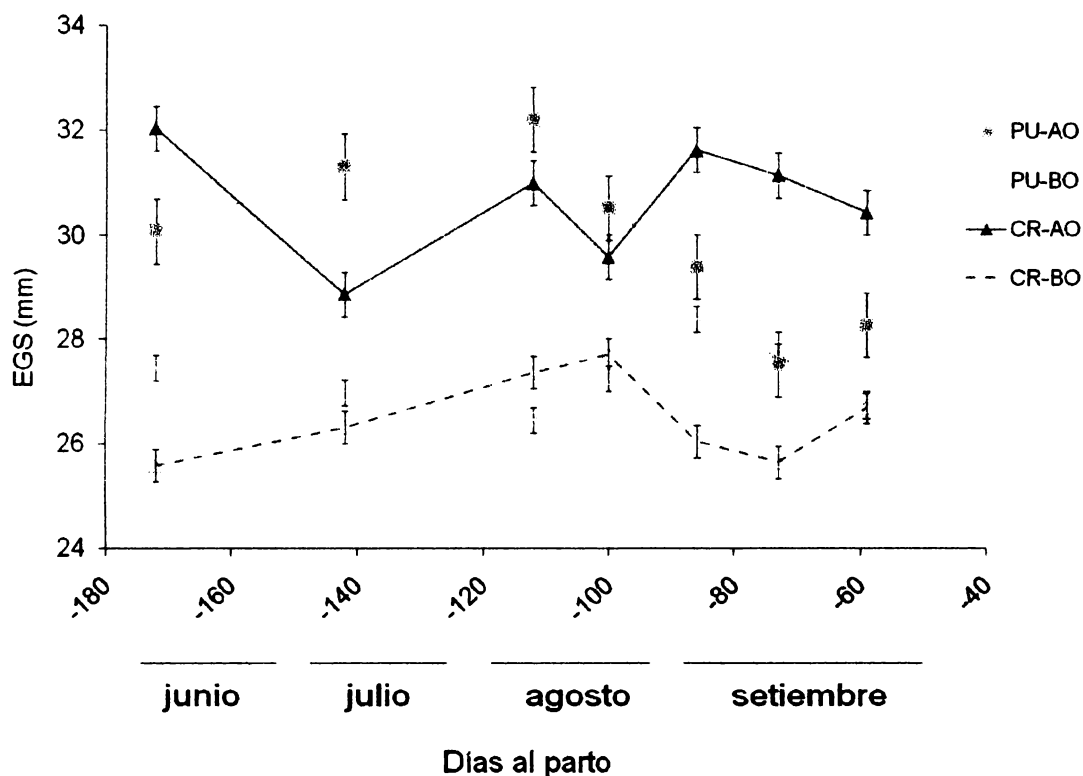
La CC fue mayor ($P < 0,001$) para las vacas en AO respecto a las de BO y tendió a ser mayor ($P = 0,089$) en vacas CR que en las PU (Cuadro VI) durante el período evaluado. La CC varió durante el período invernal ($P < 0,001$) disminuyendo de mayo a julio, incrementándose levemente a principios de agosto para volver a disminuir a fines de setiembre (Figura 4).



PU-AO = Puras en alta oferta de forraje.
 PU-BO = Puras en baja oferta de forraje.
 CR-AO = Cruzas en alta oferta de forraje.
 CR-BO = Cruzas en baja oferta de forraje.

Figura 4: Evolución de la CC durante la gestación en invierno (22/05/09 al 29/09/09; -172 ± 10 días a -45 ± 10 días al parto) para vacas puras (Hereford y Angus) y cruzas (F1; AH, HA) manejadas sobre campo natural a alta o baja oferta de forraje.

El EGS fue mayor ($P < 0,001$) en vacas que se encontraban en AO respecto a las que estaban en BO (Cuadro VI). Sin embargo, hubo una interacción significativa ($P = 0,033$) entre la oferta, grupo genético y días (Figura 5). Las vacas PU-AO mantuvieron el EGS desde junio a inicios de agosto, disminuyendo el mismo durante el mes de setiembre. Sin embargo, las vacas CR-AO perdieron EGS desde fines de junio a fines de julio, recuperando la misma en el mes de agosto hasta fines de setiembre. Por el contrario, las vacas en BO de ambos grupos genéticos mantuvieron el EGS a lo largo del período evaluado (Figura 5).



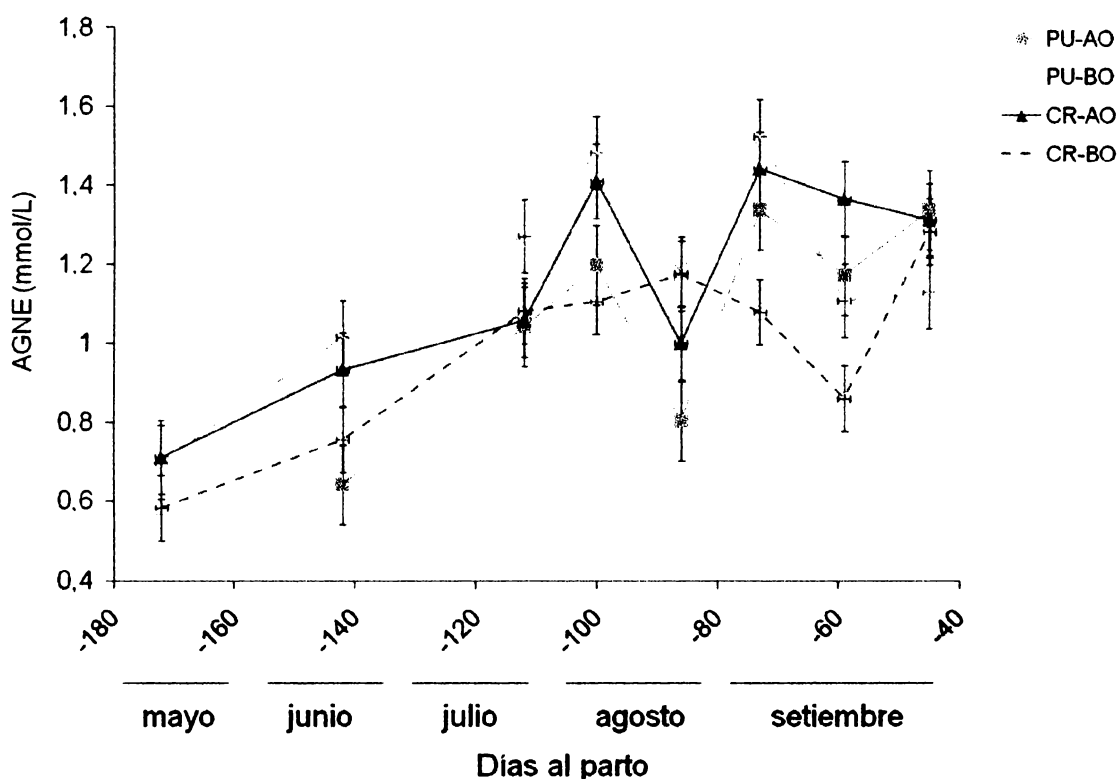
PU-AO = Puras en alta oferta de forraje.
 PU-BO = Puras en baja oferta de forraje.
 CR-AO = Cruzas en alta oferta de forraje.
 CR-BO = Cruzas en baja oferta de forraje.

Figura 5: Evolución del EGS (mm) durante la gestación en invierno (22/05/09 al 29/09/09; -172 ± 10 días a -45 ± 10 días al parto) para vacas puras (Hereford y Angus) y cruzas (F1; AH, HA) manejadas sobre campo natural a alta o baja oferta de forraje.

El EGS se correlacionó con el PV ($r = 0,16$, $P = 0,025$) y con la CC ($r = 0,55$, $P < 0,001$).

6.2 ÁCIDOS GRASOS NO ESTERIFICADOS

Se observó una interacción ($P = 0,035$) en la concentración de AGNE en sangre entre la oferta de forraje y el grupo genético, los niveles de AGNE tendieron ($P = 0,07$) a ser menores en las vacas CR en BO que en los restantes grupos de animales (Cuadro VI). Los niveles de AGNE variaron a lo largo del período invernal ($P < 0,001$) aumentando desde mayo a principios de agosto, disminuyendo levemente a fines de agosto para volver a aumentar a los niveles de principios de agosto durante el mes de setiembre (Figura 6).



PU-AO = Puras en alta oferta de forraje.
PU-BO = Puras en baja oferta de forraje.
CR-AO = Cruzas en alta oferta de forraje.
CR-BO = Cruzas en baja oferta de forraje.

Figura 6: Niveles plasmáticos de AGNE (mmol/L) durante la gestación en invierno (22/05/09 al 29/09/09; -172 ± 10 días a -45 ± 10 días al parto) para vacas puras (Hereford y Angus) y cruzas (F1; HA, AH) manejadas sobre campo natural a alta o baja oferta de forraje.

Cuadro VI. Resultados promedios de PV, CC, EGS, concentración de AGNE en vacas puras (Hereford y Angus) y cruzas (F1) en alta y baja oferta de forraje, durante la gestación en invierno.

	AO ¹		BO		ES	Valor de P ²						
	PU ³	CR	PU	CR		OF	GG	OFXGG	FECHA	OFXF	GGXF	OFXGGXF
PV (kg)	422,3	375,3	446,5	423,1	16,400	0,017	0,016	0,42	< 0,0001	0,0005	0,73	0,19
CC (unidades)	4,4	4,4	3,6	3,9	0,146	< 0,0001	0,089	0,177	< 0,0001	0,137	0,764	0,627
EGS (mm)	29,9	30,7	27,3	26,5	1,343	< 0,0001	0,985	0,258	0,412	0,432	0,68	0,033
AGNE (mmol/L)	1,01	1,15	1,17	0,99	0,190	0,977	0,737	0,035	< 0,0001	0,231	0,845	0,449

¹AO = Alta oferta; BO = Baja oferta.

²Valor de P = OF = Oferta de forraje; GG = Grupo genético; F = Fecha.

³PU = Razas puras; CR = Razas cruas.

OFXGG = Interacción oferta de forraje y grupo genético.

OFXF = Interacción oferta de forraje y fecha.

GGXF = Interacción grupo genético y fecha.

OFXGGXF = Triple interacción de oferta de forraje, grupo genético y fecha.

6.3 ESTIMACIÓN DE LA COMPOSICIÓN CORPORAL

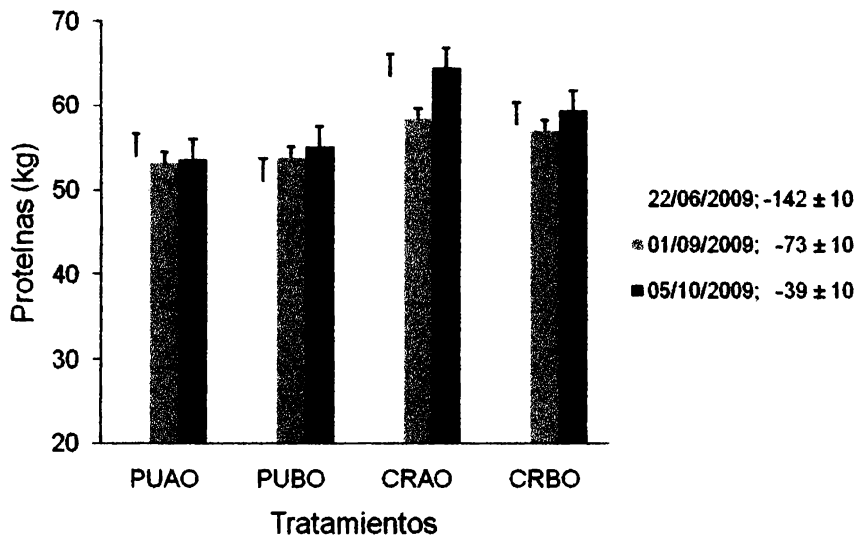
Las medias, los desvíos estándar y el rango para la composición corporal se presentan en el Cuadro VII.

El contenido de agua (% PV) fue mayor ($P = 0,025$) para las vacas PU que para las CR (Cuadro VIII) durante las fechas evaluadas (22/06/09, 01/09/09, 05/10/09). El porcentaje de agua varió ($P = 0,009$) a lo largo de la gestación invernal disminuyendo levemente de setiembre a octubre (43,4 vs 43,1%).

Las vacas en AO tendieron ($P = 0,097$) y las vacas CR presentaron mayor ($P < 0,001$) cantidad de cenizas en el cuerpo que las vacas en BO y las PU. Sin embargo, hubo una interacción entre el grupo genético y la oferta de forraje ($P = 0,031$) ya que la cantidad de cenizas fue mayor en las vacas CR-AO, intermedio en las CR-BO y menor en las vacas PU-AO y PU-BO (Cuadro VIII). El porcentaje de cenizas en el cuerpo fue mayor ($P = 0,011$) en vacas CR que PU y fue afectado por la interacción entre el grupo genético y la oferta de forraje debido a un menor porcentaje de cenizas en las vacas PU-AO que en los demás grupos (Cuadro VIII).

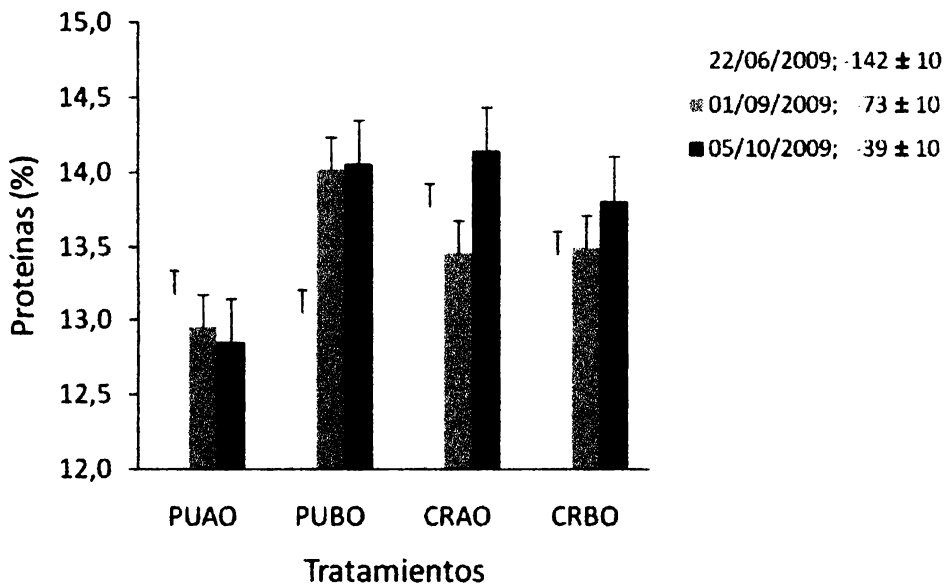
La cantidad de proteína corporal fue mayor ($P = 0,023$) en las vacas CR que en las PU (Cuadro VIII) y tendió ($P = 0,083$) a aumentar desde setiembre a octubre fundamentalmente en las vacas CR (Figura 7). El porcentaje de proteína (Figura 8) corporal fue mayor ($P = 0,027$) en las vacas CR que en las PU, pero existió una interacción entre el grupo genético y la oferta de forraje ($P = 0,003$) ya que el porcentaje de proteína fue menor en las vacas PU-AO respecto a los otros grupos (Cuadro VIII).





PU-AO = Puras en alta oferta de forraje.
 PU-BO = Puras en baja oferta de forraje.
 CR-AO = Cruzas en alta oferta de forraje.
 CR-BO = Cruzas en baja oferta de forraje.

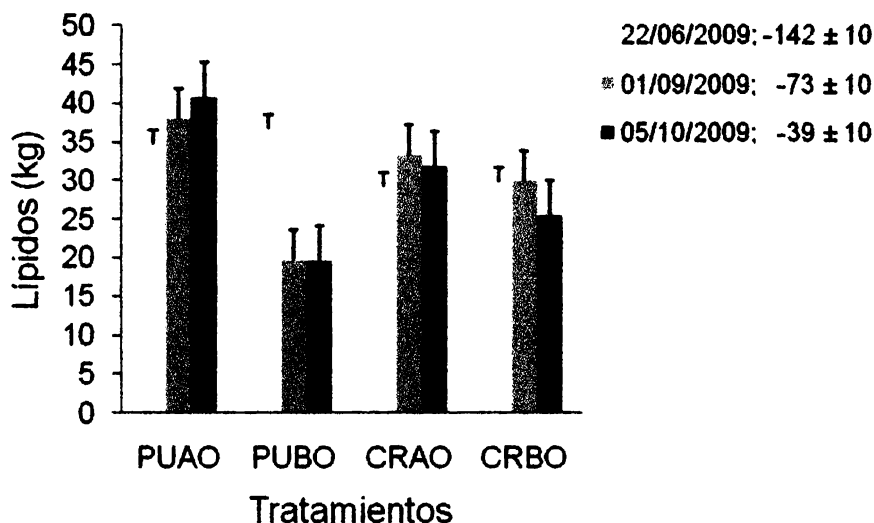
Figura 7: Cantidad de proteína corporal (kg) durante la gestación en invierno (22/06/09, -142 ± 10 días, 22/09/09, -73 ± 10 días, 05/10/09, -39 ± 10 días al parto) para vacas puras (Hereford y Angus) y cruzas (F1; HA, AH) manejadas sobre campo natural a alta o baja oferta de forraje.



PU-AO = Puras en alta oferta de forraje.
 PU-BO = Puras en baja oferta de forraje.
 CR-AO = Cruzas en alta oferta de forraje.
 CR-BO = Cruzas en baja oferta de forraje.

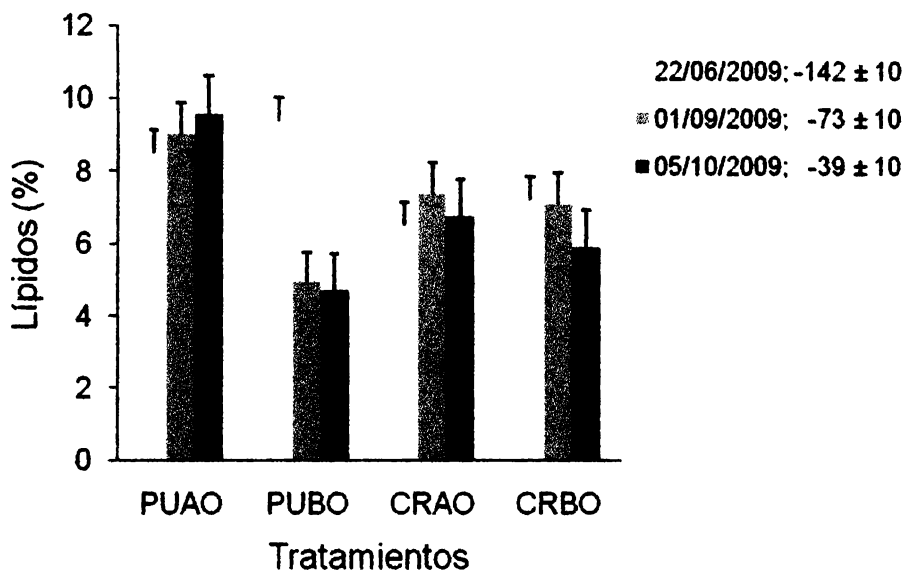
Figura 8: Porcentaje de proteína corporal durante la gestación en invierno (22/06/09, -142 ± 10 días, 22/09/09, -73 ± 10 días, 05/10/09, -39 ± 10 días al parto) para vacas puras (Hereford y Angus) y cruzas (F1; HA, AH) manejadas sobre campo natural a alta o baja oferta de forraje.

La cantidad (Figura 9) y el porcentaje de lípidos (Figura 10) corporales fueron mayores ($P < 0,02$) en las vacas en AO que en BO (Cuadro VIII). Hubo un efecto de la interacción entre el grupo genético y la oferta de forraje ($P = 0,035$) y una tendencia de la interacción entre la oferta de forraje y la fecha de muestreo ($P = 0,060$) sobre el porcentaje de lípidos. El porcentaje de lípidos fue mayor ($P = 0,021$) en las vacas PU-AO que en los demás grupos (Cuadro VIII) y disminuyó de junio a setiembre solamente en las vacas en BO.



PU-AO = Puras en alta oferta de forraje.
 PU-BO = Puras en baja oferta de forraje.
 CR-AO = Cruzas en alta oferta de forraje.
 CR-BO = Cruzas en baja oferta de forraje.

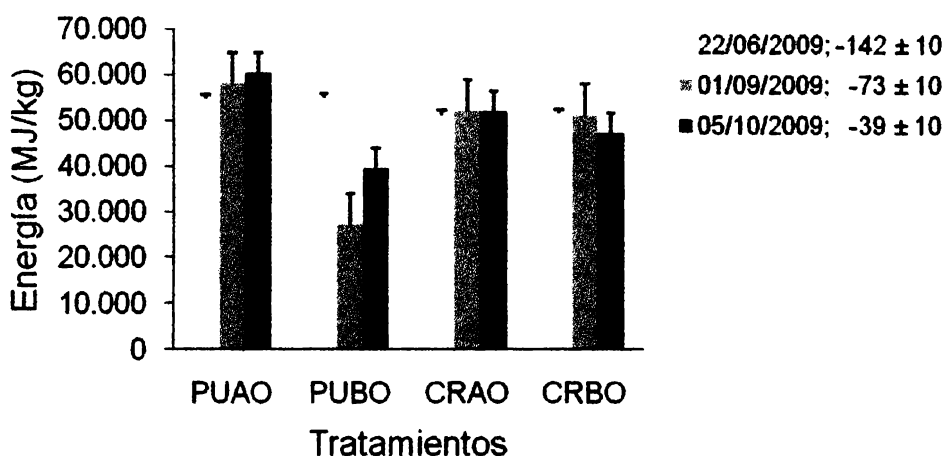
Figura 9: Cantidad de lípidos (kg) corporales durante la gestación en invierno (22/06/09, -142 ± 10 días, 22/09/09, -73 ± 10 días, 05/10/09, -39 ± 10 días al parto) para vacas puras (Hereford y Angus) y cruzas (F1; HA, AH) manejadas sobre campo natural a alta o baja oferta de forraje.



PU-AO = Puras en alta oferta de forraje.
 PU-BO = Puras en baja oferta de forraje.
 CR-AO = Cruzas en alta oferta de forraje.
 CR-BO = Cruzas en baja oferta de forraje.

Figura 10: Porcentaje de lípidos corporales durante la gestación en invierno (22/06/09, -142 ± 10 días, 22/09/09, -73 ± 10 días, 05/10/09, -39 ± 10 días al parto) para vacas puras (Hereford y Angus) y cruzas (F1; HA, AH) manejadas sobre campo natural a alta o baja oferta de forraje.

La concentración de energía por kg PV (MJ/kg PV) fue mayor ($P = 0,0005$) en las vacas en AO que en las BO (Cuadro VIII). La concentración de energía corporal fue afectada por la interacción del grupo genético y la oferta de forraje ($P = 0,002$), siendo máxima en las PU-AO, mínima en las PU-BO e intermedias en vacas CR-AO y CR-BO (Cuadro VIII). La concentración de energía corporal también fue afectada por la interacción de la oferta de forraje y la fecha ($P = 0,038$) ya que la concentración de energía por kg PV no varió en las vacas en AO pero disminuyó en BO un 23% desde junio a setiembre, no modificándose posteriormente. Sin embargo, la concentración de energía corporal tendió a ser afectada por la interacción entre el grupo genético, la oferta de forraje y la fecha ($P = 0,096$), ya que la disminución en la concentración de energía de junio a setiembre fue más relevante en las vacas PU-BO que en las CR-BO. (Figura 11).



PU-AO = Puras en alta oferta de forraje.
 PU-BO = Puras en baja oferta de forraje.
 CR-AO = Cruzas en alta oferta de forraje.
 CR-BO = Cruzas en baja oferta de forraje.

Figura 11: Energía corporal en MJ/kg durante la gestación en invierno (22/06/09, -142 ± 10 días, 22/09/09, -73 ± 10 días, 05/10/09, -39 ± 10 días al parto) para vacas puras (Hereford y Angus) y cruzas (F1; HA, AH) manejadas sobre campo natural a alta o baja oferta de forraje.

6.4 ESTIMACIÓN DE LA COMPOSICIÓN DE LA CARCASA

El porcentaje de agua en la carcasa fue mayor ($P = 0,005$) en las vacas CR que las PU (Cuadro VIII). A su vez, hubo una interacción del grupo genético y la oferta de forraje ($P = 0,006$), siendo el porcentaje de agua de la carcasa máximo para las vacas CR-AO, mínimo para las PU-AO e intermedio para las PU y CR en BO.

El porcentaje de grasa de la carcasa fue mayor ($P = 0,013$) en AO que en BO (Cuadro VIII), debido fundamentalmente a un mayor porcentaje de grasa en octubre en las vacas en AO.

6.5 RELACIÓN ENTRE COMPONENTES CORPORALES

La concentración en MJ/kg de energía corporal presentó una correlación positiva con la CC ($r = 0,24$; $P = 0,048$) y el PV de las vacas ($r = 0,44$; $P = 0,0001$). Así mismo la concentración MJ/kg de energía corporal tiene correlación positiva con el porcentaje de lípidos ($r = 0,97$; $P < 0,0001$) y se correlacionaron negativamente con el porcentaje de proteínas ($r = -0,88$; $P < 0,0001$).

Las correlaciones entre porcentaje de lípidos de la carcasa (ecuaciones de Bartle) y el porcentaje de lípidos corporales (ecuaciones de Agnew) fueron altas y positivas ($r = 0,77$; $P < 0,0001$).

Cuadro VII. Media, desvío estándar y rango para la composición corporal.

	N	Media	Desvio Estándar	Mínimo	Máximo
Agua (%)	69	43,17	1,20	41,21	46,53
Proteínas (kg)	69	56,56	7,1 [*]	43,0	74,52
Proteínas (%)	69	13,46	0,75	12,25	15,39
Lípidos (kg)	67	31,71	13,54	3,7	59,38
Lípidos (%)	67	7,45	3,0 [*]	0,98	12,55
Cenizas (kg)	68	17,02	3,1 [*]	11,29	25,07
Cenizas (%)	69	4,02	0,45	3,26	5,06
Energía (MJ)	68	2202,30	669,3	178,03	3512,17
Energía (MJ/kg)	67	5,14	1,3 [*]	0,57	7,42

Cuadro VIII. Resultados de la composición corporal y de la carcasa en vacas puras (Hereford y Angus) y cruzas (F1; HA, AH) en alta y baja oferta de forraje, durante la gestación en invierno.

	AO ¹		BO		ES	Valor de P ²						
	PU ³	CR	PU	CR		OF	GG	OFXGG	FECHA	OFXF	GGXF	OFXGGXF
PV (kg)	422,3	375,3	446,5	423,1	16,430	0,017	0,016	0,42	< 0,0001	0,0035	0,73	0,19
Composición corporal (Agnew et al., 2005)												
Agua												
%	43,29	42,57	44,10	43,94	0,302	0,167	0,025	0,670	0,009	0,955	0,917	0,432
Cenizas												
kg	15,46	20,35	15,79	17,62	0,934	0,097	< 0,0001	0,031	0,099	0,120	0,184	0,474
%	3,72	4,30	4,06	4,12	0,141	0,464	0,001	0,009	0,117	0,137	0,312	0,290
Proteína												
kg	53,59	62,12	53,37	53,09	2,366	0,29	0,023	0,352	0,083	0,420	0,214	0,565
%	13,00	13,79	13,77	13,58	0,236	0,113	0,027	0,003	0,220	0,110	0,370	0,231
Lípidos												
kg	37,81	31,47	28,36	23,42	4,558	0,017	0,098	0,145	0,722	0,166	0,563	0,540
%	9,03	6,83	6,33	6,75	0,954	0,011	0,110	0,021	0,353	0,060	0,385	0,340
Energía												
MJ	2429,23	2349,64	1700,32	2117,29	224,736	0,01	0,314	0,156	0,666	0,325	0,563	0,492
MJ/kg	5,30	5,20	4,00	5,00	0,570	0,0035	0,445	0,002	0,210	0,038	0,203	0,096
Composición de la carcasa (Bartle et al., 1983)												
Agua %	35,27	60,18	52,74	52,86	0,930	0,271	0,005	0,006	0,15	0,12	0,314	0,26
Lípidos %	26,93	26,53	23,53	25,56	1,123	0,012	0,244	0,260	0,740	0,460	0,623	0,250

¹AO = Alta oferta; BO = Baja oferta.

²Valor de P = OF = Oferta de forraje; GG = Grupo genético; F = Fecha.

³PU = Razas puras; CR = Razas cruas.

OFXGG = Interacción oferta de forraje y grupo genético.

OFXF = Interacción oferta de forraje y fecha.

GGXF = Interacción grupo genético y fecha.

OFXGGXF = Triple interacción de oferta de forraje, grupo genético y fecha.



6.6 PESO AL NACER DE LOS TERNEROS Y LARGO DE ANESTRO POSPARTO

El PV de los terneros tendió ($P = 0,07$) a ser mayor en machos que en hembras ($36,48$ vs $32,74 \pm 2,2$) pero no se vio afectado por la oferta de forraje, por el grupo genético o su interacción.

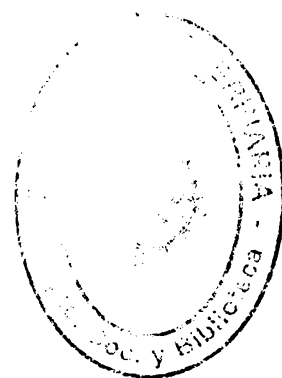
El largo de anestro posparto fue más corto ($P = 0,02$) en las vacas CR que PU ($120,8$ vs $149,9 \pm 8,2$ días) y en AO que BO ($102,3$ vs $168,3 \pm 8,3$ días).

El porcentaje de vacas que volvieron a ciclar a los 90 días estuvo afectado ($P < 0,001$) por la oferta de forraje, el grupo genético y su interacción. Los porcentajes que se obtuvieron fueron para los grupos de PU-AO de 25%, CR-AO de 86%, y en BO tanto PU como CR se encontraron en anestro a los 90 días.

El anestro posparto tendió a estar correlacionado con el contenido de energía corporal a los -45 días al parto ($r = -0,40$; $P = 0,059$), y con la energía ($r = 0,45$; $P = 0,071$) y proteína ($r = 0,43$; $P = 0,078$) movilizada durante la gestación en invierno (mayo a octubre).

149,9 ± 8,2 días

Figura



7. DISCUSIÓN

Los resultados de este ensayo demostraron que las vacas de carne PU y las CR, evaluadas en AO y BO de forraje, revelaron diferencias significativas en la evolución del PV, CC, EGS y concentraciones de AGNE en plasma a lo largo de la gestación, reflejando la movilización de reservas corporales como fuente de energía para cubrir los requisitos de mantenimiento o de gestación.

Los sistemas de cría vacuna a pastoreo de campo nativo, como los predominantes en Uruguay, en donde casi la totalidad de la energía de la dieta la aporta la pastura, el BEN durante el invierno es acentuado. Si el animal no recibe la alimentación adecuada como para cubrir la totalidad de sus requerimientos, la gestación se lleva a cabo igual, pues se trata de una función fisiológica que tiene prioridad para la vaca. En estos casos la movilización de las reservas tisulares (pérdida de peso) cubre los déficit de nutrientes (Bell, 1995). Una vaca adulta puede perder hasta un 15% de su peso sin comprometer la preñez, y si en el posparto el animal recupera reservas, la fertilidad no se ve afectada (Aello, 2009).

En las condiciones del ensayo, las vacas en AO y CR presentaron mejores índices productivos, observándose mayor PV, CC y menor movilización de tejido adiposo demostrado por menores concentraciones de AGNE. Éstas, presentaron una respuesta a la recuperación del forraje debido a las lluvias registradas en agosto, produciendo un aumento transitorio de PV, CC, EGS y disminución de AGNE. La performance animal y el comportamiento ingestivo de los animales fue afectado por cambios en las características de la pastura provocada por la variabilidad climática y su efecto en la producción y composición química del forraje (Soca et al., 2008).

En el presente trabajo, en ambas ofertas de forraje las vacas CR registraron superiores PV que las PU, al igual que los resultados del estudio realizado por Soca et al. (2008) en donde las vacas CR tanto en AO como en BO tuvieron PV mayores. En la eficiencia global del uso de la energía en vacas de cría, la superioridad de las vacas CR ha sido postulada y documentada por la información nacional y extranjera (Morris et al, 1987; Espasandín et al, 2006). El empleo de vacas CR mejora la producción física hasta un 30% en la vida útil de la vaca sin incrementar los costos de producción (Morris et al, 1987). Espasandín et al. (2006), reportan que los animales CR, independientemente de la raza paterna o materna lograron pesos de canales superiores a las razas PU, y que el promedio de los CR obtuvieron carcasas superiores en 5,6 kg en relación al Angus y 11 kg en relación al Hereford. Existe un gran número de razas bovinas, biológicamente diferentes, que resultan en desempeños variables en las posibles situaciones ambientales de nuestro país. Jenkins y Ferrel (1999) demostraron que dentro de una misma raza dependiendo del ambiente al cual son expuestos los animales, la eficiencia de producción puede variar, destinando mayor o menor proporción de la energía consumida a funciones de mantenimiento o de producción.

El PV en todos los tratamientos tuvo un comportamiento similar a lo largo de la gestación invernal, aumentando marcadamente en setiembre posiblemente debido

al incremento del peso del feto que se encuentra en el último tercio de la gestación, momento en que se da aproximadamente el 85% del desarrollo fetal (Aello, 2009). Es así que ha sido sugerido que durante la gestación, el peso del feto y las estructuras asociadas pueden enmascarar el cambio de PV en la vaca (Degen y Young, 1980; Selk et al., 1988).

La CC en todos los tratamientos en el experimento disminuyó 0,5 unidades a lo largo del período evaluado presentando su punto más bajo al final del invierno, en el mes de setiembre (215 ± 10 días de gestación), y fue mayor para las vacas en AO las cuales mantuvieron una CC cercana a 4, puntuación a la que Soca y Orcasberro (1992) establecen como adecuada para lograr el 80% de preñez en el siguiente entore; y tendió a ser mayor en vacas CR. Esta observación es similar a lo reportado por Soca et al. (2008), donde las vacas presentaron una pérdida invernal de CC y las vacas en AO y las vacas CR presentaron mejor CC a lo largo de todo el año. En acuerdo con los resultados de Bartle et al. (1984) y Ferrell y Jenkins, (1984) la CC decreció proporcionalmente más que el PV a lo largo del invierno, lo que implicaría una mayor pérdida de energía corporal en relación a la pérdida de PV. Esto confirma la ventaja de la CC frente al PV al permitir estimar con mayor precisión el estado nutricional de las vacas, al no verse afectada por el tamaño del animal, el peso de la carga fetal y el llenado del tracto digestivo (Álvarez Nogal, 1999).

En nuestras condiciones de clima y producción de forraje del campo natural en invierno, debemos aceptar como inevitable que vacas en gestación avanzada durante este período pierdan CC. Soca y Orcasberro (1992), a través de la "Propuesta de Manejo del Rodeo de Cría", buscaron compatibilizar los requerimientos energéticos de los animales en pastoreo con la curva de producción de forraje del campo nativo en las distintas estaciones del año. La altura de la pastura resultó ser un buen estimador de la cantidad de forraje presente y con potencial de ser cosechado por el vacuno en pastoreo y ésta se asoció con la CC al parto.

En el presente trabajo, el EGS está correlacionado positivamente con el PV y con la CC. De manera similar, Carriquiry et al. (2009) en vacas lecheras multíparas lactantes, tuvieron una correlación positiva del EGS con CC ($r = 0,56$, $P < 0,001$) y mejor correlación del EGS con el PV ($r = 0,41$, $P < 0,001$); posiblemente explicado por el peso del ternero que enmascara el PV en el presente experimento.

La disminución del PV y CC se corresponden con los aumentos de AGNE demostrando una mayor lipólisis durante los meses invernales y entrando en el último tercio de gestación. Una de las ventajas de las concentraciones de AGNE es que proporcionan el estado real de los animales, en cambio, PV, CC y EGS, son siempre medidas históricas y tal vez no reflejan la dieta actual y el estado del lote (Schroder y Staufienbiel, 2006). Así lo demostraron los resultados obtenidos en este ensayo donde se observó un aumento de los niveles de AGNE, cuanto más próximos a la fecha promedio de parto se encuentran las vacas. Las concentraciones de AGNE están negativamente correlacionadas con el BE en vacas (Lucy et al., 1991) y con la pérdida de PV (Richards et al., 1989). Estos resultados se corresponden con los de trabajos nacionales (Gestido et al., 2008;

Quintans, 2008; Astessiano et al., 2010) que reportan incrementos en las concentraciones de AGNE parto en vacas de carne pastoreando campo nativo.

Las adaptaciones metabólicas maternas para responder a los importantes requisitos de glucosa y aminoácidos del feto incluyen no sólo cambios en el metabolismo de carbohidratos y proteínas, sino también en el metabolismo lipídico. El embrión, o por lo menos el feto, no puede beneficiarse directamente de los lípidos movilizados por la madre. Sin embargo, el aumento de la lipomovilización en la madre, sirve para la disminución de la utilización materna de la glucosa, y quizás, aminoácidos priorizados para el crecimiento fetal (Bell, 1995). Es así, que ha sido sugerido que los cambios adaptativos en el metabolismo de nutrientes durante la gestación tardía deben ser considerados en relación con la nutrición materna (Bell, 1995).

Utilizando la TDU, muchos estudios informaron una relación significativa entre el volumen del EU y el agua, proteínas o grasa corporales en bovinos de carne (Kock y Preston., 1979; Bennett et al., 1982; Bartle et al., 1987; Hammond et al., 1988) en bovinos de leche y novillos (Hammond et al., 1990). Existe al mismo tiempo, una variación en la composición corporal de vacas lecheras mucho mayor que en el ganado de carne; y la variación en la composición corporal del ganado vacuno se observa principalmente en variaciones de los estados fisiológicos (crecimiento vs terminación) cuando son de la misma raza y reciben la misma dieta *ad libitum* (Agnew et al., 2005). Se ha reportado dentro de la misma raza, sin embargo, muchos factores que pueden influir en la composición corporal de los animales, como ser la preñez, momento de la lactancia, mérito genético, y paridad (Agnew et al., 2005).

Los datos obtenidos en este trabajo demuestran que las vacas CR presentaron mayor cantidad de proteína y cenizas, condicionado por un tamaño mayor al de las PU, las cuales presentan mayores porcentajes de lípidos teniendo por su menor tamaño, mayor facilidad de depositar grasa rápidamente fundamentalmente cuando se encuentran en AO. El desempeño productivo de animales de distinto tamaño está estrechamente relacionado con las condiciones de alimentación que imperan en el sistema de producción o en la zona. En condiciones donde existen limitaciones nutricionales los biotipos más chicos, son más fáciles de engordar aún ganando menos peso, ya que tienen menor retención proteica y alcanzan a depositar mayor cantidad de grasa subcutánea con la misma alimentación (Binello y Romero, 2005). Lo mismo observaron Laurenz et al. (1992), cuando compararon la composición corporal en vacas de razas continentales de tamaño grande, como Simmental, y británicas de tamaño chico, como Angus, encontrando que las vacas continentales presentan mayor cantidad de proteína corporal y menor cantidad de grasa corporal que razas británicas. Espasandin et al. (2006) realizaron un estudio en la canal de animales CR y PU y demostraron que las CR presentaron mayor área de ojo de bife, peso de carne vendible del corte pistola, así como una mayor cantidad de cortes valiosos que las PU; estos datos sugieren en acuerdo con los resultados del presente ensayo que las CR presentan mayor contenido de proteína corporal.

A su vez, en el presente trabajo, la cantidad de proteína corporal tendió a aumentar en el último tercio de la gestación posiblemente debido al crecimiento exponencial del feto en este período. En gestación prácticamente el 80% de la energía y proteínas del útero grávido están retenidos en el feto. La deposición de proteínas fetales como máximo es el 50% de la absorción neta del feto de aminoácidos en el ganado ovino (Lemons et al., 1976; Meier et al., 1981) y bovino (Reynolds et al., 1986; Ferrell, 1991). En contraste, los requerimientos de nutrientes para la deposición de grasa fetal en los rumiantes son relativamente insignificantes ya que representan menos del 5% de la energía fetal (Bell et al., 1993). Esto concuerda con el bajo contenido de grasa corporal, de terneros recién nacidos (Ellenberger et al., 1950).

Como era esperable, el porcentaje de lípidos corporales y la concentración de energía presentaron comportamientos similares. Presentándose disminuciones en los grupos en BO durante el invierno a medida que transcurre la gestación, debido a la demanda que genera el feto para su crecimiento, que lleva a que las vacas movilicen sus reservas. La baja disponibilidad de forraje durante el invierno no permite satisfacer los elevados requerimientos nutricionales de vacas en gestación avanzada, sobre todo debido a una insuficiente ingestión de energía (Orcasberro, 2000) y un elevado gasto energético por actividad de pastoreo (Mc Clymont, 1967). En otras situaciones fisiológicas donde tanto los lípidos como la proteína pueden ser limitantes, como el caso de las vacas de alta producción requieren la movilización de estos compuestos corporales. Sin embargo, debido a que las vacas tienen mayor capacidad de almacenar y movilizar lípidos, la movilización de estos se puede prolongar por un periodo de tiempo más largo que el de la proteína. Mientras que la proteína se puede movilizar hasta por cinco semanas, los lípidos pueden continuar movilizándose más allá de las diez semanas posparto (Jairo, 2001).

A pesar de que los niveles de AGNE fueron altos para todos los grupos durante el período evaluado, se registraron cambios de cantidad y porcentaje de lípidos solamente en BO. Estos resultados podrían estar explicados por los bajos valores de R^2 ($R^2 = 0,5$) de las ecuaciones de predicción que generan gran variación en la determinación de los contenidos y concentraciones de lípidos dentro de cada grupo, no permitiendo determinar diferencias significativas a lo largo del tiempo en los grupos de AO.

Sin embargo, la evolución de los lípidos de la carcasa en el invierno de los grupos de AO y BO presentan diferencias a lo largo del período estudiado; en el primer muestreo las dos ofertas presentan iguales porcentajes y en las sucesivas muestras el grupo en AO se mantiene y el de BO disminuye. Este porcentaje de grasa en la carcasa está correlacionada positivamente con el porcentaje de lípidos corporales; con esto se comprueba que el estudio de la CC y EGS nos da una pauta del estado nutricional. Así como también está correlacionada positivamente con la concentración de energía corporal.

En el presente ensayo, el PV del ternero al nacer no estuvo afectado por el grupo genético. De manera similar a lo obtenido por Gimeno et al. (2002) y a diferencia

de lo que ocurrió en trabajos como el de Espasandín et al. (2006) que reportó mayores PV al nacer en las diferentes CR y en la raza Hereford y significativamente inferiores en la raza Angus. En los resultados del presente experimento el PV al nacer no fue afectado por la oferta de forraje, similar al resultado obtenido por Lake et al. (2005) donde vacas Angus × Gelbvieh alimentadas para llegar al parto con CC de 4 y 6, no presentaron diferencias en PV al nacer de las crías, independientemente de la CC al parto. En contraposición Houghton et al. (1990) reportaron menores PV al nacer de hijos de vacas CR Charolais x Angus a las cuales se les administro una dieta baja en energía en comparación con los hijos de las vacas que fueron alimentadas con dietas con alta energía.

El largo del anestro posparto es considerado como la mayor limitante en el comportamiento reproductivo de la vaca de cría tanto a nivel nacional (Quintans, 2008) como internacional (Hess et al., 2005). El menor largo de anestro determinado en vacas de AO en el presente experimento fue comprobable con los resultados nacionales obtenidos por Rodríguez Blanquet (2008) del intervalo parto-inicio de la actividad cíclica ovárica de vacas multíparas de $95,5 \pm 7,4$ días. Quintans et al. (2004) reportaron un período desde el parto al inicio de la actividad ovárica medida por la concentración de progesterona de 92 días, en vacas adultas paridas con 4 unidades de CC (sin aplicación de ninguna técnica de control de amamantamiento), y perdiendo estado durante el posparto. Mientras que para la BO se registro un anestro mas largo. Soca et al. (2008) comprobó que la oferta de forraje afectó la probabilidad de preñez (AO = 0,98 vs BO = 0,93; $P < 0,05$), en vacas adultas postparto, lo cual podría explicarse por el efecto de la oferta de forraje en la CC al parto y al inicio del entore.

El largo de anestro posparto fue menor para vacas CR, las razones de estos resultados puede estar explicado por la heterosis obtenida para esta característica de baja heredabilidad (Cardellino y Rovira, 1987).

Los efectos de la nutrición energética sobre el anestro postparto se expresan mediante la interacción de distintas variables como cantidad y calidad de forraje consumido, nutrientes almacenados como reservas corporales y prioridad de otras funciones fisiológicas sobre la reproducción en el uso de los nutrientes (Short et al., 1990). La nutrición energética preparto y las reservas corporales al parto son los factores más importantes en determinar la duración del anestro postparto de vacas de carne. Éste se alarga cuando las vacas consumen dietas con baja energía o cuando se dan pérdidas de PV antes del parto (Dunn y Kaltenbach, 1980; Randel, 1990).

El anestro posparto tendió a estar correlacionado con las pérdidas de energía y proteína durante la gestación.

8. CONCLUSIÓN

Los datos demuestran que la cantidad y composición de las reservas corporales durante los dos últimos tercios de la gestación en el invierno estuvieron afectadas por el grupo genético y la oferta de forraje. Las vacas en AO y las vacas CR presentaron mejores índices productivos (PV, CC y concentración de AGNE) movilizando menor cantidad de reservas. En cuanto a la composición corporal, se observó una mayor movilización de lípidos que de proteínas evidenciándose esta claramente en las vacas en BO, siendo más marcada en las vacas PU.

El PV del ternero al nacer no estuvo afectado por los diferentes tratamientos ni por la movilización de reservas corporales.

El largo de anestro posparto fue menor en AO y en el grupo de las vacas CR. El grupo que se encontraba en AO fue el único que volvió a ciclar a los 90 días y el mayor porcentaje fue para las vacas CR.

El anestro posparto tuvo tendencia a asociarse a las pérdidas de energía y proteínas durante la gestación.

301

grupos que se encontraban
en el grupo de las vacas CR
en el grupo de las vacas CR

9. BIBLIOGRAFÍA

1. Aello, M.S. (2009). Características de la vaca de cría que determinan el manejo nutricional, la eficiencia del uso del alimento y de la producción de terneros. XXXVII Jornadas Uruguayas de Buiatría, Paysandú 11 y 12 de junio, Uruguay. p.1-12.
2. Agnew, R.E., Yan, T. (2000). The impact of recent research on energy feeding systems for dairy cattle. *Livest Prod Sci*; 66:197-215.
3. Agnew, R.E., Yan, T., McCaughey, W.J., McEvoy, J.D., Patterson, D.C., Porter, M.G., Steen, R.W. (2005). Relationships between urea dilution measurements and body weight and composition of lactating dairy cows. *J. Dairy. Sci.* 88:2476-2486.
4. Alvarez Nogal, P.J. (1999). La evaluación de la condición corporal como metodología preferente para la estimación del estado de engrasamiento en vacas lecheras. *Invest. Agr. Prod. Sanid. Anim.* 14(1-3):51-70.
5. Andersen, B.B. (1978). Effect of sire group breeds on growth and efficiency and interaction with nutrition. En: De Boer H and Martin J (Ed.) *Patterns of Growth and Development in Cattle*. Martinus Nijhoff Publi, Boston. p.481-493.
6. Andrew, S.M., Erdman, R.A., Waldo, D.R. (1995). Prediction of body composition of dairy cows at three physiological stages from deuterium oxide and urea dilution. *J. Dairy. Sci.* 78:1083-1095.
7. Aschbacher, P.W., Kamal, T.H., Cragle, R.G. (1965). Total body water estimation in dairy cattle using tritiated water. *J. Anim. Sci.* 24:430-433.
8. Ashworth, C.T., Multhead, E.E., Thomas, O.F., Hill, J.M. (1943). An analysis of the thiocyanate method for determining the distribution of the body fluids. *Am. J. Physiol.* 139:255-260.
9. Astessiano, A.L., Quintans, G., Soca, P., Pérez-Clariget, Carriquiry, M. (2008). Efecto de la condición corporal al parto en las respuestas productivas de la vaca de primera cría y su ternero. XXXVI Jornadas Uruguayas de Buiatría, Paysandú, Uruguay, p.259-260.
10. Astessiano, A.L., Perez-Clariget, R., Quintans, G., Soca, P., Crocker, B., Carriquiry, M. (2010). Temporal changes during the periparturient period on metabolic and endocrine parameters of spring-calving beef cows in grazing conditions. *J. Anim. Sci. Abstrac.*88:112.
11. Bartle, S.J., Males, J.R., Preston, R.L. (1983). Evaluation of urea dilution as an estimator of body composition in mature cows. *J. Anim. Sci.* 56(2):410-417.
12. Bartle, S.J., Males, J.R., Preston, R.L. (1984). Effect of energy intake on the postpartum interval in beef cows and the adequacy of the cows milk production for calf growth. *J. Anim. Sci.* 58(5):1068-1074.
13. Bartle, S.J., Kock, S.W., Preston, R.L., Wheeler, T.L., Davis, G.W. (1987). Validation of urea dilution to estimate in vivo body composition in cattle. *J. Anim. Sci.* 64:1024-1030.
14. Bauman, D.E., Currie, W.B. (1980). Partitioning of nutrients during pregnancy and lactation: A review of mechanisms involving homeostasis and homeorhesis. *J. Dairy. Sci.* 63:1514-1529.

15. Bell, A.W. (1993). Pregnancy and fetal metabolism. En: J. M. Forbes, J. France (Ed.) Quantitative Aspects of Ruminant Digestion and Metabolism. Oxford, CAB, 405 p.
16. Bell, A.W. (1995). Regulation of organic nutrient metabolism during transition from late pregnancy to early lactation. *J. Anim. Sci.* 73:2804-2819.
17. Belyea, R.L., Frost, G.R., Martz, F.M., Clark, L., Forlmecc, L.G. (1978). Body composition of dairy cattle by potassium-40 liquid scintillation detection. *J. Dairy. Sci.* 61:206-211.
18. Benedict, F.G., Ritzman, E.G. (1927). The metabolism of the fasting steer. Publ. Carnegie Institute of Washington N° 377.
19. Bennett, G.L., Swiger, L.A., Prestons, R.L., Cahill, V.R. (1982). Evaluation of urea space and ultrasonic measurement as selection criteria for beef animal composition. *J. Anim. Sci.* 54:553-558.
20. Bergman, E.N. (1973). Glucose metabolism in ruminants as related to hypoglycemia and ketosis. *Cornell Vet.* 63(3):341-382.
21. Binello, O.F., Romero, R.A. (2005). Tamaño animal y Producción. Disponible en: www.produccionbovina.com. Fecha de consulta: 30/08/10.
22. Blache, D., Zhang, S., Martin, G.B. (2006). Dynamic and integrative aspects of the regulation of reproduction by metabolic status in male sheep. *Reprod. Nutrit. Dev.* 46(4):379-390.
23. Boisclair, Y., Grieve, D.G., Stone, J.B., Allen, O.B., MacLeod, G.K. (1986). Effect of prepartum energy, body condition, and sodium bicarbonate on production of cows in early lactation. *J. Dairy. Sci.* 69(10):2636-2647.
24. Bossis, I., Wöttemann, R.P., Welty, S.D., Vizcarra, J.A., Spicer, L.J., Diskin, M.G. (1999). Nutritionally induced anovulation in beef heifers: ovarian and endocrine function preceding cessation of ovulation. *J. Anim. Sci.* 77:1536-1546.
25. Brethour, J.R. (1992). The repeatability and accuracy of ultrasound in measuring backfat of cattle. *J. Anim. Sci.* 70:1039-1044.
26. Butler-Hogg, B.W.B., Wood, J.D. (1982). The partition of body fat in British Friesian and Jersey steers. *Anim. Prod.* 35: 253-262.
27. Byers, F.M. (1979). Extraction and measurement of deuterium oxide at tracer levels in biological fluids. *Anal. Biochem.* 98:208-211.
28. Byers, F.M., Schelling, G.T., Cross, H.R., Greene, L.W. (1985). Anabolic agent modification of protein and fat deposition in steers of two sizes. *Proc West Sect. Am. Soc. Anim. Sci.* 34:312-315.
29. Cardellino, R., Rovira, J. (1987). Mejoramiento genético. Cruzamientos. *Agropecuaria Hemisferio Sur.* p.193-208.
30. Carlson, G.P., Harrold, D., Rumbaugh, G.E. (1979). Volume dilution of sodium thiocyanate as a measure of extracellular fluid volume in the horse. *Am. J. Vet. Res.* 40:587-589.
31. Carnegie, A.B., Tulloh, N.M. (1968). The in vivo determination of body water space in cattle using the tritium dilution technique. *Proc. Aust. Soc. Anim. Prod.* 7:308-313.
32. Carrquiry, M., Weber, W.J., Dahlen, C.R., Lamb, G.C., Baumgard, L.H., Crooker, B.A. (2009). Production response of multiparous Holstein cows

- treated with bovine somatotropin and fed diets enriched with n-3 or n-6 fatty acids. *J. Dairy. Sci.* 92(10):4852-4864.
33. Chigaru, P.R.N., Topps, J.H. (1981). The composition of body-weight changes in underfed lactating beef cows. *Anim. Prod.* 32:95-103.
 34. Chilliard, Y., Robelin, Renoad, B. (1984). In vivo estimation of body lipid mobilization and reconstitution in dairy cattle. *Can. J. Anim. Sci.* 64(Suppl.):236-237.
 35. Chilliard, Y., Cisse, M., Lefaivre, R., Remond, B. (1991). Body composition of dairy cows according to lactation stage, somatotropin treatment, and concentrate supplementation. *J. Dairy. Sci.* 74:3103-3116.
 36. Comline, R.S., Silver, M. (1976). Some aspects of fetal and utero laceral metabolism in cows with indwelling umbilical and uterine vascular catheters. *J. Physiol.* 260:571-586.
 37. Cowan, R.T., Robinson, J.J., Greenhalgh, J.F.D., McHattie, I. (1979). Body composition changes in lactating ewes estimated by serial slaughter and deuterium dilution. *Anim. Prod.* 29:81-90.
 38. Dalton, R.G. (1964). Measurement of extracellular fluid volume in cattle with sodium thiosulfate. *Br. Vet. J.* 120:117-124.
 39. Degen, A.A., Young, B.A. (1980). Live-weight, total body water and maternal body-solid changes in pregnant and lactating beef cows. *J. Agric. Sci.* 95:1-5.
 40. De Luca, L. (2008). Nutrición y fertilidad en el ganado lechero. XXXVI Jornadas Uruguayas de Buiatría, Paysandú, 12-14 Junio. p.51-61.
 41. Dickerson, G.E. (1970). Efficiency of animal production-Molding the biological components. *J. Anim. Sci.* 30:849-859.
 42. Dickerson, G.E. (1978). Animal size and efficiency: Basic concepts. *Anim. Prod.* 27:367-369.
 43. DIEA, 2009. Disponible en: [http://www.mgap.gub.uy/portal/hgxpp001.aspx?7,5,85,0,S,0,MNU,E:27,5;MNU](http://www.mgap.gub.uy/portal/hgxpp001.aspx?7,5,85,0,S,0,MNU,E:27,5;MNU;). Fecha de consulta: 28/09/10.
 44. Domecq, J.J., Skidmore, A.L., Lloyd, J.W., Kaneene, J.B. (1995). Validation of body condition scores with ultrasound measurements of Subcutaneous fat of dairy cow. *J. Dairy. Sci.* 78:2308-2313.
 45. Dunn, T.G., Kaltenbach, C.C. (1980). Nutrition and postpartum interval of ewe, sow, and cow. *J. Anim. Sci.* 51(Suppl. 2):29-39.
 46. Dunsbea, F.R., Bell, A.W., Trigg, T.E. (1990). Body composition changes in goats during early lactation estimated using a two-pool model of tritiated water kinetics. *Br. Nutr.* 64:121-127.
 47. Ellenberger, H.B., Newlander, J.A., Jones, C.H. (1950). Composition of the bodies of dairy cattle. *Vermont Agr. Exp. Sta. Bull.* 558:1-66.
 48. Espasandín, A.C., Franco, J., Oliveira, G., Bentancour, O., Gimeno, D., Pereyra, F., Rosberg, M. (2006). Impacto productivo y económico del uso del cruzamiento entre las razas Hereford y Angus en el Uruguay. XXXIV Jornadas Uruguayas de Buiatría, Paysandú, Uruguay. p.41-51.
 49. Faichney, G.J., White, G.A. (1987). Effects of maternal nutritional status on fetal and placental growth and on fetal urea synthesis in sheep. *Australian J. Biol. Sci.* 40:365-377.

50. Faulkner, D.B., Parrett, D.F., McKeith, F.K., Berger, L.L. (1990). Prediction of fat cover and carcass composition from live and carcass measurements. *J. Anim. Sci.* 68:604-610.
51. Ferguson, J.D., Galligan, D.T., Thomsen, N. (1994). Principal descriptors of body condition score in Holstein cows. *J. Dairy. Sci.* 77:2695-2703.
52. Ferrell, C.L., Jenkins. (1984). Energy utilization by nature, nonpregnant, non lactating cows of different types. *J. Anim. Sci.* 58:234-243.
53. Ferrell, C.L., Jenkins, T.G. (1985). Cow type and the nutritional environment: Nutritional aspects. *J. Anim. Sci.* 61:725-741.
54. Ferrell, C.L. (1991). Maternal and fetal influences on uterine and conceptus development in the cow: Blood flow and nutrient flux. *J. Anim. Sci.* 69:1945-1953.
55. Frood, M.J., Croxton, D. (1978). The use of condition-scoring in dairy cows and its relationship with milk yield and live weight. *Anim. Prod.* 27: 285-291.
56. Gad, M., Preston, R.L. (1990). In vivo prediction of extracellular and intracellular water in cattle and sheep using thiocynate and urea. *J. Anim. Sci.* 68:3649-3653.
57. Garrett, W.N., Hinman, N. (1969). Re-evaluation of the relationship between carcass density and body composition of beef steers. *J. Anim. Sci.* 28:1-8.
58. Gestido, V., Perez, R., Carriquiry, M., Soca, P. (2008). Evolución de la condición corporal en el pre y postparto y su relación con los niveles con los metabolitos sanguíneos en vacas de cría primíparas Hereford pastoreando campo natural. XXXVI Jornadas Uruguayas de Buiatría. Paysandú, Uruguay. 12 al 14 de Junio. p.276-277.
59. Gimeno, D., Aguilar, I., Franco, J., Feed, O. (2002). Rasgos productivos y reproductivos de hembras cruza. Seminario de Actualización Técnica: Cruzamientos en bovinos para carne. INIA. Tacuarembó. 295: p.11-20.
60. Goodrich, R.D., Byers, F.M., Schelling, G.T. (1985). Efficiency of tissue storage and retrieval in mature beef cows. *Energy Metabolism of Farm Animals. Eur Assoc Anim Prod*; 32:358.
61. Grainger, C., McGowan, A.A. (1982). The significance of pre-calving nutrition of the dairy cow. in: Dairy production from pasture, Macmillan, K. L., Taufa, V. K. ed. Occasional publication, New Zeland Society of Animal Production. p.134-171.
62. Grigera, J., Bargo, F. (2005). Evaluación del estado corporal en vacas lecheras. Informe Técnico. Disponible en: www.produccion-animal.com.ar. Fecha de consulta: agosto 2009.
63. Groeneveld, E.E., Kallweit, H., Henning, A. (1984). Evaluation of body composition of live animals by X-Ray and nuclear magnetic resonance computed tomography. En: D. Lister (Ed.) In vivo measurement of body composition in meat animals. London, Elsevier, p.84-89.
64. Grummer, R.R. (1995). Impact of changes in organic nutrient metabolism on feeding the transition dairy cow. *J. Anim. Sci.* 73:2820-2833.
65. Hamlin, K.E., Green, R.D., Perkins, T.L., Cundiff, L.V., Miller, M.F. (1995). Real-time ultrasonic measurement of fat thickness and longissimus muscle area: I. Description of age and weight effects. *J. Anim. Sci.* 73:1713-1724.

66. Hammond, A.C., Rumsey, T.S., Haaland, G.L. (1984). Estimation of empty body water in steers by urea dilution. *Growth*. 48(1):29-34.
67. Hammond, A.C., Rumsey, T.S., Haaland, G.L. (1988). Prediction of empty body components in steers by urea dilution. *J. Anim. Sci.* 66:354-360.
68. Hammond, A.C., Waldo, D.R., Rumsey, T.S. (1990). Prediction of body composition in Holstein steer using urea space. *J. Dairy. Sci.* 73:3141-3145.
69. Hankins, O.G., Howe, P.E. (1946). Estimation of the composition of beef carcasses and cuts. *U.S.D.A. Tech. Bull.* 926:1-20.
70. Hay, W.W., Sparks, J.W., Wilkening, R.B., Battaglia, F.C., Meschia, G. (1983). Partition of maternal glucose production between conceptus and maternal tissues in sheep. *American Physiol.* 245:E347-E350.
71. Hay, W.W., Sparks, J.W., Gilbert, M., Battaglia, F.C., Meschia, G. (1984). Effect of insulin on glucose uptake by the maternal hindlimb and uterus, and by the fetus in conscious pregnant sheep. *Endocrinol.* 100:119-124.
72. Hess, B.W., Lake, S.L., Scholljegerdes, E.J., Weston, T.R., Nayigihugu, V., Molle, J.D.C., Moss, G.E. (2005). Nutritional controls of beef cows reproduction. *J. Anim. Sci.* 83 (E. Suppl.):E90-E106.
73. Heymsfield, M.D., Steven, B., Masako, Waki. (1991). Body composition in Humans: Advances In the development of multicompartment chemical models. *Nutr. Rev.* 49:97-108.
74. Hix, E.L., Underbjerg, G.K.L., Hughes, L.S. (1959). The body fluids of ruminants and their simultaneous determination. *Am. J. Vet. Res.* 20(74):184-191.
75. Hopper, T.H. (1944). Methods of estimating the physical and chemical composition of cattle. *J. Agri. Res.* 68:239-268.
76. Houghton, P.L., Lemenager, R.P., Hendrix, K.S., Moss, G.E., Stewart, T.S. (1990). Effects of body composition, pre and postpartum energy intake and stage of production on energy utilization of beef cows. *J. Anim. Sci.* 68:1447-1456.
77. Houghton, P.L., Turlington, L.M. (1992). Application of ultrasound for feeding and finishing animals: A review. *J. Anim. Sci.* 70:930-941.
78. Jairo, C.C. (2001). Caracterización del periodo de transición. Universidad Nacional de Colombia. Facultad de Ciencias Agropecuarias, Departamento de Producción Animal. P.1-5.
79. Jenkins, T.D., Ferrel, C.L. (1999). Beef cow efficiency- Revisted. Beef improvement Federation. Proceiding. Disponible en : <http://beefimprovement.org>. Fecha de consulta: 1/11/2010.
80. Jones, S.D.M., Walton, J.S., Wilton, J.W., Szhótnicki, J.E. (1982). The use of urea dilution and ultrasonic backfat thickness to predict the carcass composition of live lambs and cattle. *Can. J. Anim. Sci.* 62(2):371-379.
81. Jones, G.P., Garnsworthy, P.C. (1989). The effects of dietary energy content on the response of dairy cows to body condition at calving. *Anim. Prod.* 49:183-191.
82. Kock, S.W., Preston, R.L. (1979). Estimation of bovine carcass composition by the urea dilution technique. *J. Anim. Sci.* 48:319-327.
83. Kunz, P.L., Blum, J.W., Hart, I.C., Bickel, H., Landis, J. (1985). Effects of different energy intakes before and after calving on food intake,

- performance and blood hormones and metabolites in dairy cows. *Anim. Prod.* 40:219-231.
84. 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 effect on cow and calf performance. *J. Anim. Sci.* 83:2908-2917.
 85. Laurenz, F.M., Byers, G.T., Schelling, Greene, L.W. (1992). Periodic changes in body composition and in priorities for tissue storage and retrieval in mature beef cows. *J. Anim. Sci.* 70:1950-1956.
 86. Lemons, J.A., Adcock, E.W., Jones, M.D., Naughton, M.A., Meschia, G., Battaglia, F.C. (1976). Umbilical uptake of amino acids in the unstressed fetal lamb. *J. Clin. Invest.* 58:1428-1434.
 87. Lemons, J.A., Schreiner, R.L. (1983). Amino acid metabolism in the ovine fetus. *American Physiol.* 244: E459-E466.
 88. Leury, B.J., Bird, A.R., Chandler, K.D., Bell, A.W. (1990). Glucose partitioning in the pregnant ewe: effects of undernutrition and exercise. *British Nutr.* 64:449-462.
 89. Lowman, B.G., Scott, N., Somerville, S. (1976). Condition score of cattle; Edinburgh School of Agriculture. 6:1-31.
 90. Lucy, M.C., Staples, C.R., Miche, F.M., Thatcher, W.W. (1991). Energy balance and size and number of ovarian follicles detected by ultrasonography in early postpartum dairy cows. *J. Dairy. Sci.* 74:473-482.
 91. Lucy, M.C. (2003). Mechanisms linking nutrition and reproduction in postpartum cows. *Reprod Suppl.* 61:415-427.
 92. Martin, R.A., Ehle, P.R. (1986). Body composition of lactating and dry Holstein cows estimated by deuterium dilution. *J. Dairy. Sci.* 69:88-98.
 93. Maynard, Leonard A, Loosli JK, Harold F, Hintz, Richard G, Warner. (1979). *Animal Nutrition*, 7a. ed. McGraw-Hill, New York. 602p.
 94. McClymont, L. (1967). Selectivity and intake in the grazing ruminant. *Handbook of Physiology, Alimentary Canal, Food and Water Intake* (COLE, C.E., Ed), Amer Physiol Soc, Washington, D.C. 3:129-137.
 95. McDonald, P., Edwards, R.A., Greenhalgh, J.F.D., Morgan, C.A. (2002). *Animal nutrition*. 6a. ed. Pearson. 693p.
 96. McLaren, D.G., Novakofski, J., Parrett, D.F., Lo, L.L., Singh, S.D., Neumann, K.R., McKeith, F.K. (1991). A study of operator effects on ultrasonic measures of fat depth and longissimus muscle area in cattle, sheep and pigs. *J. Anim. Sci.* 69:54-66.
 97. Meier, P.R., Teng, C., Battaglia, F.C., Meschia, G. (1981). The rate of amino acid nitrogen and total nitrogen accumulation in the fetal lamb. *Proc. Soc. Exp. Biol. Med.* 167(4):463-468.
 98. Meikle, A., Kulcsar, M., Chilliard, Y., Febel, H., Delavaud, C., Cavestany, D., Chilbroste, P. (2004). Effects of parity and body condition at parturition on endocrine and reproductive parameters of the cow. *Reprod.* 127:727-737.
 99. Meissner, H.M. (1976). Urea space versus tritiated water space as an in vivo predictor of body water and body fat. *J. Anim. Sci.* 6:171-178.

100. Meissner, H.M., van Staden, J.H., Pretorius, E. (1980). Accuracy of prediction equations for the whole body *in vivo* estimation of body composition in cattle with tritium and urea dilution. *J. Anim. Sci.* 10:165-173.
101. Miller, M.F., Cross, H.R., Baker, J.F., Byers, F.M. (1988). Evaluation of live and carcass techniques for predicting beef carcass composition. *Meat. Sci.* 23:111-129.
102. Mitchell, A.D., Wang, P.C., Rosebrough, R.W., Elsasser, T.H., Schmidt, W.F. (1991). Assessment of body composition of poultry by nuclear magnetic resonance imaging and spectroscopy. *Poult. Sci.* 70(12):2494-2500.
103. Moe, P.W., Tymml, H.F., Flatt, W.P. (1971). Energetics of body tissue mobilization. *J. Dairy. Sci.* 54:548-553.
104. Moe, P.W., Flatt, W.P., Tyrrell, H.F. (1972). Net energy value of feeds for lactation. *J. Dairy. Sci.* 55:945-958.
105. Montaño-Bermudez, M., Nielsen, M.K. (1990). Biological efficiency to weaning and to slaughter of crossbred beef cattle with different genetic potential for milk. *J. Anim. Sci.* 68:2297-2309.
106. Montaño-Bermudez, M., Nielsen, M.K., Deutscher, G.H. (1990). Energy requirements for maintenance of crossbred beef cattle with different genetic potential for milk. *J. Anim. Sci.* 68:2279-2288.
107. Morris, C.A., Baker, R.L., Johnson, D.L., Carter, A.A.H., Hunter, J.C. (1987), Reciprocal crossbreeding of Angus and Hereford cattle: 3: Cow weight, reproduction, maternal performance and lifetime production. *New Zealand J. Agric. Res.* 30:453-467.
108. Moser, D.W., Bertrand, J.K., Mitszta, I., Kriese, L.A., Benyshek, L.L. (1997). Genetic parameter estimates for carcass and yearling ultrasound measurements in Brangus cattle. *J. Anim. Sci.* 75(Suppl. 1):149(Abstr.).
109. Moulton CR. (1923). Age and chemical development in mammals. *J Biol Chem*; 57:79-97.
110. National Research Council. (1978). Nutrient requirements of dairy cattle. *Natl. Acad. Sci., Washington.*
111. National Research Council. (2000). National Research Council. Nutrient requirements of beef cattle. National Academy Press. Washington, 232p.
112. National Research Council. (2001). in Nutrient Requirements of Dairy Cattle. 7a ed. *Natl. Acad. Sci. Washington*, 1 p.62-168.
113. Orcasberro, R., Soca, P., Beretta, V., Trujillo, A.I., Franco, J., Apezteguía, E., Bentancour, O. (1992). Características de la pastura y estado corporal del rodeo de cría en pastoreo de campo natural En: *Evaluación Física y Económica de Alternativas Tecnológicas en Predios Ganaderos. Fac. de Agronomía. EEMAC. Jornada de Producción Animal.* p.36-44.
114. Orcasberro, R. (2000). Manejo nutricional del rodeo de cría en las condiciones pastoriles del país. *Jornada sobre cría vacuna. Centro Veterinario de Salto y Comisión de Reproducción de la Sociedad de Medicina Veterinaria de Uruguay. Gran Hotel Salto.*
115. Panaretto, B.A., Till, A.R. (1963). Body composition in vivo. II. The composition of mature goats and its relationship to the antipyrine, tritiated

- water, and N-acetyl-4-aminoantipyrine spaces. *Aust. J. Agric. Res.* 14:926-943.
116. Petterson, J.A., Slepetic, R., Ehrhardt, R.A., Dunshea, F.R., Bell, W. (1994). Pregnancy but not moderate undernutrition attenuates insulin suppression of fat mobilization in sheep. *J. Nutr.* 124:2431-2436.
 117. Powell, W.E., Huffman, D.L. (1973). Predicting chemical composition of beef carcasses from easily obtainable carcass variables. *J. Anim. Sci.* 36:1069-1076.
 118. Preston, R.L., Huteheson, D.P., Hedrick, H.B., Jeremiah, L.E., Zobrisky, S.E., Krause, G.F. (1968). Indices of chemical composition in live ovines and their carcasses. *Body Composition in Animals and Man. Natl. Academy of Sci. Pub 1598.* 413-428.
 119. Preston, R.L., Kock, S.W. (1973). In vivo prediction of body composition in cattle from urea space measurements. *Proc. Soc. Exp. Biol and Med.* 143:1057-1061.
 120. Preston, R.L., Vance, R.D., Cahill, V.R., Kock, S.W. (1974). Carcass specific gravity and carcass composition in cattle and the effect of bone proportionality on this relationship. *J. Anim. Sci.* 38:47-51.
 121. Quintans, G., Viñoles, C., Sinclair, K. (2004). Follicular growth and ovulation in postpartum beef cows following calf removal and GnRH treatment. *Anim. Reprod. Sci.* 80:5-14.
 122. Quintans, G., Vázquez, A.I. (2002). Effect of premature weaning and suckling restriction with nose plates on the reproductive performance of primiparous cows under range conditions. *Proceedings of the Sixth International Symposium in Domestic Ruminants, Crieff, Scotland, 14-17 August 2002, A65 p, (Abstr.)*.
 123. Quintans, G. (2008). La alternativa para incrementar la tasa de procreo: Disminución del anestro posparto. *Seminario De Actualización Técnica: Cría Vacuna. Serie Técnica 174. INIA Treinta Y Tres, Uruguay.* p.99-109.
 124. Radloff, H.D., Schultz, L.H., Hoekstra, W.G. (1966). Relationship of plasma free fatty acids to other blood components in ruminants under various physiological conditions. *J. Dairy. Sci.* 49:179-182.
 125. Randel, R.D. (1990). Nutrition and postpartum rebreeding in cattle. *J. Anim. Sci.* 68:853-862.
 126. Reid, J.T., Wellington, G.H., Dunn, H.O. (1955). Some relationships among the major chemical components of the bovine body and their application to nutritional investigations. *J. Dairy. Sci.* 38:1344-1359.
 127. Reid, R.L., Hinks, N.T. (1962). Studies on the carbohydrate metabolism of sheep. The metabolism of glucose, free fatty acids, and ketones after feeding and during fasting or undernourishment of non-pregnant, pregnant, and lactating ewes. *Aust. J. Agric. Res.* 13(6):1124-1136.
 128. Reid, J.T., Bensadoun, A., Paladines, O.L., Van Nierkerk, B.D.H. (1963). Body water estimations in relation to body composition and indirect calorimetry in ruminants. *Ann. New York Acad. Sci.* 110:327-342.
 129. Reid, J.T., Bensadoun, A., Bull, L.S., Burton, J.H., Gleeson, P.A., Han, I.K., Joo, Y.D., Johnson, D.E., McManus, W.R., Paladines, O.L., Stroud, J.W., Tyrrell, H.F., Van Niekerk, B.D.H., Wellington, G.W. (1968). Some

- peculiarities in the body composition of animals. En: National Academy of Science. Body composition of animals and man. Publication N° 1598. p.19-41.
130. Reid, J.T., Robb, J. (1971). Relationship of body composition to energy intake and energetic efficiency. *J. Dairy. Sci.* 54:553-564.
 131. Reist, M., Erdin, D., von Euw, D., Tschuemperlin, K., Leuenberger, H., Chilliard, Y., Hammon, H.M., Morel, C., Philipona, C., Zbinden, Y., Kuenzi, N., Blum, J.W. (2002). Estimation of energy balance at the individual and herd level using blood and milk traits in high-yielding dairy cows. *J. Dairy. Sci.* 85:3314-3327.
 132. Reynolds, L.P., Ferrell, C.L., Robertson, D.A., Ford, S.P. (1986). Metabolism of the gravid uterus, fetus and utero-placenta at several stages of gestation in cows. *J. Agric. Sci.* 106:437-444.
 133. Richards, M., Wetteman, W., Schoenemann, R.P. (1989). Nutritional anestrus in beef cows: concentrations of glucose and nonesterified fatty acids plasma and insulin in serum. *J. Anim. Sci.* 67: 2354-2362.
 134. Robelin, J. (1984). Prediction of body composition in vivo by dilution technique, En: Lister, D. (ed). In vivo measurement of body composition in meat animals. Elsevier, New York. p.106-112.
 135. Robelin, J. (1986). Growth of adipose tissues in cattle; partitioning between depots, chemical composition and cellularity. A review. *Livest. Prod. Sci.* 14: 349-364.
 136. Robelin, J., Tulloh, N.M. (1992). Patterns of growth of cattle. En: World Animal Science. Ed. R. Jarrige & C. Beranger, Beef Cattle production, Elsevier. Amsterdam. C5. p.111-126.
 137. Robinson, J.J., Sinclair, K.D., Randel, R.D., Sykes, A.R. (1999). Nutritional management of the female ruminant: mechanistic approaches and predictive models. En: Jung, H.J.G., Fahey, G.C. (eds). Nutritional Ecology of Herbivores. Proceedings of the Vth International Symposium on the Nutrition of Herbivores. American Soci. Anim. Sci. USA. p.550-608.
 138. Rodríguez Blanquet, J.B. (2008). Asociación del efecto del destete precoz-progestágeno sobre la fertilidad en vacas primíparas inseminadas a tiempo fijo. En 31° Congreso Argentino de Producción Animal. Cordoba.
 139. Ross, J.G., Preston, R.L., Bartle, S.J. (1992). Evaluation of sodium thiosulfate as an extracellular water marker in cattle. *J. Anim. Sci.* 70:434-438.
 140. Rule, D.C., Arnold, R.N., Hentges, E.J., Beitz, D.C. (1986). Evaluation of urea dilution as a technique for estimating body composition of beef steers in vivo: Validation of published equation and comparison with chemical composition. *J. Anim. Sci.* 63:1935-1948.
 141. San Pietro, A., Rittenberg, D. (1953). A study of the rate of protein synthesis in humans. 1. Measurement of the urea pool and urea space. *J. Biol. Chem.* 201:445-455.
 142. Selk, G.E., Wettemann, R.P., Lusby, K.S., Oltjen, J.W., Mobley, S.L., Rasby, R.J., Garmendia, J.C. (1988). Relationships among weight change body condition and reproductive performance of range beef cows. *J. Anim. Sci.* 66:3153-3159.

143. Short, R.E., Bellows, R.A., Staigmiller, R.B., Berardinelli, J.G., Custer, E.E. (1990). Physiological mechanisms controlling anestrus and infertility in postpartum beef cattle. *J. Anim. Sci.* 68:799-816.
144. Schröder, U.J., Staufenbiel, R. (2006). Methods to determine body fat reserves in the dairy cow with special regard to ultrasonographic measurement of backfat thickness. *J. Dairy. Sci.* 89:1-14.
145. Soberman, R., Brodie, B.B., Levy, B.B., Axelrod, J., Hollander, V., Steele, J.M. (1949). The use of antipyrine in the measurement of total body water in man. *J. Biol. Chem.* 179:31-42.
146. Soca, P., Orcasberro, R., Cordoba, G., Laborde, D., Beretta, V., Franco, J. (1992). Efecto del destete temporario sobre la performance de rodeos de cría. *Evaluación Física y Económica de Alternativas Tecnológicas en Predios Ganaderos. Estación Experimental M. A. Cassinoni. Facultad de Agronomía. Universidad de la República.* p.54-56.
147. Soca, P., Orcasberro, R. (1992). Propuesta de manejo del rodeo de cría en base a estado corporal, altura del pasto y aplicación de destete temporario. En: *Jornada de producción animal. Evaluación física y económica de alternativas tecnológicas en predios ganaderos, Estación Experimental Mario A. Cassinoni Facultad de Agronomía. Universidad de la República Oriental del Uruguay.* 54-56p.
148. Soca, P., Trujillo, A.I., Burgueño, J., Orcasberro, R. (1994). Propuesta de manejo para mejorar la eficiencia reproductiva de los rodeos de cría (Parte II). *Mer Agrop.* 207:29-33.
149. Soca, P., Olmos, F., Espasandín, A., Bentancur, D., Preyra, F., Cal, V., Sosa, M., Do Carmo, M. (2008). Herramientas para mejorar la utilización del campo natural, el ingreso económico de la cría y atenuar los efectos de la variabilidad climática en sistemas de cría vacuna del Uruguay. a – impacto en cambios en la estrategia de asignación de forraje sobre la productividad de diversos grupos genéticos bajo pastoreo del campo natural. *Serie Técnica 174. INIA Treinta Y Tres, Uruguay.* p.110-120.
150. Stacey, T.E., Weedon, A.P., Haworth, C., Ward, R.H.T., Boyd, R.D.H. (1978). Fetomaternal transfer of glucose analogues by sheep placenta. *Am. J. Physiol.* 234:E32-E37.
151. Topel, D., Kauffman, R. (1988). Live animal and carcass composition measurement. En: *National Academy Press. Designing Foods: Animal product options in the market place.* p.258-272.
152. Vazquez-Añón, M., Bertic, S., Luck, M., Grummer, R.R. (1994). Peripartum liver triglycerides and plasma metabolites in dairy cows. *J. Dairy. Sci.* 77:1521-1528.
153. Vérité, R., Chilliard, Y. (1990). Effect of age of dairy cows on body composition changes throughout the lactation cycle as measured with deuteriated water. *Proc 6a I. Alim. Nutt. Herbiv., Abstr. 38. Inst. Nat. Rech. Agron. Paris, France.* 41(1):118.
154. Vizcarra, J.A., Ibañez, W., Orcasberro, R. (1986). Repetibilidad y reproductibilidad de dos escalas para estimar la condición corporal de vacas Hereford. *Inv. Agron.* 7(1):45-47.

155. Vizcarra, J.A. (1989). Algunas estrategias para el manejo del rodeo de cría. Jornada sobre estrategias de suplementación de pasturas en sistemas intensivos. 13 de julio. Plan Agropecuario. La Estanzuela. MGAP – DGGTT – CIAAB.
156. Wagner, J.J., Lusby, K.S., Oltjen, J.W., Rakestraw, J., Wettemann, R.P., Walters LE. (1988). Carcass composition in mature Hereford cows: Estimation and effect on daily metabolizable energy requirement during winter. *J. Anim. Sci.* 66:603-612.
157. Waltner, S.S., McNamara, J.P., Hillers, J.K., Brown, D.L. (1994). Validation of indirect measures of body fat in lactating cows. *J. Dairy. Sci.* 77:2570-2579.
158. Wellington, G.H., Reid, J.T., Bratzler, L.J., Miller, J.I. (1956). Use of antipyrine in nutritional and meats studies with cattle. *J. Anim. Sci.* 15:76-85.
159. Wetteman, R., Lents, C.A., Ciccioli, N.H., White, F.J., Rubio, I. (2003). Nutritional- and suckling-mediated anovulation in beef cows. *J. Anim. Sci.* 81(Suppl. 2):E48-E59.
160. Wildman, E.E., Jones, G.M., Wagner, P.E., Boman, R.L., Troutt, J.R., Lesch, T.N. (1982). A dairy cow body condition scoring system and its relationship to selected production characteristics. *J. Dairy. Sci.* 65:495-501.
161. William, A.R. (2002). Ultrasound applications in beef cattle carcass research and management. *J. Anim. Sci.* 80(E. Suppl. 2):E183-E188.
162. Wiltbank, J.N., Rowden, W.W., Ingalls, J.E., Geegoey, K.E., Koch, R.M. (1962). Effect of Energy Level on Reproductive Phenomena of Mature Hereford Cows. *J. Anim. Sci.* 21:219-225.
163. Wrenn, T.R., Cecil, H.C., Connolly, M.R., Miller, R.W., Okamoto, M., Bitman, J. (1962). Extracellular body water in growing calves as measured by thiocyanate space. *J. Dairy. Sci.* 45:205-209.
164. Wright, I.A., Russel, A.J.F. (1984). Estimation in vivo of the chemical composition of the bodies of mature cows. *Anim. Prod.* 38:33-44.
165. Yildiz, S. (1997). Nutrition and Folliculogenesis in Post-partum Beef Cattle. Thesis for Doctor of Philosophy, University of Aberdeen, Scotland, UK. 228p.

155-165