

**UNIVERSIDAD DE LA REPÚBLICA
FACULTAD DE AGRONOMÍA**

**EFFECTO DE LA GLICERINA CRUDA ADMINISTRADA JUNTO A
AFRECHILLO DE ARROZ EN UNA SUPLEMENTACIÓN DE CORTA
DURACION (FLUSHING) ANTES DEL ENTORE, SOBRE EL
COMPORTAMIENTO PRODUCTIVO Y REPRODUCTIVO DE VACAS DE
CARNE DE SEGUNDO ENTORE EN ANESTRO Y PASTOREANDO CAMPO
NATURAL**

por

**Juan Manuel CLARIGET BRIZ
Mauricio Xavier KARLEN GONNET
Lorena Carolina ROMÁN GAY**

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

**MONTEVIDEO
URUGUAY
2011**

Tesis aprobada por:

Director: -----
DMV (PhD) Raquel PÉREZ CLARIGET

DMV(MSc) Carlos LÓPEZ MAZZ

Ing. Agr. (PhD) Pablo CHILIBROSTE

Ing. Agr. (MSc) Pablo SOCA

Fecha: 30 de mayo de 2011

Autor: -----
Juan Manuel CLARIGET BRIZ

Mauricio Xavier KARLEN GONNET

Lorena Carolina ROMÁN GAY

AGRADECIMIENTOS

En primer lugar, agradecer a cada uno de las personas que nos recibieron en la Estación Experimental Bernardo Rosengurt y que permitieron la realización de este trabajo. Al Ing. Ag. Carlos Mantero, Director de la Estación, que respondió a cada pedido realizado y que junto con Ing. Ag. José Luis Viera, Pablo Hernandez y Elisa Arana compartieron la grandiosa estadía durante el trabajo de campo. Al Ing. Agr. Eduardo Lena, al personal de campo, entre ellos, Oscar y José Cáceres y Dorrel Bentancour que nos ayudaron sin importar horarios. En especial, al Dr. Carlos López Mazz por su gran apoyo y paciencia en el trabajo de campo.

A Andrés Pena y Nicolas Spinelli por el análisis de la glicerina, al DILAVE por los estudios de funcional hepático y a Biogran por facilitarnos la glicerina con la que se realizó este trabajo. Muy especialmente agradecer, a Andrea Álvarez que, con su gran paciencia nos ayudó en los estudios de laboratorio.

A los miembros del tribunal por el tiempo empleado en la corrección de la tesis y por las sugerencias brindadas.

Gracias a nuestras familias, por su sacrificio, por su ejemplo de superación incasable, por su comprensión y confianza y por su amor incondicional. A quienes sin escatimar esfuerzo alguno, han sacrificado gran parte de su vida para formarnos y educarnos, con la ilusión de convertirnos en personas de provecho. A quienes nunca podremos pagar todos sus desvelos, ni aún con las riquezas más grandes del mundo. Gracias, porque sin su apoyo no hubiera sido posible la realización de las más grande de nuestras metas, la que constituye la herencia más valiosa que pudiéramos recibir. Nuestro trofeo es también es suyo.

A todos aquellos compañeros y amigos que conocimos a lo largo de la carrera, quienes quedan en nuestro recuerdo, junto a todas las experiencias vividas. A aquellos que compartieron con nosotros la gran experiencia de la EEMAC, y muy en especial a aquellos que compartieron con nosotros no solos las aulas de estudio, sino cada tropezo y alegría de este largo camino.

Por último, el importante agradecimiento, a nuestra tutora, Raquel Pérez Clariget, por su apoyo incondicional en cada momento, por su paciencia y buen humor, por creer que podíamos superarnos como personas y estudiantes. También agradecer a su familia por recibirnos en su casa, y en especial a Guido Carballo.

2.4.3.2 Destinos del glicerol administrado.....	25
2.4.3.3 Dosis y efectos productivos y metabólicos...	26
2.4.3.4 Efectos nocivos de la glicerina.....	27
3. <u>MATERIALES Y MÉTODOS</u>	30
3.1 LOCALIZACIÓN Y PERÍODO EXPERIMENTAL.....	30
3.2 PRECIPITACIÓN.....	30
3.3 SUELO.....	30
3.4 ANIMALES, DISEÑO EXPERIMENTAL Y MANEJO.....	31
3.5 PASTURAS Y ASIGNACIÓN DE FORRAJE.....	35
3.6 MUESTREO Y DETERMINACIONES.....	38
3.6.1 <u>Condición y peso corporal</u>	38
3.6.2 <u>Producción y composición de leche</u>	38
3.6.3 <u>Muestro de sangre y determinaciones</u>	39
3.6.4 <u>Comportamiento reproductivo</u>	41
3.6.4.1 Actividad ovárica.....	41
3.6.4.2 Comportamiento sexual.....	41
3.6.4.3 Preñez.....	42
3.7 BALANCE ENERGÉTICO.....	42
3.8 ANÁLISIS ESTADÍSTICO.....	42
4. <u>RESULTADOS</u>	44
4.1 RESULTADOS DE LA FASE DE MONITOREO.....	44
4.1.1 <u>Condición corporal</u>	44

4.1.2 <u>Peso corporal</u>	45
4.1.3 <u>Producción de leche</u>	46
4.1.4 <u>Peso de los terneros</u>	46
4.2 RESULTADOS FASE EXPERIMENTAL.....	48
4.2.1 <u>Condición corporal</u>	49
4.2.2 <u>Peso corporal</u>	49
4.2.3 <u>Producción y calidad de leche</u>	50
4.2.4 <u>Peso de los terneros</u>	52
4.2.5 <u>Actividad ovárica</u>	54
4.2.6 <u>Celo</u>	54
4.2.7 <u>Preñez</u>	54
4.3 BALANCE ENERGÉTICO.....	54
4.3.1 <u>Fase de monitoreo del lote experimental</u>	54
4.3.2 <u>Fase experimental</u>	56
4.4 ASPECTOS CLÍNICOS Y FUNCIONALIDAD HEPÁTICA.....	58
5. <u>DISCUSIÓN</u>	60
5.1 FASE DE MONITOREO.....	60
5.2 FASE EXPERIMENTAL.....	62
5.2.1 <u>Asignación de forraje, altura y calidad</u>	63
5.2.2 <u>Condición corporal y peso corporal</u>	64
5.2.3 <u>Producción de leche</u>	65
5.2.4 <u>Calidad de la leche</u>	66

5.2.5 <u>Peso de los terneros</u>	68
5.2.6 <u>Actividad reproductiva</u>	69
5.2.7 <u>Balance energético</u>	71
5.2.8 <u>Metanol y funcional hepático</u>	72
6. <u>CONCLUSIONES</u>	74
7. <u>RESUMEN</u>	75
8. <u>SUMMARY</u>	77
9. <u>BIBLIOGRAFÍA</u>	79
10. <u>ANEXOS</u>	100

LISTA DE CUADROS E ILUSTRACIONES

Cuadro No.	Página
1. Resumen de los trabajos realizados y resultados del porcentaje de preñez en los primeros 30 días de entore (preñez temprana) y preñez total.....	19
2. Precipitación registrada durante el año 2010.....	30
3. Composición química de la glicerina cruda y el afrechillo de arroz.....	32
4. Composición química de la pastura.....	36
5. Evolución de los atributos de la pastura en los seis potreros utilizados.....	37
6. Asignación de forraje.....	37
7. Efecto del grupo experimental (GE), días pos parto (DPP), genotipo (G) y las interacciones DPP*GE y DPP*G y fecha de muestreo sobre la condición corporal (CC), peso corporal (PC) y producción de leche (PL) en la fase de monitoreo.....	44
8. Efecto del grupo experimental (GE), edad, genotipo de la madre y el ternero y el sexo sobre el peso corporal de los terneros en la fase de monitoreo.....	44
9. Efecto de la suplementación (Supl), fecha, genotipo (G), interacción fecha*suplementación (Supl*fecha), condición corporal al parto (CCP) sobre la condición corporal (CC), peso corporal (PC), producción de leche (PL), contenido de grasa y proteína como porcentaje (%) y contenido total (CT) y vacas en anestro superficial, preñez a IATF y final en la fase de suplementación.....	48
10. Efecto de la suplementación (Supl), genotipo, sexo, peso al nacimiento (PN) e interacción suplementación*fecha (Supl*fecha) sobre el peso corporal de los terneros en la fase experimental.....	48
11. Evolución de la Condición Corporal de vacas primíparas controles (CONT) y suplementadas (SUP) con afrechillo de arroz y glicerina cruda.....	49
12. Peso corporal de vacas de primera cría suplementadas (SUP) con afrechillo de arroz y glicerina y no suplementadas (CONT).....	50

13. Contenido de proteína en leche en vacas de primera cría suplementadas conafrechillo de arroz y glicerina (SUP) y no suplementadas (CONT).....	52
---	----

Figura No.

1. Partición de nutrientes dentro del animal.....	6
2. Regulación metabólica del eje hipotálamo-hipófisis-ovario.....	13
3. Evolución de la CC recomendado para vacas y vaquillonas a través del año y altura del pasto de campo natural necesario para lograrlo.....	16
4. Cronograma de actividades realizadas.....	34
5. Distribución de los muestreos de disponibilidad y altura del forraje.....	36

Foto No.

1. Parcelas de consumo individual del suplemento.....	31
2. Máquina de ordeño portátil.....	39

Gráfica No.

1. Duración del período parto-primer celo según condición corporal al parto..	7
2. Preñez en relación a la CC al parto y la CC dinámica.....	8
3. Porcentaje de preñez según Condición Corporal al Parto.....	9
4. Evolución de la condición corporal de vaquillonas pre y posparto en la fase de monitoreo.....	45
5. Evolución del peso corporal de vaquillonas pre y posparto en la fase de monitoreo.....	46
6. Evolución del peso corporal de los terneros en la fase de monitoreo.....	47

7. Evolución del peso corporal de vacas de primera cría suplementadas con afrechillo de arroz y glicerina (SUP ■) y no suplementadas (CONT ▲)....	50
8. Evolución de la producción de leche de las vacas de primera cría suplementadas (SUP ■) con afrechillo de arroz y glicerina y no suplementadas (CONT ▲).....	51
9. Evolución del peso de los terneros hijos de vacas suplementadas (SUP ■) y no suplementadas (CONT ▲) en el período de suplementación.....	53
10. Evolución de los Requerimientos totales por categoría según días pre y posparto para la etapa de monitoreo del lote.....	55
11. Balance energético según días pre y posparto en la etapa de monitoreo del lote.....	56
12. Evolución de los requerimientos totales y por categoría de requerimiento según tratamiento.....	57
13. Balance energético en el período de suplementación para los diferentes tratamientos.....	57
14. Concentración de proteína total en suero de vacas primíparas suplementadas (SUP ■) y no suplementadas (CONT ▲) en el período de suplementación y una semana posterior.....	58
15. Concentración de Albúmina en suero de vacas primíparas suplementadas (SUP ■) y no suplementadas (CONT ▲) en el período de suplementación y una semana posterior.....	59

1. INTRODUCCIÓN

La eficiencia de los sistemas criadores está determinada por el porcentaje de destete y por el peso de los terneros destetados (De Castro et al., 2002). El primero de estos parámetros promedia en los últimos 20 años 64% en el rodeo nacional (Pereira y Soca, 2000), oscilando interanualmente; por ejemplo, la última seca (2008) provocó una disminución de 13 puntos porcentuales en el porcentaje de preñez con respecto al año anterior (URUGUAY. MGAP. DIEA, 2009b). La baja eficiencia reproductiva limita el complejo exportador cárnico, uno de los principales y activos rubros de exportación del país (1122 millones de dólares por concepto de exportación de carne bovina en el 2010; Chouy, 2011). La cría en el Uruguay, ocupa aproximadamente 8,3 millones de Hás de las 13,2 millones destinadas a las actividades ganaderas (URUGUAY. MGAP. DIEA, 2009a). La base forrajera de la actividad es el campo natural que presenta una importante variación de la producción y calidad de forraje entre y dentro de años, debido principalmente a la variabilidad climática (Carámbula, 1991). Esta variación, junto con las condiciones de manejo y sanidad, explican en gran medida los indicadores reproductivos del rodeo nacional (Orcasberro, 1994).

La principal causa del bajo porcentaje de destete es el prolongado anestro posparto, producto fundamentalmente de dos factores: la subnutrición (Short et al. 1990, Wettemann y Bossis 2000, Hess et al. 2005) y el amamantamiento/presencia del ternero (Short et al. 1990, Williams 1990, Stevenson et al. 1997). La categoría más afectada es la vaca de segundo entore (Bellows et al. 1982, De Castro et al. 2002, Quintans et al. 2003a), la que presenta anestros posparto más prolongados que las vacas multíparas (Bellows y Short 1978, Quintans et al. 2003a).

La Facultad de Agronomía ha trabajado en la última década del siglo pasado en alternativas estratégicas de manejo general del rodeo de cría, que concluyeron que logrando condiciones corporales (CC) al parto e inicio de entore de 4 unidades en vacas multíparas y 4.5 en primíparas (escala por apreciación visual del 1 al 8, Vizcarra et al., 1986), se incrementa la probabilidad de preñez en el siguiente entore (Orcasberro et al., 1992b). Sin embargo, nueve años después solamente el 30% de los establecimientos utilizaban la CC en el manejo de los rodeos (Gil, 2001). A nivel nacional, la investigación ha hecho énfasis en dos temas fundamentales que influyen en la duración del anestro posparto en las vacas de carne en nuestro sistema pastoril: manejos de la lactancia y la nutrición de la vaca de cría. De los 215 trabajos de investigación publicados sobre eficiencia reproductiva del rodeo de cría (desde 1963 hasta 2005), 20% eran relacionados a la nutrición de la vaca de cría y 26 % al manejo de la lactancia (Frachia y Rovira, 2005).

En nuestro país se han estudiado diferentes alternativas de manejos del amamantamiento: la separación definitiva del ternero a edades tempranas (destete precoz), el impedimento del amamantamiento a través de la colocación de tablillas

nasales (destete temporario) durante 7 a 14 días y la separación temporal del ternero por un corto periodo (2 a 10 días) (Quintans, 2003b), con resultados que mejoran la preñez entre 20 y 60% con la aplicación destete precoz y entre 10 y 30% con el destete temporario (Blanco y Montedónico, 2003a).

En años recientes, se ha demostrado que suplementaciones por cortos períodos antes o durante el entore, asociados o no a destete temporario, aumentan entre 20-30% la preñez temprana en vacas de segundo entore con subcondición corporal y en anestro (Pérez-Clariget et al., 2007).

Por otra parte, nuestro país ha comenzado a producir biodiesel; en la actualidad ALUR produce 50 t por día, para satisfacer la demanda que implica la mezcla de 2% de biodiesel en el gas oil para el mercado nacional. En unos años ampliará la producción para satisfacer el 5% que estipula la ley. La producción de biodiesel genera actualmente 5 t/d de glicerina cruda (1 kg de glicerina cada 10 kg de biodiesel) y en un futuro cercano esta cifra se elevará a 12 o 13 t/d. Si bien, la glicerina cruda es considerada internacionalmente un subproducto de la industria del biodiesel, actualmente a nivel nacional representa un residuo de difícil gestión, ya que no se ha encontrado alternativas para su utilización y termina quemándose en los hornos de las cementeras para lograr alcanzar altas temperaturas que impidan la generación de acroleína (compuesto tóxico), sin generar ganancias y constituyendo un riesgo ambiental¹.

El sector pecuario puede ser una alternativa para utilizar la glicerina cruda de la industria del biodiesel, siempre y cuando esta cumpla con determinados requisitos que permitan que el producto sea apto para el consumo animal. El glicerol aumenta la producción total de los ácidos grasos volátiles tanto *in vivo* (Wang et al., 2009a) como *in vitro* (Trabue et al., 2007), aumentando fundamentalmente la producción de ácido propiónico (Rémond et al. 1993, Traube et al. 2007, Ferraro et al. 2009, Wang et al. 2009a). Teniendo en cuenta que tanto, éste último como el propio glicerol es un potente agente neoglucogénico (Mayes, 1999), es razonable plantearse el glicerol como un suplemento energético para el sector criador. Sin embargo, la información disponible sobre el uso de glicerina cruda en vacas de carne es escasa a nivel internacional, y no hay antecedentes disponibles a nivel nacional.

1.1 OBJETIVO GENERAL

Este experimento se llevó a cabo con el objetivo de aportar conocimiento sobre el uso de la glicerina cruda derivada de la industria del biodiesel en la alimentación de rumiantes y sus efectos sobre la producción y reproducción, para generar alternativas que aumenten el porcentaje de preñez temprana en los rodeo de cría.

¹ Pena, A.; Spinelli, N. 2010. Com. personal.

1.2 OBJETIVO ESPECÍFICO

Evaluar los efectos de la suplementación de corta duración (flushing) antes del entore con glicerina cruda y afrechillo de arroz sobre el comportamiento reproductivo y productivo de vacas de carne de segundo entore en anestro y pastoreando campo natural.

1.3 HIPÓTESIS

En base al problema expuesto, y los antecedentes planteados, se desafió la hipótesis de que la glicerina cruda administrada junto a afrechillo de arroz en una suplementación de corta duración antes del entore, mejoraría el balance energético y promovería un mejor comportamiento productivo y reproductivo de vacas de carne de segundo entore en anestro y pastoreando campo natural.

2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

2.1 ANESTRO POSPARTO

El anestro posparto (APP) es uno de los cuatro procesos fisiológicos, que junto con la involución uterina, ciclos estrales cortos y la infertilidad general, determinan la infertilidad del rodeo en el posparto (Short et al., 1990). La infertilidad y el anestro fueron primeramente reconocidos como un problema para la industria cárnica desde hace más de 80 años (Hammond, 1927). El anestro afecta la fertilidad por un período de tiempo mayor que la involución uterina y los ciclos estrales cortos (90 días vs 30 y 45 días, respectivamente; Short et al., 1990). En Uruguay, se ha reportado que el largo del APP en vacas primíparas es mayor a 120 días (Quintans y Vázquez, 2002). Es importante destacar que las vacas para lograr intervalos entre parto de 12 meses, es decir, llegar a la meta de un ternero por vaca por año, deberían quedar preñadas antes de los 85-90 días postparto (Long et al., 2009).

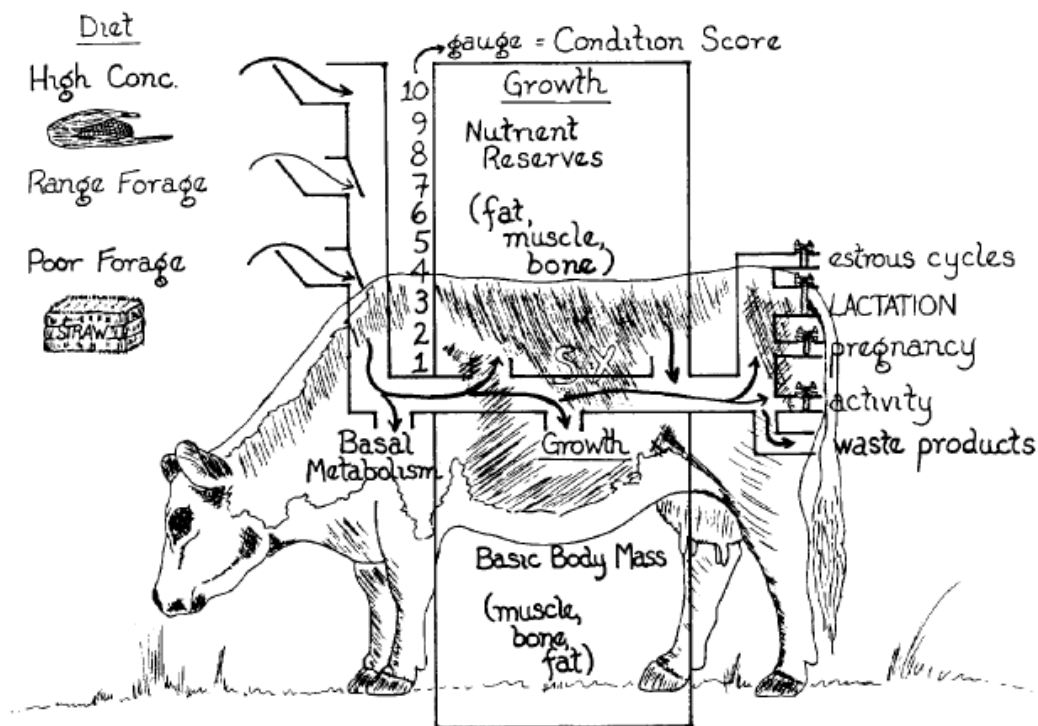
La duración del APP es influenciada por factores denominados menores como son la estación, raza, número de partos, distocia, presencia del toro, y efectos propios del parto anterior; y efectos mayores: la nutrición y el amamantamiento y/o presencia del ternero. Estos efectos, mayores y menores, pueden interactuar entre ellos por lo que el control del APP es un fenómeno complejo (Short et al., 1990).

El APP, medido como días al primer celo, es de mayor duración cuando las vacas están amamantando, que cuando los terneros son destetados al nacimiento (65 vs 25 d; Short et al., 1972), pero la sola presencia del tejido mamario también prolonga el APP (25 vs 12 d, en vacas intactas vs vacas mastectomizadas, respectivamente; Short et al., 1972). La frecuencia del amamantamiento también tiene un efecto negativo sobre el largo del APP; vacas cuyos terneros tenían libre acceso a ellas presentaron anestros más largos que aquellas que amamantaron solo durante 30 min por día (Browning et al., 1994). La presencia del ternero, independientemente de la producción de leche (PL), es un factor inhibitorio del eje reproductivo que marca una diferencia en el posparto de vacas de carne y de leche. En efecto, vacas que amantaron dos veces al día incrementaron la duración del APP en comparación con vacas que fueron ordeñadas dos veces al día (Lamb et al., 1999). La sola presencia del ternero, sin estar en contacto con la zona inguinal, retrasa los días a la primera ovulación comparado cuando el ternero es separado completamente de la madre ($22,5 \pm 2,2$ d vs $14,3 \pm 2,2$ d, respectivamente), y máximo ($35,4 \pm 2,2$ d) cuando el ternero permanece junto a su madre sin restricción (Hoffman et al., 1996). La visión y el olfato juegan un rol importante en la identificación del ternero como propio. Tal es así que, cuando las vacas amamantan un ternero ajeno o el suyo propio pero presentan limitaciones en estos sentidos (vista u olfato), los pulsos de hormona luteinizante (LH) se incrementan en comparación con vacas que amamantan a su propio ternero y no presentan limitaciones ni visuales ni olfativas (Griffith y Williams, 1996).

Más allá de los efectos que produce el vínculo materno filial sobre el largo del APP, la PL, como competidora de la energía consumida impacta sobre el mismo. Incrementos en la PL y porcentaje de grasa a los 30 días posparto (DPP), consecuencia de una mayor cantidad de energía ingerida, fueron asociados a una mayor duración del APP (Lalman et al., 2000). A nivel nacional, Soca et al. (1992), trabajando con vacas Hereford pastoreando campo natural a las cuales les aplicó destete temporario, pasaron de producir 6,1 l/d a producir 4,4 l/d mientras que las vacas testigo mantuvieron su nivel de producción. Similares resultados fueron reportados por Franco et al. (2002), quienes mostraron que el destete temporario provocó un descenso en la PL de 4,3 l/d a 3,35 l/d. Es posible, que esta disminución en los niveles de PL influya sobre el destino de los nutrientes que consume el animal, los que podrían ser destinados a otras funciones como, por ejemplo la reproducción, y contribuir a explicar los resultados positivos que se observan con el uso del destete temporario sobre el porcentaje de preñez (Soca et al., 1992).

El balance energético pre y pos parto es el factor más importante que afecta la duración del intervalo parto primer estro (Hess et al., 2005). En este sentido, a la hora de hacer frente a los requerimientos energéticos de las diferentes funciones, el animal prioriza el mantenimiento de la vida en detrimento de la propagación de la especie. El orden aproximado en la partición de nutrientes es el siguiente: metabolismo basal, actividad, crecimiento, reservas energéticas básicas, gestación, lactación, reservas energéticas adicionales, ciclos estrales e iniciación de la preñez, y por último reservas en exceso (Figura No. 1), y este orden puede variar dependiendo de las funciones que estén presentes y en qué nivel (Short et al., 1990). En la lactancia temprana, el tejido mamario tiene prioridad en la partición de nutrientes como parte de un control homeorético, se promueven grandes cambios a nivel metabólico en diferentes tejidos, para soportar la creciente PL. Entre estos, se destacan los cambios en el metabolismo lipídico (incremento de la lipólisis, y disminución de la lipogénesis), proteico (incremento en la movilización de proteínas), mineral (incremento en la movilización de calcio) y el metabolismo de carbohidratos (incrementos en la neoglucogénesis y glucogenolisis) (Bauman y Currie, 1980). La glándula mamaria requiere alrededor del 80% del total de la glucosa (Bauman y Currie, 1980) en la lactancia temprana, en este período el resto de los tejidos pasan de oxidar 34% del total de glucosa a los 30 d preparto a 8-9 % a los 7 DPP (Bennink et al., 1972).

Figura No. 1. Partición de nutrientes dentro del animal.



Fuente: Short et al. (1990)

Las reservas energéticas pueden constituir alrededor del 50% del peso potencial de un animal (Short et al., 1990) y pueden ser estimadas a través de la CC, una técnica precisa y repetible en el tiempo (Vizcarra y Wettemann, 1996).

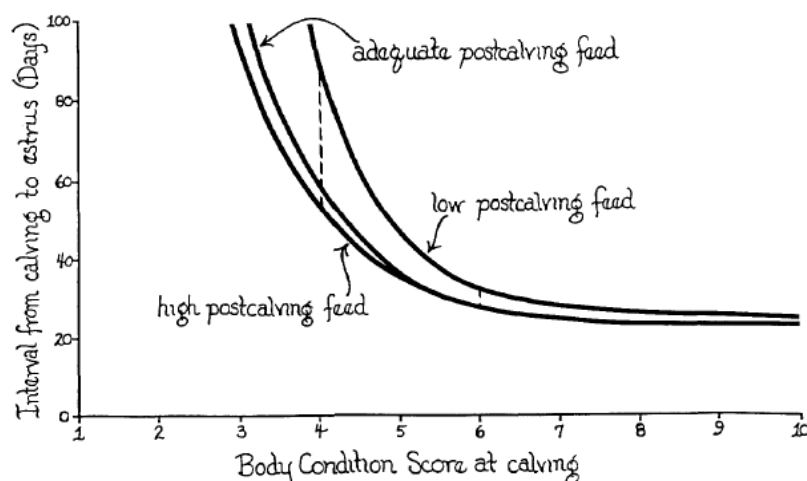
La condición corporal al parto (CCP), reflejo de la alimentación preparto, y la alimentación posparto, influyen el reinicio de la actividad cíclica ovárica y por lo tanto el largo del APP tanto en vacas de carne (Short et al. 1990, Lalman et al. 1997, Vizcarra et al. 1998, Wettermann et al. 2003), como en vacas lecheras (Pryce et al., 2001) e interaccionan entre sí. Hay acuerdo en que la alimentación preparto es el factor más importante que determina la duración del APP en ganado de carne (Richards et al. 1986, Perry et al. 1991, Lalman et al. 1997), sin embargo, la nutrición posparto puede contrarrestar, al menos parcialmente, los efectos de la restricción nutricional preparto (Perry et al. 1991, Lalman et al. 1997, Ciccioli et al. 2003).

La relación entre nutrición pre y posparto, y sus efectos sobre el largo del intervalo parto primer estro se muestra en el Gráfico No. 1. Como se puede apreciar, con una CCP de 4 y 6 (escala del 1 al 10), la duración del APP varió entre 30 y 60 días según las vacas eran sometidas a altos o bajos niveles de alimentación posparto (Short et al.,

1990). Cuando la CCP era menor, solo con los niveles adecuados y altos de suplementación posparto, las vacas podían salir del anestro antes de los 90 días, mientras que, cuando parían con CCP superiores a 6 el largo de APP se independizaba de la alimentación posparto (Short et al., 1990). Resultados similares fueron reportados por Richards et al. (1986), quienes encontraron diferencias significativas en el intervalo parto-estro y parto-concepción de vacas con más de 5 y menos de 4 unidades de CC (escala de 1 a 9 unidades) a favor del primer estrato de CC y concluyeron que el nivel de energía posparto no tiene efecto en vacas con una CC mayor a 5, pero si en aquellas que paren con una condición menor. Aún más, vacas multíparas no lactantes, entran en anestro cuando alcanzan 3,5 puntos de CC (escala de 1 al 10; Richards et al., 1989a) que equivalen a 2,75 unidades en la escala que utiliza en ganado de carne Uruguay.

Lalman et al. (1997), trabajando con vacas primíparas e iniciando la suplementación después del parto, no encontraron beneficios en el intervalo parto-primera ovulación al incrementar más de 1,8 unidades de CC durante la lactación temprana en vacas con más de 4,2 de CCP (escala de 1 a 9). Sin embargo, un aumento en la alimentación posparto, no logró mitigar pérdidas de CC durante el último tercio de gestación de magnitud similar, y el intervalo parto-ovulación fue más prolongado que en vacas con mejor alimentación preparto pero con restricción en el posparto (Perry et al., 1991). Esto lleva a pensar que, la efectividad de la alimentación posparto depende de la severidad de la restricción preparto (Lalman et al., 1997) y que la alimentación preparto determina cuando la ovulación se produciría mientras que la alimentación posparto determinaría si esta se produce o no (Perry et al., 1991).

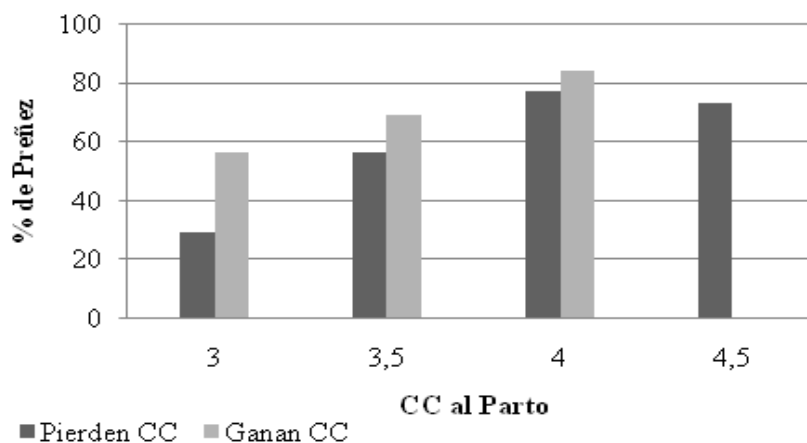
Gráfica No. 1. Duración del período parto-primero celo según condición corporal al parto.



Fuente: Short et al. (1990)

En trabajos nacionales, se ha encontrado que en vacas multíparas con CCP 4 la evolución de la CC durante el período parto siguiente entore tiene poco impacto sobre la probabilidad de preñez (0,8 o 0,84; Orcasberro et al., 1994). Sin embargo, el efecto de la ganancia o pérdida en CC posparto sobre la probabilidad de preñez, se manifiesta en vacas que paren con menor CC (Gráfica No. 2). Lo que demuestra el dinamismo de las funciones biológicas, y como la asociación entre la CCP y el período de APP no se puede documentar como una simple relación causa-efecto sobre el fenómeno reproductivo. La interacción entre la nutrición y la reproducción es una relación compleja, donde la primera tiene efectos de corto, mediano y largo plazo sobre la segunda.

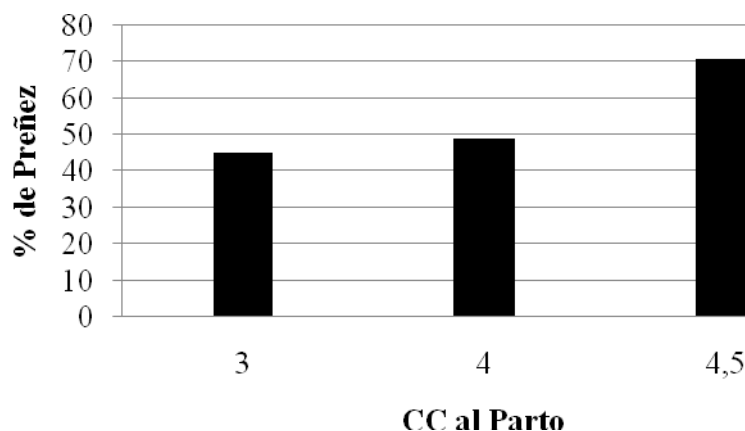
Gráfica No. 2: Preñez en relación a la CC al parto y la CC dinámica.



Fuente: Orcasberro et al. (1994)

En las vacas primíparas el APP es más largo que en las multíparas (Bellows et al. 1982, De Castro et al. 2002, Quintans et al. 2003a), debido a que los efectos de la nutrición y el amamantamiento son más pronunciados en esta categoría que tiene aun demandas de crecimiento (Bellows et al., 1982). La información nacional sobre la probabilidad de preñez en función de la CCP en esta categoría se muestra en el Gráfico No. 3, del cual se desprende que se requiere 0,5 unidades de CCP más que en vacas multíparas para alcanzar igual probabilidad de preñez.

Gráfica No. 3. Porcentaje de preñez según Condición Corporal al Parto.



Fuente: Orcasberro et al. (1992)

Si bien, ambos factores, nutrición y amamantamiento/presencia del ternero son los factores de mayor incidencia en el largo del APP, como ya se ha mencionado, la importancia relativa de ambos dependerá de los días post parto (DPP) transcurridos (Short et al., 1990). A medida que los DPP avanzan, las vacas van transitando desde un anestro profundo a uno superficial para luego reiniciar la actividad cíclica-ovárica. El tiempo necesario para hacer esta transición varía con el impacto de cada factor y las interacciones entre ambos y con otros factores menores que también influyen el APP.

A nivel regional se suele clasificar el anestro en superficial o profundo, según el tamaño de los folículos ováricos presentes, el tamaño del ovario y el tono uterino apoyándose además en la observación de la CC y la probable fecha de parto (Quintans 2005, Stahringer 2006). Los animales en anestro profundo, que están muy lejos de reiniciar su actividad cíclica ovárica (Quintans, 2005), presentan ovarios y/o folículos ováricos pequeños (≤ 8 mm de diámetro), sin tono uterino (Stahringer, 2006), frecuentemente asociado CC sub óptima (Quintans, 2005). Los animales en anestro superficial presentan por el contrario ovarios de mayor tamaño, útero de buen tono y folículos > 8 mm (Stahringer, 2006).

El crecimiento folicular en bovinos más allá de 4-5 mm de diámetro y su habilidad de producir cantidades importantes de estradiol es dependiente de un soporte adecuado de las gonadotropinas hipofisarias. La hormona folículo estimulante (FSH) controla el crecimiento de los folículos > 5 mm, mientras que la pulsatilidad de la LH está asociada al desarrollo de la dominancia y producción de estradiol. Durante el APP si bien hay crecimiento folicular, los folículos no logran el desarrollo compatible con una ovulación (Montiel y Ahuja, 2005). Gong et al. (1996), observaron que para lograr folículos ≥ 9 mm son necesarios incrementos en la pulsatilidad de la LH y se han observado receptores de LH en las células de la granulosa de folículos con un diámetro

de alrededor de 9 mm, lo que es importante para el establecimiento de la dominancia - folicular y la posterior ovulación (Xu et al., 1995).

Durante la gestación tardía, el eje hipotálamo-hipófisis-ovario se encuentra bajo una fuerte inhibición producida por elevadas concentraciones progesterona (P4) y estrógeno (E) que provocan una supresión de la liberación de FSH, una acumulación de FSH y un agotamiento de las reservas de LH en la adenohipófisis, y por lo tanto una disminución de la actividad folicular en el ovario (Yavas y Walton, 2000). Después del parto los niveles de P4 y E disminuyen y se observan aumentos en los niveles de LH e incrementos de la FSH plasmática (Crowe et al., 1998) dando soporte a emergencia de un grupo de folículos capaces de ovular a los $10,2 \pm 0,5$ DPP (Murphy et al., 1990). De esta manera, se demuestra, que la principal causa del prolongado APP en vacas amamantando (Crowe et al. 1998, Wettermann et al. 2003) y en vaquillonas en anestro (Diskin et al., 1999) no se debe a la falta de desarrollo folicular, por un insuficiente soporte de gonadotropinas sino a una falla en la ovulación de los folículos (Williams y Griffith, 1995). Para que la ovulación se produzca es necesario que un folículo dominante sea expuesto a una correcta pulsatilidad de LH y que su capacidad de producir estradiol esté desarrollada (Roche et al., 1992).

Durante el posparto temprano, el hipotálamo se encuentra bajo una hipersensibilidad a retroalimentación negativa del E (Hess et al., 2005) que limitaría la liberación de hormona liberadora de gonadotropinas (GnRH) y así la pulsatilidad de la LH (Whisnant et al., 1986), inhibiendo el surgimiento del pico pre-ovulatorio de LH y la posterior ovulación (Pérez Hernández et al., 2001). Es así que, durante el posparto temprano se genera un pulso de LH cada 3 a 6 horas, en cambio su frecuencia se incrementa a 1-2 pulsos/h antes de la primera ovulación (Wettermann et al., 2003), al levantarse la inhibición impuesta por la hipersensibilidad del hipotálamo a la retroalimentación negativa del E (Hess et al., 2005).

La manera en que la nutrición (Wettermann et al. 2003, Hess et al. 2005) y el amamantamiento (Pérez Hernández et al., 2001) influyen sobre el eje hipotálamo hipófisis ovario no está completamente comprendidas.

Se ha postulado que el amamantamiento estimula la secreción de péptidos opioides que actúan de manera directa en las neuronas productoras de GnRH, y así regulan la secreción de LH (Short et al. 1990, Williams 1990). Whisnant et al. (1986) trabajando con vacas de carne amantando, suministró un antagonista de los péptidos opioides, el naloxone, en diferentes momentos del posparto, logrando aumentar la producción de LH e involucrando a este tipo de neuropéptidos en el mecanismo de control del APP. También se ha propuesto que el amamantamiento y la presencia continua del ternero, ejercen su acción a través de un aumento de la sensibilidad del hipotálamo a la retroalimentación negativa que ejercen los bajos niveles de E circulantes (Short et al. 1990, Williams 1990).

La subnutrición, por su parte, causa una reducción en la secreción de GnRH y LH, disminución en el crecimiento folicular y de las concentraciones de E en plasma (Wetterman et al., 2003). Se ha postulado, además que exacerbaría la hipersensibilidad de las neuronas secretoras de GnRH a la retroalimentación negativa del estradiol prolongando de esta manera el APP (Hess et al., 2005). Varias son las señales que informan al eje hipotálamo-hipófisis-ovario sobre el balance energético en que se encuentra el animal, entre ellas las hormonas metabólicas como la Insulina (Ins), Factor de crecimiento insulínico tipo I (IGF-I), hormona del crecimiento (GH) y Leptina (Lep) (Wettemann y Bossis, 2000). La concentración de estas hormonas Es afectada por los niveles nutricionales (Wettemann y Bossis, 2000). Cuando las condiciones energéticas de la vaca son más favorables, éstas hormonas aumentan y estimulan el reinicio de la actividad cíclica ovárica, estimulando la pulsatilidad de la LH (Lucy et al. 1991, Perry et al. 1991). Sin embargo, los mecanismos que vinculan las reservas corporales con la maduración folicular y la ovulación no están totalmente comprendidos a la fecha.

En vaquillonas de carne ciclando, una restricción alimenticia provocada para inducir el anestro, disminuyó la tasa de crecimiento y el diámetro folicular, la concentración de LH, E e IGF-I antes del inicio del anestro nutricional, mientras que, aumentos posteriores en el consumo para re-establecer la ciclicidad aumentaron la pulsatilidad de LH, la concentración de IGF-I y el diámetro del folículo dominante (Diskin et al., 1999).

La Glu es uno de los más importantes sustratos metabólicos requeridos para la adecuada función de los procesos reproductivos en vacas de carne (Short y Adams, 1988). Es el principal combustible del sistema nervioso central y una inadecuada disponibilidad de este metabolito provoca una disminución en la liberación de GnRH (Wettermann et al., 2003). Para promover la liberación de GnRH se puede manipular la dieta para promover la neoglucogénesis. Randel (1990) postula que un incremento en la neoglucogénesis, que utilice como precursor el propionato, puede disminuir la que ocurre a partir de aminoácidos, señal que sería detectada por el eje hipotálamo-hipófisis-ovárico aumentando la secreción de GnRH y con esto la frecuencia de pulsos de LH.

En bovinos, la concentración de Glu en sangre es mucho más constante que en monogástricos (Wettermann et al., 2003). La Ins es la hormona fundamental en la regulación de la utilización de la Glu por los tejidos (Wettermann et al., 2003) y la síntesis de lípidos (Chilliard, 1993). Sus niveles séricos disminuyen en la lactancia temprana, debido al balance energético negativo que normalmente prevalece en este período. A medida que la lactancia progresa y la PL disminuye, los niveles de Ins son recuperados (Faulkner y Pollock, 1990). La concentración de Ins aumenta significativamente en el período pre ovulatorio (Armstrong et al., 2001). Se ha demostrado la importancia de la Ins como una señal que relaciona los nutrientes ingeridos y la dinámica folicular (Webb et al., 2004). Los E son los principales candidatos a estar involucrados en este mecanismo, ya que la Ins estimula la producción

de estradiol en el folículo dominante (Wettemann y Bossis 2000, Butler et al. 2004). La Ins también tiene un efecto sobre el hipotálamo estimulando la secreción de GnRH tanto en carneros (Miller et al., 1995) como en ovejas (Daniel et al., 2000). Esta hormona actuando tanto a nivel del eje hipotálamo-hipófisis, como directamente sobre el ovario favorece el reinicio de la ciclicidad ovárica (Wetterman et al., 2003). Aún más, se ha observado que la concentración de Ins está negativamente relacionada con los días a primera ovulación en vacas de segunda cría en condiciones pastoriles (Astessiano, 2010).

Durante el proceso de lipólisis, se forman ácidos grasos no esterificados (NEFA) y glicerol, los que son liberados al torrente sanguíneo. Ninguno de los dos metabolitos pueden ser reutilizados por el adipocito por que este no posee la batería enzimática necesaria para metabolizarlos. La concentración de glicerol en sangre refleja el nivel de lipólisis, pero la de NEFA no, porque una fracción de los ácidos grasos formados a partir de las lipoproteínas pasan a la circulación como NEFA (Chillard, 1993). Estos últimos no estarían involucrados en el control de la función ovárica de vaquillonas (Wettemann et al., 2003). La concentración de NEFA en vaquillonas de carne son máximas en anestro, disminuyen cuando aumenta los nutrientes consumidos y se observa un incremento cuando se reinicia la ovulación (Bossis et al., 2000). Existen evidencias de que la infusión de NEFA no estimula la pulsatilidad de LH, sin embargo, en este tipo de estudio la concentración de NEFA no reflejan el balance energético del animal ya que no son generados por la lipólisis sino administrados en forma exógena (Hess et al., 2005). Se ha observado que la frecuencia de los pulsos de LH esta correlacionada negativamente con la concentración de NEFA en plasma en vacas primíparas amamantando (Grimard et al., 1995), así como incrementos en la concentración de NEFA podrían tener un efecto negativo sobre la función ovárica (Bossis et al., 1999).

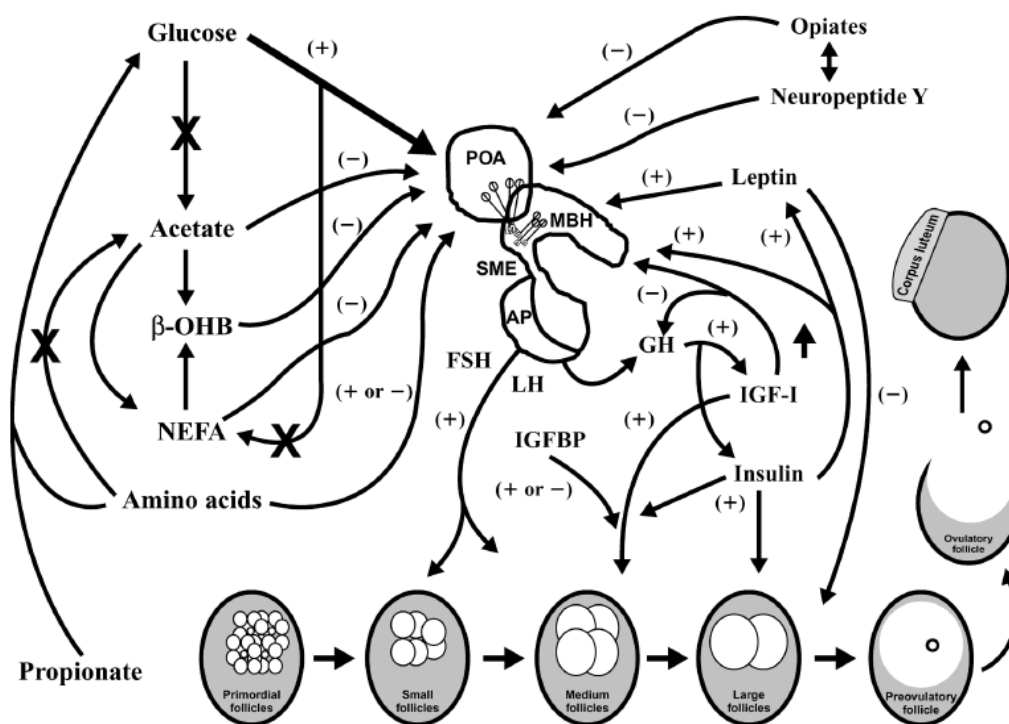
La IGF -I es producida por el hígado y otros tejidos, regula el metabolismo de los carbohidratos, lípidos y proteínas (Wettemann et al., 2003). La Ins y la GH regulan la expresión génica de la IGF-I en el tejido hepático (Wettemann y Bossis 2000, Wettermann et al. 2003, Webb et al. 2004, Hess et al. 2005) y extra hepáticos (Hess et al., 2005). La concentración de IGF-I es influida por la dieta (Webb et al., 2004), estando correlacionada positivamente con el nivel de alimentación (Bossis et al., 2000). Los niveles de IGF-I disminuyen durante períodos de restricciones alimenticias (Richards et al. 1991, Grimard et al. 1995), aumentan en vacas que comienzan a ciclar luego del parto y se mantiene bajas en aquellas que permanecen en anestro (Roberts et al., 1997). La IGF-I es una señal positiva para el eje hipotálamo-hipófisis-ovario (Hess et al., 2005), estimulando la proliferación de células ováricas y la esteroidogénesis (Spicer et al., 1993).

Existe suficiente evidencia que avala que la Lep, producida por las células del tejido adiposo, puede actuar como una señal mediando entre el estado nutricional y la

performance reproductiva (Webb et al., 2004). Esta acción se realizaría tanto a nivel central como a nivel ovárico (Hess et al., 2005).

A continuación se presenta un diagrama que explica estas señales metabólicas y su relación con el eje hipotálamo-hipófisis-ovario.

Figura No. 2: Regulación metabólica del eje hipotálamo-hipófisis-ovario.



Fuente: Hess et al. (2005)

Habiendo planteado brevemente cómo posiblemente actuarían la nutrición y el amamantamiento en la función reproductiva, a continuación se mencionarán los manejos más frecuentes que se realizan a nivel de estos aspectos en el rodeo de cría.

2.2 CONTROL DEL AMAMANTAMIENTO

El destete convencional de 180 a 200 d mantiene la inhibición que produce el amamantamiento en sí mismo y la presencia del ternero durante el período de entore, así la vaca sigue destinando nutrientes para la lactación y no para el mejoramiento de la CC y el reinicio de la actividad ovárica (Blanco y Montedónico, 2003a).

Se han estudiado a nivel internacional y nacional diferentes tipos de manejos del amamantamiento. Pérez-Hernández (2001) menciona 4 alternativas: destete precoz,

destete temporario, amamantamiento restringido y amamantamiento retrasado. Este último consiste en realizar el amamantamiento del ternero 8 horas después del ordeño, con el fin de reducir el APP en sistemas de doble propósito, como los que existen en México y Venezuela, por ejemplo, logrando disminuir el intervalo parto-primer ovulación (77,1 d vs 57,3 d sin vs con amamantamiento retrasado respectivamente), sin afectar la PL y el desarrollo del ternero. El amamantamiento restringido, consiste en limitar el amamantamiento a períodos cortos (30-60-90-120 min/d) durante el día, iniciándolo cuando el ternero tiene entre 30 a 60 días de edad.

A nivel nacional, se ha trabajado varias alternativas, la separación permanente del ternero a edades tempranas (destete precoz; Simeone y Beretta, 2002), la separación del ternero por un periodo variable de 48 horas hasta 10 días (destete temporario a corral; Blanco y Montedónico 2003a, Blanco et al. 2003b, Quintans et al. 2003a), un destete temporario con aplicación de tablilla nasal por un período de 7 a 14 días que impide que el ternero amamante pero permite la presencia del ternero al pie de la madre (Geymonat 1986, Quintans et al. 2000) y un destete bifásico que consiste en separar al ternero de la vaca en los primeros cinco a siete días, y previo al reencuentro con la madre aplicar tablillas nasales para seguir interrumpiendo el amamantamiento por 11 a 14 días (Quintans et al. 2004, Soca et al. 2007). Frachia y Rovira (2005), revisando los trabajos de investigación sobre el manejo del rodeo de cría encontraron que del 26% de los trabajos correspondientes a manejos del amamantamiento, el 14 % se referían a destete temporario y 12 % a destete precoz.

La efectividad del destete temporario, depende del largo del período de destete, de los días posparto, la CC, el momento de destete, la edad y paridad de las vacas (Makarechian y Arthur, 1990). En este sentido, se recomienda que los terneros tengan entre 50 y 70 días de edad y que no pesen menos de 60 kg (Orcasberro 1994, Quintans et al. 1999).

El destete temporario de larga duración con tablilla nasal promueve incrementos en la preñez entre 16 y 40%, con respecto al presentado en vacas sin restricciones del amamantamiento (Simeone, 2000). Quintans y Salta (1988), aplicando tablillas nasales durante 13 días a terneros de 60 a 90 días de edad, observaron en dos años consecutivos un aumento de 40 puntos porcentuales en preñez (100 % vs 60 % y 65,3 % vs 25,5 % para el año 1983 y 1984 respectivamente). Posteriormente, Casas y Mezquita (1991) en una evaluación de cinco años de la técnica, obtuvieron una repuesta promedio en vacas primíparas y multíparas de 23 puntos porcentuales de preñez (77 % vs 54 %), con la aplicación de 13 días de tablilla nasal, a los 60-90 días posparto. La duración más adecuada para el uso de tablillas nasales parece ser de 14 días ya que con ella se logran incrementos interesantes en el porcentaje de preñez con las menores pérdidas de peso al destete que las observadas con 21 días (Stahinger, 2001).

El destete temporario con separación completa del ternero incrementa la frecuencia de los pulsos de LH, pero solo separaciones de más de 96 horas son capaces de mantener ese incremento e inducir la ovulación y el estro (Shively y Williams, 1989). A nivel nacional, los resultados para separaciones de 48 y 72 horas, no han sido positivos, atribuyendo la falla a la CC en la que se encontraban las vacas y/o a que las condiciones climáticas y de disponibilidad de forraje no fueron las adecuadas (Laca 1987, Fenocchi y Restaino 1988). Posteriormente, Quintans et al. (2000) realizaron destetes de 4 a 6 días (vacas con 4 unidades de CC, 60-70 DPP), logrando aumentos del 33 al 60 % en el porcentaje de ovulación en los 12 días pos tratamiento. Sin embargo, Lishman et al. (1985), al destetar terneros de 50 días de edad, por un período de 7 días, no obtuvieron resultados positivos, lo que fue atribuido a la baja disponibilidad de forraje y a la inadecuada condición corporal que presentaban los animales. Recientemente en vacas de primera cría de parición temprana, con CC moderadas al parto, se ha evaluado el destete a corral por un período de 10 días, logrando un porcentaje de preñez tan exitoso como el del destete precoz, pero este efecto no se logró en vacas de parición tardía, en estas últimas los resultados del destete a corral no diferenció del obtenido con el destete con tablilla (estación de partos entre fines de agosto y el 15 de noviembre). Es importante destacar que con este período de separación no se rompió el vínculo materno filial, reintegrándose los terneros de forma exitosa y continuando la lactancia (Blanco et al., 2003b). Quintans et al. (2003a) trabajando con vacas primíparas, en adecuada CC ($4,7 \pm 0,05$) muestran como los días a concepción disminuyen al realizar destete con separación del ternero por 10 días, en comparación con vacas que amamantan *ad libitum* su ternero.

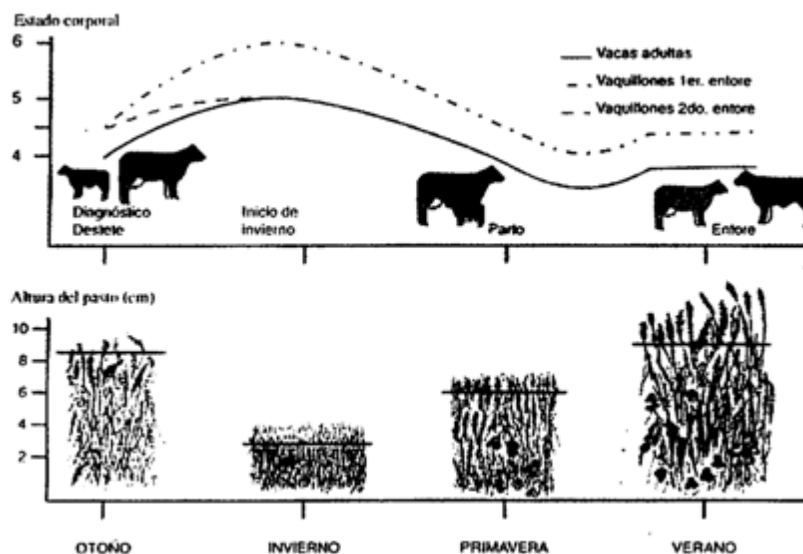
2.3 MANEJO DE LA ALIMENTACIÓN

Como ya fue expuesto en el apartado correspondiente a anestro, la nutrición preparto reflejada en el CCP es uno de los factores que más influencia el largo del APP, (Short et al. 1990, Lalman et al. 1997, Vizcarra et al. 1998, Wettermann et al. 2003, Hess et al. 2005), es así que, vacas en CC subóptima tendrán APP más prolongados (Richards et al., 1986). Sin embargo, la nutrición posparto puede al menos parcialmente compensar el efecto de una restricción preparto (Perry et al. 1991, Lalman et al. 1997), a su vez vacas con CC subóptima responderán en mejor medida a un aumento en la alimentación posparto que vacas con CCP adecuada (Wright et al., 1992).

A nivel nacional, se ha trabajado en una línea de investigación que cuantifica la relación planta-animal (asignación de forraje en relación a la carga animal y altura de forraje) que arroja los mejores resultados reproductivos de los animales, con la hipótesis de que aplicados en forma sostenida a lo largo del tiempo, se llegaría a la carga óptima del sistema y la preservación del recurso forrajero (Soca et al., 2007). Los resultados se muestran en la Figura No. 3; en vacas primíparas y vacas múltíparas es importante lograr CCP de 4,5 y 4, respectivamente (Orcasberro et al., 1992a) para obtener probabilidades de preñez por encima del 75 a 80%. Para esto, la propuesta que se plantea es aumentar la

CC en otoño, durante la preñez temprana, sin el ternero al pie, pastoreando campo natural con una altura del forraje superior a 7 cm; en el invierno es prácticamente inevitable la pérdida de 1 unidad de CC (2-3 cm de altura del CN), por lo que se llega al parto con la CC objetivo (Orcasberro et al., 1992a).

Figura No. 3. Evolución de la CC recomendada para vacas y vaquillonas a través del año y altura del pasto de campo natural necesario para lograrlo.



Fuente: Soca y Orcasberro (1992)

Wright et al. (1992) trabajando con vacas múltiparas, mostró como aquellas vacas de mayor CCP (2,75 a 3 en escala del 1 al 5) presentaban un intervalo parto-ovulación significativamente menor que vacas en menor estado corporal (2 a 2,5 unidades de CC), sin embargo, lograron disminuir este intervalo con aumentos de la energía ingerida durante el posparto en las vacas de menor CC (suplementación de 118 MJ EM/vaca/día a 64 MJ EM/vaca/día), demostrando que la nutrición después del parto logra parcialmente revertir el efecto de la restricción nutricional pre-parto. La mayoría de los trabajos internacionales utilizan la suplementación posparto desde el parto hasta el primer celo o comienzo del entore, es decir, durante todo el posparto (Hess et al., 2005). Dietas de mantenimiento o que cubren el 110% de los requerimientos (NRC) desde el parto hasta el primer celo acortan el APP, así como vacas que mantienen la CC durante este periodo ciclan antes que aquellas que pierden CC (Rutter y Randel, 1984). Los niveles de suplementación utilizados son variables como por ejemplo: lograr ganancias 0,9 (Spitzer et al., 1995), 1,8 kg/anim/día (Ciccioli et al., 2003); 2,7 Mcal de EM/kg de MS (Lalman et al., 2000) logrando 14% más de vacas ciclando al inicio del entore (Spitzer et al., 1995) o acortar el intervalo parto – primera ovulación 20 días (Ciccioli et al., 2003), 27 días (Lalman et al., 2000).

La propuesta mostrada en la Figura No. 3, como modelo de bajo costo sigue siendo válida, sin embargo, en las experiencias de validación de estas tecnologías la respuesta de las vacas primíparas a la aplicación de pautas de manejos es errática (Soca et al., 2007). Por tal razón desde el año 2001 trabajos realizados por la Facultad de Agronomía, Veterinaria e INIA han permitido evaluar, dentro del marco de un enfoque táctico, al flushing como una medida de manejo de bajo costo (Soca et al., 2007). El flushing se basa en un aporte energético por cortos períodos de tiempo, cuando las vacas tienen entre 50-70 días posparto, con lo que se estimularía el reinicio de la actividad ovárica e incrementaría los porcentajes de preñez en vacas de primera cría con CC sub-óptima (Pérez-Clariget et al. 2007, Soca et al. 2007). Esta intervención en la nutrición energética, junto con el destete temporario interactuaría para incrementar el aporte energético (Pérez-Clariget et al. 2007, Soca et al. 2007). Se ha planteado que un incremento de glucosa conllevaría a un aumento de la concentración de insulina y a una mayor disponibilidad de energía que pudiera ser leída como una señal por el sistema reproductivo tanto a nivel central como a nivel ovárico (Carrere et al., 2005).

El flushing incrementó el porcentaje de preñez en los primeros 30 días de entore y la preñez total, en cinco de los siete trabajos realizados, independientemente del tipo de suplementación o el momento en que fue realizada (Pérez-Clariget et al., 2007). Soca et al. (2002) no encontraron diferencias en el porcentaje de preñez, se observó un adelanto de 14 días ($P < 0.05$) del intervalo entre partos en las vacas suplementadas y sometidas a destete temporario, con respecto al testigo. Astessiano (2010) tampoco encontró diferencias en el porcentaje de preñez, atribuyendo los resultados al tipo de alimento utilizado, pastoreo de campo natural mejorado con *Lotus subbiflorus* cv. Rincón vs afrechillo de arroz, al no uso de control del amamantamiento, y/o a los DPP de inicio del tratamiento. En este trabajo se favoreció una mayor partición de la energía consumida hacia las funciones de crecimiento, aumento de las reservas corporales y PL, en lugar de la función reproductiva. Soca et al. (2005), reportaron un aumento en el porcentaje de preñez temprana y final debido a la suplementación con afrechillo de arroz, sin embargo, el aumento en el tamaño folicular observado fue inducido por el destete temporario aplicado (Rodríguez et al., 2005). En el trabajo de Do Carmo (2006), Claramunt (2007) se comparó el efecto sobre el comportamiento reproductivo de vaquillonas de primer parto con subcondición CC dos destetes temporarios, bifásico y tablilla nasal, en conjunto con el flushing. En ambos trabajos, se reportó aumentos en la preñez temprana y total debido a la suplementación. Sin embargo, no se observaron diferencias en el porcentaje de preñez temprana por aplicación de las diferentes técnicas de destete, pero en el porcentaje de preñez total Do Carmo (2006), encontró un efecto de destete, a favor del destete bifásico. El porcentaje de vacas con folículos mayores a 10 mm, fue afectado por el tipo de destete, siendo mayor el diámetro de los folículos en aquellas vacas que presentaron destete bifásico (Do Carmo 2006, Claramunt 2007). Así, Soca et al. (2007) manifiestan que el destete bifásico tendría un efecto positivo sobre la dinámica folicular, “preparando” a la vaca para la suplementación posterior. Sin embargo, el porcentaje de vacas que ovularon no resultó diferente, pero si lo fue el

número de vacas ciclando a los 30 y 40 días posteriores a la aplicación de los tratamientos (24 y 16 % superior para los grupos de destete bifásico; Do Carmo, 2006), no encontrándose diferencias en el porcentaje de celos (Claramunt, 2007). El destete con separación provocó menores peso de los terneros (Do Carmo, 2006). La interacción entre el flushing y el destete temporario fue encontrada en dos trabajos (Soca et al. 2005, Do Carmo 2006).

Cuadro No. 1. Resumen de los trabajos realizados y resultados del porcentaje de preñez en los primeros 30 días de entore (preñez temprana) y preñez total.

Trabajo	Animales	Tratamiento Nutricional	Manejo del amamantamiento	Preñez Temprana (%)	Preñez total (%)
Soca et al. (2002) (1)	No: 40 CC ¹ : 3,5±0,5 DPP ² : 50±7	2.5kg/vaca/día AA ³ vs Sin suplementación 20 días antes del entore	DT vs Amamantando 11 días antes del entore	*	82 Sin efecto de tratamientos (P>0.1)
Carrere et al. (2005) (2)	No: 60 CC: 3,3±0,3 DPP: 56±12	Pradera sembrada vs Campo nativo 25 días antes del entore	DT vs Amamantando 14 días antes del entore	Flushing: 45 ^a Testigo: 19 ^b (P<0.05) Sin efecto del DT ni interacción (P>0.1)	Flushing: 86 ^a Testigo: 58 ^b (P<0.05) Sin efecto del DT ni interacción (P>0.1)
Soca et al. (2005) (3)	No: 80 60 primíparas 20 multíparas CC: 3,4±0,3 DPP: 78±16	2.5kg/vaca/día AA vs Sin suplementación 22 días durante entore	DT vs Amamantando 14 días antes del entore	Flushing: 38 ^a Testigo: 18 ^b (P<0.05) Interacción: Flushing+DT: 52(P<0.05)	Flushing: 73 ^a Testigo: 53 ^b (P<0.05) Interacción: Flushing+DT: 75% (P<0.05)

Do Carmo (2006) (4)	No: 52 CC: 3,3±0,3 DPP: 66±10	2.0kg/vaca/día AA vs Sin suplementación 23 días durante el entore	DT con separación por 5 días + DT tablilla 7 días vs DT con tablilla 12 días antes del entore	Flushing: 68 ^a Testigo: 46 ^b (P<0.1) Sin efecto de la separación, ni interacción (P>0.1)	Flushing: 86 ^a Testigo: 71 ^b (P<0.1) ST: 88 ^a DT: 69 ^b (P<0.05) Interacción: Flushing+ST: 100% (P<0.05)
Claramunt (2007) (5)	No: 57 CC: 3,6±0,4 DPP: 53±10	2.0kg/vaca/día AA vs Sin suplementación 20 días durante el entore	DT con 7 días de ST vs Destete Temporario 14 días antes del entore	Flushing: 41 ^a Testigo: 25 ^b (P<0.1) Sin efecto de la separación, ni interacción (P>0.1)	Flushing: 90 ^a Testigo: 75 ^b (P<0.1) Sin efecto de la separación, ni interacción (P>0.1)
Bonilla et al. (2008) (6)	No: 43 CC:4,3±0,5 DPP: 55±11	2.0kg/vaca/día con AA antes del DT ⁴ o durante el DT vs Sin suplementación con DT	Todas con DT con 5 días de ST	Flushing: 77 ^a Testigo: 57 ^b (P=0.07) Sin efecto del momento del flushing, ni interacción (P>0.1)	Flushing: 77 ^a Testigo: 57 ^b (P=0.07) Sin efecto del momento del flushing, ni interacción (P>0.1)
Astessiano (2010) (7)	No: 64 CC: 3,6 ±0,04 DPP: 48±10	CN mejorado con <i>Lotus subiflorus</i> . Cv: El Rincon 23 días antes del entore.	Sin manejo del amamantamiento	Flushing: 36% ^a Testigo: 23% ^a (P>0.1)	Flushing: 88% ^a Testigo: 93% ^a (P>0.1)

¹CC = Condición Corporal, ²DPP = Días post parto inicio de los tratamientos, ³AA = Afrechillo de arroz, ⁴DT = Destete temporario, ⁵ST = Separación del ternero,* Intervalo interparto: Suplementadas: 401 vs No suplementadas: 414 días (P<0.02)

Analizando en conjunto los datos (n=293) sin considerar Astessiano (2010) se encontró que el flushing, aumentó el porcentaje de preñez temprana (Flushing: 52% vs Testigo: 31%, $P=0.008$) independientemente si la suplementación se aplicó antes o durante el entore (Antes: 50% vs Durante: 56%, $P>0.1$); como consecuencia de este incremento el porcentaje de preñez global fue mayor. Los porcentajes de vacas preñadas en el segundo y tercer tercio no difirió ente los grupos suplementado y los no suplementados ($P>0.1$). Cuando la suplementación fue realizada antes del entore en tres trabajos (Experimento 1, 2 y 7) la CC mejoró, pero no en uno de ellos (Experimento 6), tampoco se observaron cambios ($P>0.1$) cuando se aplicó durante el entore (Experimento 4 y 5) (Pérez-Clariget et al., 2007).

2.3.1 Efecto de la suplementación sobre la producción de leche y sus componentes

La suplementación posparto afecta la PL tanto en vacas lecheras (Spoerndly 1991, Wilkins et al. 1994, Dillon et al. 1997, Robaina et al. 1998, Valentine et al. 2000), como en vacas de carne (Lalman et al., 2000). Jenkins y Ferrell (1992) encontraron para la mayoría de las razas de carne que un incremento en la energía ingerida logra aumentos en la PL y un atraso en los días al pico de PL.

Dillon et al. (1997) trabajando con vacas de leche no reportaron cambios en los porcentajes de grasa y proteína por efecto de la suplementación, sin embargo obtuvieron un incremento de la proteína total al aumentar el nivel de suplementación (0, 2 y 4 kg de MS de concentrado/vaca). Valentine et al. (2000) trabajando con niveles superiores de suplementación (0, 7, 10 y 13 kg de concentrado por día) no encontraron diferencias significativas en el total de grasa producida, sin embargo, reportaron una disminución del porcentaje de grasa con un aumento en el nivel de suplementación (7 y 10 vs 13 kg de concentrado/vaca). Tanto el porcentaje como el contenido total proteína fueron superiores en 10 y 13 vs 7 kg de MS de concentrado.

2.4 GLICEROL Y SUS USOS EN LA ALIMENTACIÓN DE RUMIANTES

2.4.1 Producción y características del Glicerol

La producción de biocombustibles por ANCAP: etanol y biodiesel, como fuentes de energías renovables más amigables con el medio ambiente que contribuyan, además, a disminuir la dependencia energética de nuestro país, pone a disponibilidad de la alimentación animal un subproducto de la producción del biodiesel en grandes cantidades: la glicerina. En efecto, el biodiesel es un sustituto del gas-oil para motores diesel que se puede obtener, entre otras fuentes, de aceites vegetales (Larosa, 2001). Desde el punto de vista químico, el biodiesel es una mezcla de los esteres metílicos de los ácidos grasos triglicéridos de los aceites vegetales y/o grasas animales empleados como materia prima que se produce por una reacción de transesterificación. Cuando se mezclan los triglicéridos y el metanol con un catalizador (soda cáustica o metilato sódico

en solución metanólica) se producen éster metílico y glicerina, el alcohol es removido de las fases de biodiesel y de la glicerina por evaporación o destilación para ser re-utilizado (Larosa, 2001). La glicerina, entonces, constituye un subproducto de la producción de biodiesel y se produce en el orden del 10% del biodiesel elaborado (Larosa, 2001). ALUR hoy en día produce 5 t/d de glicerina y estima producir para el 2014 entre 12 y 13 t/d, para de esa forma poder producir el 5% de biodiesel que debe ser mezclado con el gas-oil como estipula la ley para el mercado interno. La glicerina contiene, glicerol, agua, lípidos, cenizas (mayormente sodio, potasio, fósforo) y metanol (Schröder y Südekum, 1999), variando su composición de acuerdo al origen del aceite. Por lo tanto la glicérica cruda, es una fuente de glicerol. Si bien varias industrias, utilizan el glicerol, este escenario favorece el uso del mismo para la alimentación animal. En países que han optado por la producción de biocombustibles o combustibles biodegradables (Brasil, EEUU, Unión Europea, Australia, entre otros) se observa un aumento en el número de publicaciones y reuniones o conferencias científicas sobre el tema en años recientes (Schröder y Südekum 1999, Donkin y Doane 2007, Donkin 2008, Drackley 2008, Drouillard 2008, Hess et al. 2008, Hippen et al. 2008, Krehbiel 2008, Machado et al. 2009), lo que refleja la importante búsqueda de alternativas de utilización de este elemento gluconeogénico, que se prevé tendrá una sobre-oferta a nivel nacional. A nivel nacional como ya se dijo, la glicerina cruda es considerado un residuo más que un subproducto, porque aún no se ha encontrado una alternativa para su utilización, constituyendo el sector pecuario una importante alternativa para su uso.

El glicerol o glicerina (propano-1,2,3-triol) es un compuesto orgánico de tres átomos de carbono, perteneciente a la familia de los alcoholes, líquido a temperatura ambiente (25°C), higroscópico, inodoro, incoloro, viscoso, de sabor dulce y altamente soluble en agua (IUPAC, 1993). Tiene un amplio uso en la industria química, farmacéutica y cosmética (Larosa, 2001) y es reconocido como un ingrediente seguro para la alimentación animal (GRAS) por la legislación de EEUU (Code of Federal Regulations, 2004) cuando es usado como aditivo en la dieta de acuerdo a las correctas normas de fabricación y alimentación. El glicerol definido en esta regulación ha sido históricamente un subproducto de la industria del jabón, en cambio, la glicerina proveniente de la producción del biodiesel puede tener contaminantes como el metanol (Seller, 2008).

Desde el punto de vista biológico, el glicerol es un componente estructural de los triglicéridos y los fosfolípidos animales y vegetales y por lo tanto, un compuesto normal del metabolismo de los rumiantes, en los cuales se encuentra tanto en la sangre como en las células. Las fuentes de glicerol para un rumiante pueden ser la lipólisis del tejido adiposo, la hidrólisis de los triglicéridos de las lipoproteínas de la sangre y la dieta (Machado et al., 2009). El glicerol es parte de la fracción lipídica de la dieta de los rumiantes, es ingerido con los fosfolípidos de las paredes celulares o como componente de los lípidos de las semillas (Roger et al., 1992). Los micro-organismos del rumen

tienen la capacidad de metabolizarlo. El glicerol es convertido a Glu en el hígado (Mayes, 1999), es decir es un precursor normal de la gluconeogénesis en los rumiantes.

El valor energético del glicerol ha sido estudiado por algunos investigadores y depende del grado de pureza del glicerol utilizado, del contenido de glicerol en la materia seca de la dieta y del contenido del almidón del concentrado utilizado. La energía derivada del glicerol parece aumentar cuando se usan concentrados con bajos contenidos de almidón, en esas situaciones el incremento del porcentaje de glicerol por encima del 10% en la dieta no tiene efecto. Con concentrados ricos en almidón la energía que aporta el glicerol aumenta con el aumento del porcentaje de glicerol en la dieta y con su grado de pureza (Schröder y Südekum, 1999). Los valores de energía del glicerol reportados en la literatura varían 1,92 Mcal/kg (conteniendo 80,2% de glicerol; De Frain et al., 2004); 1,98 y 2,26 Mcal/kg para dietas con concentrados de bajo y alto contenido de almidón, respectivamente (Schröder y Südekum, 1999), 3,47 Mcal/kg (glicerina conteniendo 86% de glicerol) utilizando glicerol en dietas de terminación (Mach et al., 2009). La energía del glicerol fue similar a la que aporta el almidón del maíz cuando fue usado en vacas lecheras (Donkin et al., 2009).

2.4.2 El glicerol y la gluconeogénesis

La gluconeogénesis hepática es fundamental para que el rumiante alcance los requerimientos de Glu. El propionato, producido por la fermentación ruminal, es el principal sustrato para la gluconeogénesis; vacas lecheras de alta producción llegan a obtener entre 50 y 60% del total de Glu requerida de esa fuente (Lomax y Baird, 1983). El propionato entra en la gluconeogénesis vía el oxalacetato (propionato - propionil CoA - D metilmalonil CoA - L metilmalonil CoA - succinil CoA - oxalacetato) y este es convertido a fosfoenolpiruvato en una reacción catalizada por la enzima fosfoenolpiruvato carboxiquinasa (PCK-1), reacción que regula el flujo de la formación de Glu a partir de compuestos de 3 C (Mayes, 1999). Cuando el consumo de materia seca disminuye o la disponibilidad de propionato es limitante, situaciones que son comunes en la vaca en transición (dos meses antes del parto-un mes después del parto), o cuando la disponibilidad y calidad de pasturas no alcanzan a cubrir los requerimientos, la movilización de grasa por la lipólisis aumenta la disponibilidad de glicerol que vía la gluconeogénesis hepática puede aportar hasta 15-20% de las demandas de Glu totales (Bell, 1995). El glicerol es convertido en glicerol fosfato en una reacción catalizada por la enzima glicerol quinasa (GyK), luego convertido a dihidroxiacetona fosfato y este entra en la vía gluconeogénica cuando es convertido a gliceraldehído-3-fosfato (Mayes, 1999).

El control de la gluconeogénesis tiene un componente endocrino en el que se destaca la hormona Ins responsable de la homeostasis de la Glu. Esta hormona promueve la captación celular de Glu y su oxidación y puede disminuir la gluconeogénesis hepática en rumiantes (Brockman y Laarveld, 1986).

2.4.3 El uso del glicerol en la alimentación de rumiantes

El uso del glicerol en vaca no es nuevo, ha sido utilizado por su efecto gluconeogénico y anticetósico para el tratamiento de la cetosis bovina en vacas lecheras (Shaw 1956, Fisher et al. 1973) o para prevenir el síndrome de hígado graso en vacas lecheras de alta producción en el periodo de transición (Osman et al., 2008). En Uruguay, es práctica corriente desde hace muchos años la utilización del glicerol y propilen glicol (Acetolena®, Laboratorio Santa Elena. Uruguay), para el tratamiento de la toxemia de gestación en ovinos (Sienra et al. 1983, Bonino 1985). En años recientes se ha utilizado esta mezcla para aumentar la tasa de preñez en ovejas (Pérez-Clariget et al., 2010). La utilización del glicerol como fuente energética ha aumentado recientemente como consecuencia del incremento de la producción de biodiesel. La literatura internacional ha utilizado fundamentalmente esta suplementación en vacas lecheras de alta producción en el periodo de transición (Goff y Horst 2001, De Frain et al. 2004, Bodarski et al. 2005, Ogborn 2006, Chung et al. 2007, Osborne et al. 2009, Wang et al. 2009b) y también ha sido evaluado como sustituto del grano de maíz en la ración de vacas lecheras (Shröder y Südekum 1999, Donkin et al. 2009), y en el engorde de toros Holando (Mach et al., 2009). En nuestro país, el uso de glicerol en bovinos es escaso o nulo; el primer trabajo² realizado es en la Estación Experimental Mario Cassinoni, Paysandú, quienes estudiaron diferentes cantidades de glicerina cruda en la dieta sobre la producción y composición de la leche en vacas Holando en mitad de la lactancia. No se cuenta con información disponible sobre el uso de glicerina en ganado de carne a nivel nacional, y también son escasos a nivel internacional aún más en animales en pastoreo.

2.4.3.1 Vías de administración

El glicerol puede ser administrado por dosificación o sonda esofágica (Goff y Horst 2001, Kaiser et al. 2002, Ogborn 2006), disuelto en el agua de bebida (Osman et al. 2008, Osborne et al. 2009) o mezclado con el alimento como “top dress” (Sauer et al. 1973, Shröder y Südekum 1999, De Frain et al. 2004, Ogborn 2006, Chung et al. 2007, Donkin et al. 2009, Wang et al. 2009b). Hay evidencias de que la forma de administración puede afectar los resultados al menos cuando se utiliza propenilglicol. Christensen et al. (1997) encontraron mayores concentraciones plasmáticas de Ins y menores las de NEFA cuando administraron propilenglicol separado del consumo de forraje ya sea en forma oral o mezclado con el concentrado que cuando lo administraron mezclado con la ración total.

² Echeverría, R; Rótulo, J.P.; Mackinnon, A. 2010. Efecto de la inclusión de niveles crecientes de glicerol en la dieta de vacas lecheras sobre la producción y composición de leche (en prensa).

2.4.3.2 Destinos del glicerol administrado

El glicerol suministrado llega al rumen donde tiene tres destinos: la fermentación, la absorción o continuar sin ser atacado por los micro-organismos del rumen. Se estima que el 44% de glicerol que llega al rumen es fermentado, 43% es absorbido a través de la pared ruminal y 13% pasa a compartimentos digestivos posteriores al rumen (Krehbiel, 2008), sin embargo, estas proporciones pueden variar. El glicerol es fermentado rápidamente en rumen (Rémond et al., 1993); 80% del glicerol desaparece y la producción de ácidos grasos volátiles (AGV) se incrementa con el tiempo de incubación (Trabue et al., 2007). Varios autores reportan un aumento de los AGV tanto *in vivo* (Rémond et al. 1993, Mach et al. 2009, Wang et al. 2009a) como *in vitro* (Trabue et al. 2007, Ferraro et al. 2009) aumentando fundamentalmente la producción de ácido propiónico y por lo tanto la relación propiónico: acetato (Rémond et al. 1993, Trabue et al. 2007, Ferraro et al. 2009, Wang et al. 2009a) y de butirato (Rémond et al. 1993, Ferraro et al. 2009, Wang et al. 2009a). Se ha observado que cuando la producción de butirato aumenta, también aumenta la concentración plasmática de Betahidroxibutirato (BHB) (Rémond et al., 1993). El efecto de la ingestión de glicerol sobre la producción de acetato no es coincidente en la literatura, mientras Wang et al. (2009a) no observaron efecto sobre la proporción de acetato ruminal, Remond et al. (1993), Trabue et al. (2007), Ferraro et al. (2009) reportaron que el glicerol producía una reducción de la producción de este AGV. Las diferencias encontradas en la literatura pueden ser explicadas por las distintas condiciones experimentales en que se realizaron los trabajos pero también pueden sugerir cambios o diferentes interacciones entre los microorganismos ruminales. Diferencias en la tasa de fermentación del glicerol han sido explicadas por la falta de adaptación de los microorganismos ruminales y se ha planteado que el glicerol administrado en una sola dosis sería fermentado más lentamente que cuando es suministrado en forma continua (Ferraro et al., 2009). Sin embargo, los resultados de Rémond et al. (1993) les permitieron concluir que la adaptación de los microorganismos ruminales a la administración del glicerol era casi inmediata, desde que trabajando *in vitro* con líquido ruminal de vacas que eran alimentadas con heno o con maíz, observaron que la tasa de degradación del glicerol fue máxima dentro de las primeras 24 hs, aumentaba con el incremento de glicerol en la dieta (240 o 480 g) y era ligeramente mayor en el líquido ruminal de aquellas vacas que consumían silo de maíz. Aún más, en el estudio *in vivo* el glicerol administrado intraruminalmente desaparecía alrededor de las 4 hs posteriores a la administración. La fermentación del glicerol produce además otros productos como lactato, succinato (Donkin y Doane 2007, Krehbiel 2008), acetato, valerato y caproato, sin embargo, hay acuerdo en que el glicerol en el rumen es fermentado fundamentalmente a ácido propiónico y butírico (Donkin y Doane, 2007) y tiene la ventaja frente al propileno glicol que no produce gases conteniendo sulfuros cuando se usa en cantidades importantes (Trabue et al., 2007).

Una porción del glicerol suministrado escapa a la fermentación ruminal y es absorbido directamente como tal (Rémond et al., 1993). El propionato producido por la fermentación del glicerol y el glicerol absorbido como tal llegan al hígado por la vena porta y allí comparten el mismo destino: ser precursores de la síntesis de glucosa, de ahí su potencial uso como elemento gluconeogénico en la alimentación de rumiantes.

2.4.3.3 Dosis y efectos productivos y metabólicos

La mayor parte de los trabajos utilizan el glicerol para prevenir o tratar la cetosis de vacas lecheras de alta producción en el periodo de transición y las cantidades empleadas con respecto a la materia seca han sido generalmente bajas: 5 a 8% de la materia seca de la dieta (Donkin, 2008). El glicerol en niveles menores a 6% parece no tener efectos sobre la PL ni los metabolitos sanguíneos (Fisher et al. 1973, Ogborn 2006). Sin embargo, dosificaciones con sonda esofágica de 1 a 3 litros de glicerol a vacas lecheras aumentaron la glucemia y la PL, y redujeron el nivel de cuerpos cetónicos en orina sin modificar el pH ruminal (Goff y Horst, 2001). La asociación de glicerol con inyecciones de glucagón aumenta la concentración plasmática de Glu e Ins y disminuye la de BHB y NEFA planteándose como una buena alternativa para la prevención de la cetosis o del síndrome de hígado graso (Osman et al., 2008).

Cuando el glicerol es administrado como componente de la dieta, la mayor parte de la literatura coincide en que mejora el estatus metabólico de los animales, sin embargo, no hay acuerdo en el impacto sobre el consumo, la producción y composición de la leche y concentración de metabolitos en sangre. Estas diferencias podrían estar explicadas por el estatus fisiológico de los animales, la dosis de glicerol utilizado y la propia composición de la dieta. De Frain et al. (2004) administraron glicerol (0.43 kg/d glicerol o 0.86 kg/d) en el alimento de vacas lecheras en el período de transición y observaron una disminución en el consumo en el preparto (17%) pero no en el postparto. La administración de glicerol en el preparto, no modificó el Peso Corporal (PC) o CC, peso si se obtuvieron terneros más pesados al nacimiento; durante el posparto no afectó ni la PL, ni la concentración plasmática de NEFA, BHB o Ins, mientras que la glucemia tendió disminuir. Por su parte, Bodarski et al. (2005) trabajando con vacas lecheras, desde el último mes de gestación hasta los 70 DPP, con dosis de 300 y 500 ml de glicerol puro (99.7%), observaron aumentos en el consumo, disminución en las pérdidas de peso y movilización de grasa y aumentó la producción y el contenido proteico de la leche. El glicerol a dosis de 250g/d parece aumentar la disponibilidad de energía, medida como aumento de la glucemia y disminución de la concentración de BHB en sangre y mejorar la eficiencia en la conversión del alimento (Chung et al., 2007). Con dosis más bajas (20g/L de glicerol puro en el agua de bebida) el glicerol no parece comportarse como un elemento gluconeogénico (Osborne et al., 2009). Wang et al. (2009b) suplementaron con 100, 200 y 300g de glicerol (0.998 g/glicerol) mezclado en el alimento a vacas lecheras desde el día 4 hasta el 63 DPP no observando cambios en el consumo, ni en la producción ni composición de la leche. Pero el glicerol incrementó la

energía disponible estimada por la glucemias más elevadas en las vacas suplementadas que en las controles, aún más, el incremento de glicerol en la dieta aumentó linealmente la glucemia y disminuyó la concentración plasmática de NEFA y BHB y de cuerpos cetónicos en la orina; el balance energético mejoró a medida que aumentaron los niveles de glicerol en la dieta, lo que se reflejó en una menor pérdida de peso. A nivel nacional², reportan aumentos de la producción de leche por la inclusión de glicerol en la dieta de vacas lecheras (26,5 y 26,4 L/a/d para los tratamientos con 0,720 y con 1,080 kg glicerol/animal/ordeño respectivamente, vs 24,01 L/a/d para el grupo testigo). En las revisiones de Donkin y Doane (2007), Donkin (2008) sobre el tema, se concluye que el glicerol debe ser utilizado por lo menos al 10% de la materia seca en las dietas para vacas lecheras. Por su parte, en Alemania Schröder y Südekum (1999) realizaron varios trabajos usando novillos y capones y concluyeron que el glicerol de diferentes grados de pureza puede ser añadido a la dieta de rumiantes en valores del 10% de la materia seca de la dieta como sustituto de otras fuentes energéticas sin que se observen efectos adversos en el metabolismo ruminal o en la digestibilidad. Donkin et al. (2009) utilizaron glicerol para sustituir el 5, 10 y 15% del maíz de la dieta de vacas lecheras en producción durante 56 días. No observaron cambios ni en el consumo, ni la producción y composición de la leche, salvo una disminución en el contenido de urea inducido por el glicerol. Las vacas con 10 y 15% de glicerol en la dieta ganaron más peso, los autores concluyeron que el glicerol puede re-emplazar el grano de maíz en la dieta de vacas lecheras hasta por lo menos en un 15% sin efectos adversos en la producción. Por su parte, Mach et al. (2009) utilizó dietas con hasta 12% de glicerol en la terminación de toros Holandos y tampoco encontró efecto sobre el consumo, ni sobre la proporción de AGV producidos en el rumen, si bien la concentración total de AGV aumentó y el pH ruminal disminuyó, la glucemia y la concentración de Ins en sangre aumentaron, y a la faena no se observaron cambios en la carcasa o en la calidad de la carne, por lo que concluyeron que se puede sustituir componentes energético de la dieta de toros en terminación con hasta 12% de glicerol sin efectos detrimentales.

La producción de propionato en el rumen es mayor en los animales consumiendo concentrado que en los que consumen forraje, por lo que en animales en pastoreo la suplementación con glicerol podría aumentar más la eficiencia energética de los animales, aunque la literatura no es unánime en este aspecto (Drouillard, 2008). La digestibilidad de la fibra no parece afectarse por el agregado del glicerol a la dieta (Hess et al., 2008) e incluso podría aumentar cuando se utiliza con concentrados con bajos contenidos de almidón (Schröder y Südekum, 1999)

2.4.3.4 Efectos nocivos de la glicerina cruda derivada del biodiesel

Si bien la principal limitación de la glicerina cruda derivada de la industria del biodiesel es su contenido de metanol, otras impurezas como jabones, y contenido sodio y dietilen glicol son motivo de preocupación (EFSA, 2010). Evaluaciones de la glicerina derivada de la producción de biodiesel (Schröder y Südekum 1999, Thompson y He

2006) indican contenidos del orden del 63 al 76% de glicerol en glicerina cruda de baja purificación, contenido que aumenta a 85% en purificaciones medias, con una importante reducción de los contenidos de metanol que termina siendo menor al 0,5% (Schröder y Südekum, 1999). Purificaciones posteriores logran productos conteniendo 99% de glicerol. Este tipo de glicerol es el usado en las industrias farmacéuticas y cosméticas (Donkin, 2008). Dependiendo de las técnicas utilizadas en la destilación final, la glicerina contiene cantidades variables de metanol, entre 1,3 a 26,7% (Galvani, 2008). Esta destilación tiene como objetivo recuperar el metanol para reutilizarlo a inicio del proceso de producción de biodiesel (Dasari, 2007).

El metanol y DEG son potentes tóxicos tisulares (que se convierten a formaldehído), sin embargo, en condiciones normales, las archaeobacterias ruminales (bacterias metanogénicas) lo transforman en metano. En situaciones de acidosis ruminal, la población de archaeobacterias disminuye sensiblemente, y entonces la protección frente a la toxicidad del metanol desaparecería. En el caso de animales monogástricos o preruminales (terneros) el metanol es tóxico y limitante para el consumo (Galvani, 2008). Después de la ingestión de metanol se observa la máxima concentración en sangre entre los 30- 90min (Who, 1997), y su vida media de 142-213 minutos (Jones, 1987). Una vez en el organismo el órgano encargado de su metabolización es el hígado, en el proceso se forma formaldehídos, ácido fórmico y finalmente CO_2 y agua. El metabolismo de ácido fórmico es lento por lo que se acumula en el cuerpo y produce acidosis metabólica (ESFA, 2010). La intoxicación por metanol provoca daños en el nervio óptico, perturbaciones neurológicas y a nivel renal y degeneración grasa del hígado (Drackley 2008, Medscape 2010).

Se asume que una vaca lechera de 600 kg a la que se administra 7,5 gr de metanol por día es capaz de degradarlo convirtiéndolo a H_2O y CO_2 (EFSA, 2010). Si bien los rumiantes son capaces de detoxificar el metanol, existen niveles de tolerancia para el consumo. En la República Federal de Alemania, la tolerancia es de 0,5 % (Sellers, 2008) o 0,2 % (EFSA, 2010) de metanol en la glicerina cruda. La U.S. Food and Drug Administration (FDA) le ha indicado a la industria que el glicerol proveniente de la producción de biodiesel debe estar de acuerdo a los estándares de la U.S. Pharmacopeia (U.S.P), niveles de metanol que superen los 0,015 % en la dieta total podrían ser consideradas no seguros para la alimentación animal (Sellers, 2008). Sin embargo, si nueva información que demuestre que niveles superiores son seguros para el consumo animal es aportada, este límite podría ser modificado (Dasari, 2007). Por otro lado, Elam et al. (2008) realizan una comparación entre los umbrales permitidos por el Código Fereral de EEUU para el metanol, el ácido fórmico y el metil-éster, concluyendo que los niveles de exigencia para el primero no guardan relación con los que se derivan de las estimaciones de los niveles de exigencias para los dos últimos. Los niveles de exigencia para el ácido fórmico permitirían un consumo de metanol del orden de 0,783 % y en el caso de éster metílico la legislación vigente permitiría un consumo de 0,550% de metanol en la dieta total. Elam et al. (2008) basan sus estimaciones en

que el metanol se metaboliza vía alcohol deshidrogenasa dando lugar al ácido fórmico, que es el responsable de la acidosis metabólica. En Uruguay³ no existe a la fecha legislación sobre el consumo de glicerina cruda ni los contenidos de metanol en la misma seguros para el animal.

Es altamente improbable que exposiciones a bajas tasas de metanol produzcan residuo en el tejido animal (Who, 1997), lo que es importante para inocuidad alimenticia del producto final.

³ Pérez-Rama, R. 2010. Com. personal.

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 LOCALIZACIÓN Y PERÍODO EXPERIMENTAL

El presente trabajo fue realizado de acuerdo al protocolo de experimentación con animales aprobado por la Comisión Honoraria de Experimentación Animal (CHEA, Universidad de la República).

El experimento se llevó a cabo en la Estación Experimental “Bernardo Rosengurt” de la Facultad de Agronomía ubicada en el Km 408 de la Ruta 26 (General Leandro Gómez) en el departamento de Cerro Largo: latitud 32°21’.20 S, longitud 54°26’.32 O; durante el período comprendido entre el 24/06/2010 y el 29/03/2011.

3.2 PRECIPITACIÓN

Los datos de precipitación se obtuvieron en la propia Estación Experimental. Se registraron los días en que ocurrieron precipitaciones y la cantidad de lluvia durante el año 2010 (ver Cuadro No. 2).

Cuadro No. 2: Precipitación registrada durante el año 2010.

Mes	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Precipitación*	54	439	17	75	118	58	232	116	148	4	99	22
Días con pp**	5	11	2	5	8	5	8	4	6	1	5	3

*Milímetros de lluvia por mes.

**Días con precipitaciones.

3.3 SUELO

El experimento se realizó en las unidades de suelo, F. Muerto (Dominantes: Brunosol Eutrítico Típico; Asociados: Subeutrítico Típico), Río Tacuarembó (Dominantes: Gleysol Luvico Melánico, Planosol Distrito Umbrico; Asociados: Solonetz Solodizado Melánico, Solonetz) Zapallar (Dominantes: Luvisol Melánico Albico; Asociado: Luvisol Ocrico Albico) R. de Ramírez (Dominantes: Solonetz Solodizado Ocrico, Solod Ocrico; Asociados: Planosol Subeutrítico Melánico, Gleysol Luvico Melánico) a las que les corresponde grupos de suelos 13.32, G03.22, 8.5, 3.51 respectivamente y con índice CONEAT 149, 22, 105, 35 respectivamente (ver Anexo 1, se muestra el croquis de la Estación Experimental y los potreros ocupados por el experimento).

3.4 ANIMALES, DISEÑO EXPERIMENTAL Y MANEJO

Fueron utilizadas 28 vacas primíparas de las razas, Hereford, Aberdeen Angus y sus cruza, que parieron normalmente entre el 19/09- 18/10/2010, con una condición corporal al parto (CCP) de $4,13 \pm 0,08$ ($x \pm ee$) (escala de 1 a 8; Vizcarra et al., 1986).

El trabajo consistió en dos etapas: una fase de monitoreo que abarcó el último tercio de la gestación hasta los $47 \pm 1,4$ días posparto (DPP) en promedio y la fase de experimentación propiamente dicha que incluyó la fase de suplementación y la de entore. Durante la fase de suplementación las vacas estuvieron bajo supervisión veterinaria.

La fase de monitoreo tuvo como objetivo, estimar la historia previa de las vacas utilizadas en el experimento. Al inicio de esta fase (inicio del invierno), los animales estaban en 14 ± 1 semanas pre parto, con $5,13 \pm 0,09$ unidades de condición corporal (CC) y pesaban 424 ± 7 kg.

Al comienzo de la fase de suplementación (Día 0), las vacas tenían en promedio $47 \pm 1,4$ DPP, $3,85 \pm 0,04$ unidades de CC, pesaban 371 ± 7 kg y estaban amantando. Todas las vacas estaban en anestro profundo confirmado por ausencia de cuerpos lúteos en 2 ecografías ováricas separadas por 9 días, previas al inicio de la suplementación (DPP: $37 \pm 1,4$ y $46 \pm 1,4$), y ausencia de folículos ováricos mayores a 8 mm, ovarios pequeños y ausencia de tono uterino (Stahringer, 2006).

Las vacas fueron pareadas en base a los DPP, CCP, peso corporal (PC), genotipo (Cruzas vs. Puras), sexo del ternero y un miembro de cada par fue asignado al azar a uno de los siguientes tratamientos:

- Control (CONT; n=14): pastoreo de campo natural sin suplementación energética.
- Suplementación (SUP; n=14): pastoreo de campo natural y suplementación individual con 1kg MS/vaca/día de afrechillo de arroz integral y 550 ml/vaca/día de glicerina durante 21 días previos al entore.

La composición química del afrechillo fue evaluada a través de análisis químico en el Laboratorio de Nutrición Animal de Facultad de Agronomía y la composición de la glicerina fue tomada de la tesis² de la EEMAC (Estación Experimental Mario Alberto Cassinoni), quienes utilizaron glicerina cruda de la misma fuente que en este trabajo (Biogran), el contenido de metanol fue determinado en el Laboratorio de la Facultad de Química (Cuadro No. 3).

Cuadro No. 3: Composición química de la glicerina cruda y el afrechillo de arroz.

	Glicerina	Afrechillo de arroz
MS (%)	96,30	87,38
C (%)	6,6	8,49
PC (%)	0,625	14,88
FDN (%)		18,46
FDA (%)		6,11
EE (%)	1,0	17,12
Metanol (%)	20,0	
Glicerol (g/100g)	31,1	

Debido a la baja proporción de glicerol que contiene la glicerina, se probó administrar 800 ml de glicerina, pero al mezclar tal cantidad con el afrechillo, se formaba una “pasta” que se adhería a las paredes del comedero dificultando el consumo por parte del animal por lo que se resolvió utilizar 550 ml.

La suplementación fue realizada diariamente en las primeras horas del día, en parcelas individuales montadas con hilo eléctrico en las instalaciones de ganado cercanas al potrero (Foto No. 1), asegurando el consumo individual. Los comederos fueron forrados con nylon, y ambos suplementos fueron mezclados previamente, para garantizar que el componente líquido no fuera perdido durante el consumo del suplemento por los animales. Los terneros eran separados de sus madres antes de la suplementación, y permanecían en una de las parcelas de las instalaciones, con contacto visual, auditivo y olfativo con sus madres.

Foto No. 1: Parcelas de consumo individual del suplemento.



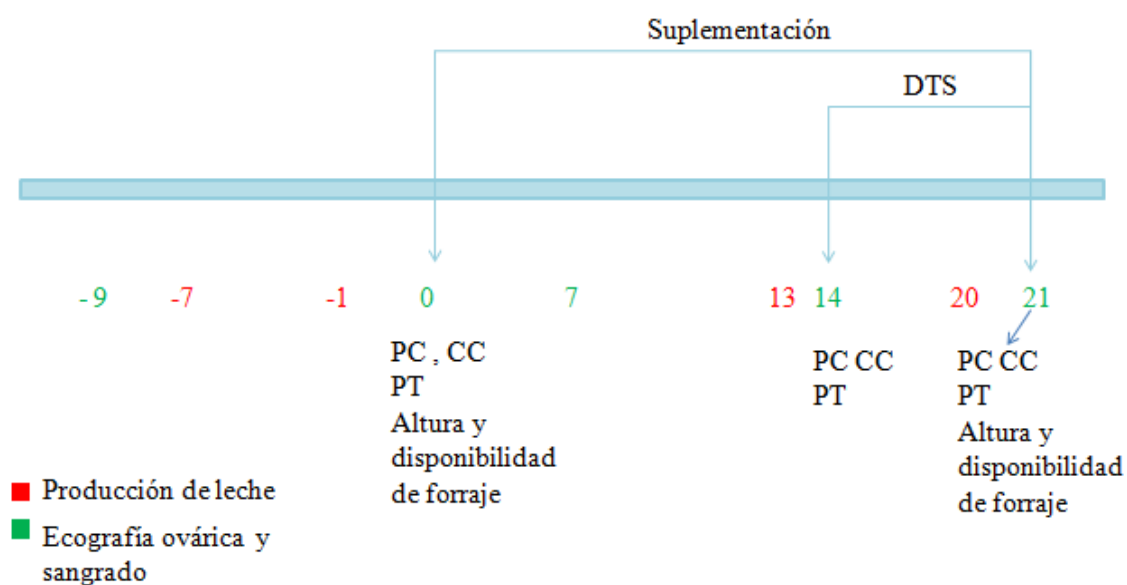
Durante los últimos 7 días del periodo de suplementación, a todas las hembras de ambos grupos se les realizó, un destete temporario con separación del ternero (DTS; edad promedio al inicio del destete: $61 \pm 1,4$ días) impidiendo el contacto visual, auditivo y olfativo con sus madres. Durante este periodo, los terneros fueron alojados en un pequeño potrero de campo natural y suplementados diariamente con 0.9 kg/animal de fardo de alfalfa y 1.1 kg MS/animal de ración de destete precoz (BIORRACIÓN. Cerro Largo, Melo), con 18 % de proteína cruda. Se ofreció agua “ad libitum” y libre acceso a sombra.

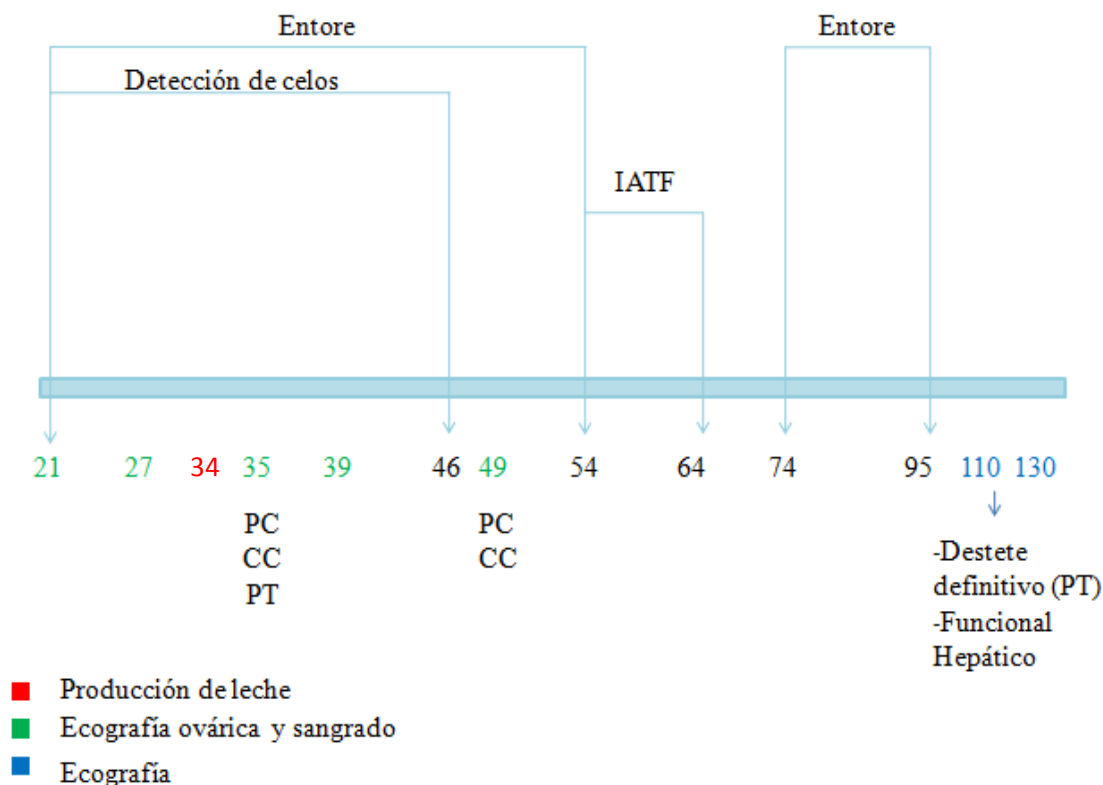
Luego de finalizada la suplementación (Día: 21; DPP: $68 \pm 1,4$), los terneros retornaron con sus madres y comenzó el entore. Durante los primeros 33 días las vacas fueron subdivididas en dos grupos según biotipo de acuerdo al programa de cruzamiento de la EEBR y un grupo fue alojado en el potrero bloque 1-2, mientras que el otro permaneció en el potrero 7. En cada potrero se alojó un toro de raza Hereford o Aberdeen Angus, previamente evaluados andrológicamente y de fertilidad conocida por resultado del entore del año anterior. A los 33 (12/01/2011) días de entore las vacas que no habían manifestado celo entraron en un programa de sincronización/inducción de celo e inseminación artificial a tiempo fijo (IATF). El protocolo utilizado fue el siguiente: Día 0 en la mañana: colocación de un dispositivo intravaginal de silicona

inerte conteniendo 1gr de progesterona (Uruguay. Laboratorio Syntex. DIB®) y 2 ml i/m de Benzoato de Estradiol (Uruguay. Laboratorio Syntex); Día 8 en la mañana: retiro de los DIB® y aplicación i/m 2 ml de Cloprostenol (Uruguay. Laboratorio Syntex. Ciclase®) + 2 ml de Gonadotrofina Corionica Equina (Novormon®) + 2 ml de Benzoato de Estradiol. Día 10 en la tarde: IATF 52 a 56 hs después del retiro del DIB®. Diez días después de la IATF (1/02/2011) las vacas volvieron a estar con toros de acuerdo al esquema anterior durante 21 días más.

Tomando como día cero el inicio del tratamiento, a continuación se presenta el diagrama de actividades realizadas.

Figura No. 4: Cronograma de actividades realizadas.



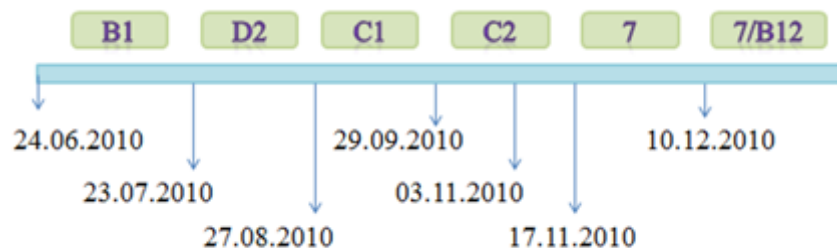


3.5 PASTURAS Y ASIGNACIÓN DE FORRAJE

Los animales pastorearon campo natural durante todo el experimento. Durante la fase de monitoreo (24/06 – 18/11/2010), las vacas pastorearon los potreros B1, D2, C1, pasando a medida que parían al potrero C2. Durante la suplementación (19/11/-10/12/2010), todos los animales permanecieron en el potrero 7 (Anexo 1). El potrero fue subdividido equitativamente por su disponibilidad, sombra y agua, y los grupos experimentales ubicados en cada subdivisión.

La disponibilidad del forraje fue determinada por el método de doble muestreo (Haydock y Shaw, 1975) a través de un cuadrado de 50 cm x 50 cm, con 5 puntos en la escala y dos repeticiones, cortando el forraje al ras del suelo. La altura del mismo, se registró como la altura de la última hoja que tocara la regla. Por apreciación visual del cuadrado de muestreo se estimó la relación verde/seco (Rel V/S), y el área de suelo descubierto (% SD). Estas determinaciones fueron realizadas previo al ingreso de los animales a cada potrero En la Figura No. 5 se muestra las fechas de muestreo.

Figura No. 5: Distribución de los muestreos de disponibilidad y altura del forraje.



La calidad de forraje fue determinada en el Laboratorio de Nutrición Animal de Facultad de Agronomía únicamente en el potrero pastoreado en el momento en que se aplicaron los tratamientos (Cuadro No. 4).

Cuadro No. 4: Composición química de la pastura.

Pastura	
MS (%)	41,79
C (%)	11,17
PC (%)	8,43
FDN (%)	68,13
FDA (%)	32,04

El forraje disponible ofrecido nunca fue inferior a 2000 kg MS/ha y el porcentaje de suelo descubierto no superó el 7%. La correlación entre altura y disponible fue 0,83 ($P=0,01$). La relación verde/seco disminuyó hacia finales del invierno (27 de agosto) y aumentó al comenzar la primavera. En el Cuadro No. 5 se presentan los atributos de la pastura de los distintos potreros utilizados.

Cuadro No. 5: Evolución de los atributos de la pastura en los seis potreros utilizados.

Fecha	Potrero	Disponibilidad		Altura		Relación V/S	% Suelo descubierto
		Kg MS/ha	ee	cm	ee		
24-jun	B1	6757	969	26	4	65/35	1,5
23-jul	D2	4209	663	16	2	65/35	1,5
27-ago	C1	4189	489	17	3	48/52	1
29-sep	C2	4542	774	22	2	75/25	0,5
03-nov	C2	3710	702	20	4	68/32	2
17-nov	P7	2121	515	16	2	84/16	3
10-dic	B1-2	3837	627	17	2	83/17	5
10-dic	P7	3110	1044	15	3	88/12	7

La composición botánica porcentual del campo natural no fue determinada. A la observación subjetiva predominaban: *Axonopus sp*, *Paspalum dilatatum*, *Paspalum notatum*, *Paspalum quadrifarium*, *Stipa sp*, *Cynodon dactylom*, *Eryngium horridum*, *Bothriochloa laguroides*.

La asignación de forraje presentó un promedio de 24 % PV para todo el período evaluado, asegurando en cada cambio de potrero no menos de 15% PV (Cuadro No. 6). La carga fluctuó entre 0,8 y 2 UG/ha, con un promedio de $1,5 \pm 0,5$ UG/ha.

Cuadro No. 6: Asignación de forraje.

Potrero	Has	Disponibilidad Kg MS/ha	Días de ocupación	% Asignación de forraje
B1	14	6757	29	27
D2	16	4209	35	16
C1	15	4189	33	16
C2	15	4542	35	16
C2	15	3710	14	37
P7	24	2121	23	21
B1-2	11	3837	32	34
P7	24	3110	32	23

3.6 MUESTREO Y DETERMINACIONES

3.6.1 Condición y peso corporal

La CC se estimó en todas las vacas por dos técnicos entrenados a través de la escala de apreciación visual repetible y reproducible para Hereford en Uruguay (escala: 1-8; Vizcarra et al., 1986), cada 20 días durante la fase de monitoreo desde el 24/06/2010 hasta el comienzo de la parición (15/09/2010), teniendo en promedio $-101 \pm 1,4$ hasta $-18 \pm 1,4$ DPP respectivamente. Posteriormente se estimó cada 15 días hasta finalizar el experimento. La correlación entre técnicos fue 0.91, por lo que para el análisis se utilizó la media entre ambos valores. En el mismo momento se determinó el peso corporal (PC) con balanza digital.

El peso de los terneros (PT) fue evaluado de igual forma que el de las vacas, mediante balanza digital y sin ayuno previo. Se determinó el mismo al nacimiento, a los $22 \pm 1,4$, $47 \pm 1,4$ (inicio de suplementación), $61 \pm 1,4$ (inicio de DTS), $68 \pm 1,4$ (fin de DTS), $80 \pm 1,4$ días de edad y al destete definitivo ($157 \pm 1,4$).

3.6.2 Producción y composición de leche

Para la determinación de la producción de leche (PL) se realizaron 5 ordeñes (Días: -7, 0, 14, 21 y 35), como se muestra en la Figura No. 4. El ordeño se realizó mecánicamente con una ordeñadora portátil, con previa inyección de oxitocina (Mondragón et al., 1983), (Foto No. 2).

Se utilizó una máquina de ordeño portátil al tarro, de dos unidades de ordeño, pulsador mecánico único para ambos órganos y vacuómetro a la vista, bomba de vaciado de paletas lubricadas por aceite e impulsado por motor eléctrico marca DINAMICA® de fabricación nacional.

Foto No. 2: Máquina de ordeño portátil



En la mañana, luego de haber dejado mamar a los terneros, se realizó el vaciado matutino. Para esto, cada vaca fue ordeñada con inyección previa de oxitocina (20 UI) y encepada para detenerla en las instalaciones de ganado. Los terneros fueron separados de sus madres por más de 6 horas entre el vaciado de la ubre y el ordeño propiamente dicho, que se realizó de igual manera que el vaciado. El total de leche producida fue pesado individualmente en una balanza electrónica. Se extrajo una muestra individual para el análisis de su composición en términos de Grasa y Proteína, en los Días 0 y 14 post inicio de la suplementación. La misma fue enviada al Laboratorio de Análisis de Leche COLAVECO, donde se realizó el análisis a través del método de absorción de radiación infrarroja, con el estándar FIL141C:2000. Luego del ordeño se juntaban las vacas con sus respectivos terneros.

3.6.3 Muestreo de sangre y determinaciones

Una vez por semana desde el Día 0 (comienzo de la suplementación) se colectaron muestras de sangre por venipunción de la vena yugular en tubos BD Vacutainer® (USA. NJ. Becton Dickinson) con anticoagulante (heparina) con el fin de determinar la concentración de progesterona en plasma (Figura No. 4). Las muestras se centrifugaron dentro de la primera hora de extraída, a 6000 rpm por 15 min para la colección de plasma, y se almacenaron a -20° C hasta su posterior análisis. La concentración de progesterona se determinó en todas las vacas en las muestras correspondientes a los Días 39 y 49 posteriores al inicio de la suplementación (DPP: 86

$\pm 1,4$ y $96 \pm 1,4$). En aquellas vacas que a la ultrasonografía presentaron CL también se analizaron las muestras de sangre tomadas desde dos semanas previas hasta dos semanas después a la observación del CL.

La concentración de progesterona en plasma fue determinada en el Laboratorio de Técnicas Nucleares de la Facultad de Veterinaria, Uruguay, por medio de radioinmunoanálisis (RIA) en fase sólida, usando kits comerciales (DPC; Diagnostic Products Co Los Angeles, CA, USA). El método, que se basa en las reacciones antígeno-anticuerpo, es una técnica competitiva que involucra la habilidad de la hormona no marcada de competir con la hormona marcada con un radioisótopo (^{125}I), por los sitios de unión de un anticuerpo, presente en cantidades limitadas. Cuando la hormona no marcada se une al anticuerpo, disminuye la cantidad de sitios libres disponibles para que se una la hormona radioactiva. Una vez que la reacción llega al equilibrio, se separa la hormona libre de la unida al anticuerpo y se determina la hormona radioactiva utilizando un gamma-contador. La concentración de hormona no marcada presente en la solución determina el grado de inhibición de unión de la hormona marcada al anticuerpo. La concentración de la hormona de interés en una muestra se determina por medio de una curva estándar. Tanto las muestras como la curva estándar se tratan de igual forma y se incuban con cantidades fijas de hormona marcada y de anticuerpo. La separación de la hormona marcada unida al anticuerpo de la no unida es esencial para medir la primera y así poder, por medio de la curva estándar, encontrar la concentración de la hormona no marcada. La separación, en este caso, se realizó mediante el uso de anticuerpos unidos a un polímero insoluble, por eso se denomina RIA en fase sólida. Todas las muestras se analizaron en un mismo ensayo, la curva estándar y los controles por duplicado. La sensibilidad del ensayo se refiere a la mínima concentración de hormona detectable y en este caso fue de 0,12 ng/ml. Los coeficientes de variación intra-ensayo para los controles bajo (0,5 ng/ml), medio (2 ng/ml) y alto (8 ng/ml) fueron de 3,51%, 2,59 % y 2,19 respectivamente.

Para monitorear la funcionalidad hepática, se determinó la concentración de proteína total y albúmina en muestras de sangre de todas las vacas tanto del grupo CONT como SUP desde el Día 0 hasta una semana después de terminar la suplementación utilizando kits comerciales (Biuret, Ref. 11500 y Bromocresol Green, Ref. 11547; BioSystems S.A., Barcelona, España, respectivamente) con un volumen de muestra y reactivos ajustado a una placa de 96 celdas y leídos en un Multiskan EX (Thermo Scientific, Waltham, MA, USA). Los coeficientes de variación intra-ensayo para proteína total en el control alto (82,2 g/L) fue de 8,7 y para el control bajo (55,7 g/L) de 7,8. El coeficiente de variación inter-ensayo para proteína total en el control alto fue de 8,6 % y en el control bajo 8,6 %. Para albúmina los coeficientes de variación intra-ensayo fueron de 7,1 y 12,4 para el control alto (43,9 g/L) y bajo (24,5 g/L), respectivamente. El coeficientes de variación inter-ensayo en el control alto fue de 7,5 % y en el control bajo de 12,8 %.

A los 110 días de iniciada la suplementación, se extrajo una muestra de sangre a todas las vacas con tubos sin anticoagulante; las muestras fueron inmediatamente centrifugadas y el suero congelado y transportado al laboratorio Miguel C Rubino DILAVE, donde se procedió a realizar un estudio de funcional hepático (ver Anexo 2). Se determinaron las concentraciones de: Proteína total, Albúmina, Globulina, Relación Albúmina/Globulina (Rel Alb/Glob), Aspartato amino transferasa (AST), Gama glutamin transpeptidasa (GGT), fosfatasa alcalina (FAS) y Bilirrubina total (Bbt). Este estudio se realizó con el propósito de descartar posible daño hepático como consecuencia de la ingestión del metanol que contenía la glicerina cruda.

3.6.4. Comportamiento reproductivo

3.6.4.1 Actividad ovárica

La actividad ovárica fue evaluada por ecografía transrectal una vez por semana desde nueve días antes de comenzar la suplementación hasta el Día 39, utilizando un ecógrafo portátil Ambivision (Digital Notebook B mode. Manufacturer AMBISEA Technology Corp., Ltd., China, Modelo AV-3018V con un transductor lineal y una frecuencia bimodal de 5,0 y 7,5 MHz). Para la ubicación de las estructuras ováricas se colocó el transductor sobre cada ovario y se rotó sobre su eje longitudinal. Los folículos ováricos y cuerpos lúteos fueron identificados según el criterio de Griffin y Ginther (1992).

El diámetro de los folículos fue considerado como una variable de clasificación de la actividad ovárica (Stahringer, 2006). Las vacas que presentaron en 2 o más registros, folículos mayores a 8 mm de diámetro, se consideraron en un estado de anestro superficial (VAS) y las que presentaron folículos menores o iguales a 8 mm de diámetro fueron consideradas en anestro profundo (VAP).

El reinicio de la actividad cíclica ovárica fue monitoreado por la concentración de progesterona. Se consideró que la vaca había reiniciado su ciclicidad cuando la concentración de progesterona fue ≥ 1 ng/mL en dos muestras sucesivas separadas por un intervalo de una semana (Meikle et al., 2004) y/o presencia de CL en dos ecografías con un intervalo de 10 días.

3.6.4.2. Comportamiento sexual

La detección de celos se realizó durante los primeros 25 días de entore en el período comprendido entre el 10/12/2010 y el 4/01/2011 por observación de la monta heterosexual y homosexual (Alexander et al., 1986), en tres turnos diarios (7:00, 13:00, 20:00). Desde el 4/1/ al 11/1/2011 el celo se detectó utilizando parches. Posteriormente el rodeo fue monitoreado y el día 12 de enero, las vacas que permanecían en anestro entraron en un programa de IATF.

Los días al primer celo (DPC) fueron estimados como período transcurrido entre el parto y el primer celo registrado.

3.6.4.3. Preñez

El número de vacas preñadas/número total para la mitad y final del entore se determinó a través de ecografía transrectal los días 46 y 66 posteriores a la IATF; en cada oportunidad se registró la edad fetal.

3.7 BALANCE ENERGÉTICO

Se estimó el balance energético considerando las estimaciones de requerimientos y consumo, teniendo en cuenta el momento fisiológico en el que se encontraban los animales. Los requerimientos fueron estimados de Davis et al. (1994), el consumo potencial, consumo voluntario y el incremento en el costo de mantenimiento por pastoreo de CSIRO (1990) y la digestibilidad de las pasturas de Gomes de Freitas y de Souza (1984).

3.8 ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Para el análisis de los datos se utilizó el paquete estadístico SAS (SAS Institute, 2002). El diseño experimental utilizado fue completamente al azar. La unidad experimental fue la vaca, debido a que como se mencionó, la suplementación fue individual.

Para el análisis estadístico, los datos fueron agrupados en dos períodos, la fase de monitoreo del lote experimental (último tercio de gestación-inicio de suplementación) y la fase experimental propiamente dicha (inicio de suplementación-inicio de la IATF). En el caso del peso de los terneros se consideraron tres periodos: parto-inicio de la suplementación, periodo de suplementación, y periodo pos-suplementación hasta el destete definitivo.

Los datos de CC, PC y PL, en ambos períodos de estudio, así como la composición de la leche y el PT fueron analizados por medidas repetidas utilizando el procedimiento MIXED con fecha o días pre o posparto como el efecto de repetición. En la fase de monitoreo el modelo incluyó los efectos de grupo genético y el grupo experimental, de esta manera se descartó posibles efectos de historias previas diferentes al inicio de la suplementación. Los datos de CC, PC, PL y composición de leche obtenidos durante la fase de experimentación propiamente dicha también fueron analizados en forma similar y el modelo incluyó el efecto del tratamiento, fecha, y la interacción tratamiento*fecha como efectos fijos y el animal como efecto aleatorio.

También se incluyó en primera instancia el efecto del genotipo pero al no encontrar efecto se eliminó del modelo. Las primeras medidas fueron utilizadas como covariables en los análisis respectivos. Los efectos del tratamiento y la fecha o días pre/posparto fueron analizados con el test de Tukey–Kramer. Las variables reproductivas, porcentaje de anestro superficial, ovulación y preñez fueron analizados por el procedimiento GENMOD especificando la distribución binomial con transformación logit de los datos; el modelo incluyó el efecto del tratamiento. El peso de los terneros se analizó por medidas repetidas en el tiempo, pero el factor de repetición fue la edad y en el modelo se incluyeron los efectos del genotipo, del genotipo materno, del sexo y como covariable se utilizó el peso al nacimiento. Los datos se expresan en medias y error estándar ($x \pm ee$).

4. RESULTADOS

4.1 RESULTADOS DE LA FASE DE MONITOREO

En el Cuadro No. 7 y No. 8 se muestra el efecto de los factores estudiados sobre las variables de respuesta.

Cuadro No. 7: Efecto del grupo experimental (GE), días pos parto (DPP), genotipo (G) y las interacciones DPP*GE y DPP*G y fecha de muestreo sobre la condición corporal (CC), peso corporal (PC) y producción de leche (PL) en la fase de monitoreo.

Variables	Factores					
	GE	DPP	G	DPP*G.E.	DPP*G	Fecha de muestreo
CC	0,1486	<0,0001	0,3668	0,6517	0,5048	
PC	0,9491	<0,0001	0,8428	0,8253	0,7229	
PL	0,3739	0,9713	0,5233	0,3393	0,5443	<0,0001

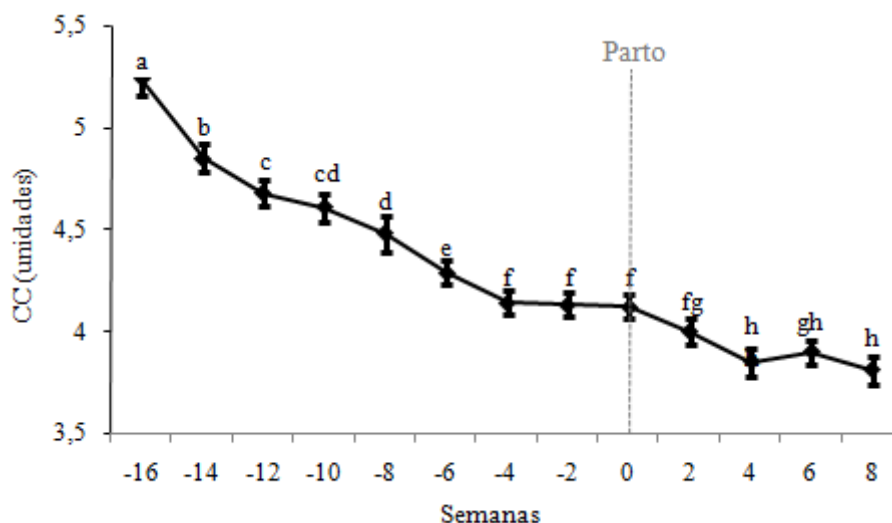
Cuadro No. 8: Efectos del grupo experimental (GE), edad, genotipo de la madre y del ternero y el sexo sobre el peso corporal de los terneros en la fase de monitoreo.

Variable	Factores				
	GE	Edad	Genotipo		Sexo
			Ternero	Madre	
PT	0,0944	<0,0001	0,4213	0,7820	0,0204

4.1.1 Condición corporal

La CC en el período de monitoreo (último tercio de la gestación – 8 semanas posparto) no fue afectado por el genotipo de los individuos ($P = 0,3668$) ni se observó efecto de la interacción días pre y posparto*genotipo ($P = 0,5048$). La CC de los dos grupos experimentales (CONT y SUP) durante ese periodo fue similar ($P = 0,1468$) y no se encontró interacción grupo experimental*días pre o posparto ($P = 0,6517$), lo que muestra que la historia previa de la CC de los grupos experimentales antes de la suplementación era similar. La CC fue afectada por los días pre y posparto ($P < 0,0001$); las vacas perdieron en promedio $1,53 \pm 0,09$ unidades de escala corporal durante el período evaluado. Disminuyeron $1,23 \pm 0,09$ unidades de escala hasta el parto y $0,3 \pm 0,08$ unidades luego del parto; el nadir de CC se alcanzó en la 4ta semana post parto, para posteriormente estabilizarse hasta el momento del inicio de la suplementación (Gráfica No. 4).

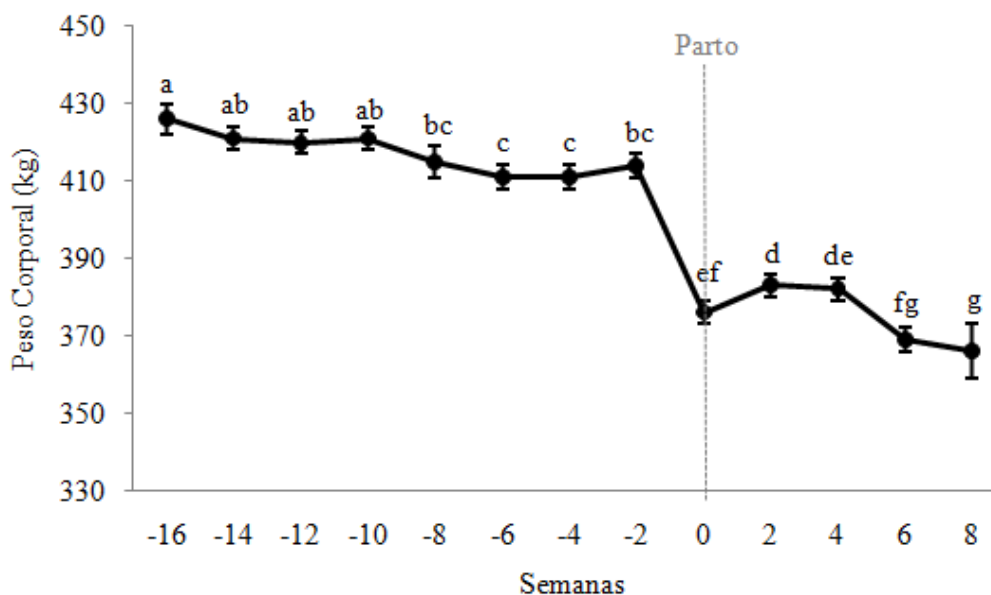
Gráfica No. 4: Evolución de la condición corporal de vaquillonas pre y posparto en la fase de monitoreo.



4.1.2 Peso corporal

El PC antes de iniciar la suplementación no fue afectado por el genotipo ($P = 0,8428$) ni por la interacción días pre y posparto*genotipo ($P = 0,7229$). El PC de los grupos experimentales (CONT y SUP) fue similar durante ese periodo ($P = 0,9491$) y tampoco se observó interacción grupo experimental*DPP ($P = 0,8253$). El PC fue afectado por los DPP ($P < 0,0001$); las vacas perdieron en promedio 59 ± 1 kg durante el último tercio de gestación y las primeras 8 semanas posparto ($P < 0,0001$; Gráfica No. 5). Como consecuencia del parto, la pérdida de PC fue más marcada entre la semana -2 y el Día 0 (registros tomados entre el parto y 15 DPP) cuando las vacas perdieron ($P < 0,0001$) en promedio 38 ± 3 kg. Los valores más bajos ($P < 0,05$) se observaron entre las 6 y 8 semanas posparto, es decir, la suplementación comenzó cuando el PC, al igual que la CC, estaba en el nadir.

Grafica No. 5: Evolución del peso corporal de vaquillonas pre y posparto en la fase de monitoreo.



4.1.3 Producción de leche

La PL a los días 40 (24 a 54 DPP) y 46 (30 a 60 DPP) posparto, muestreos previos al inicio de la suplementación, no fue afectada por el genotipo ($P = 0,5233$), ni por los DPP ($P = 0,9713$). No se observó efecto de la interacción fecha*genotipo ($P = 0,5443$). La PL de los grupos experimental (CONT y SUP) no fue diferente ($P = 0,3739$), y tampoco se encontró interacción entre la fecha y el grupo experimental ($P = 0,3393$). La PL fue afectada por la fecha de muestreo ($P < 0,0001$). Las vacas antes de comenzar los tratamientos estaban aumentando la PL: DPP 40: $4,5 \pm 0,2$ vs Día 46: $6,7 \pm 0,3$ kg/día.

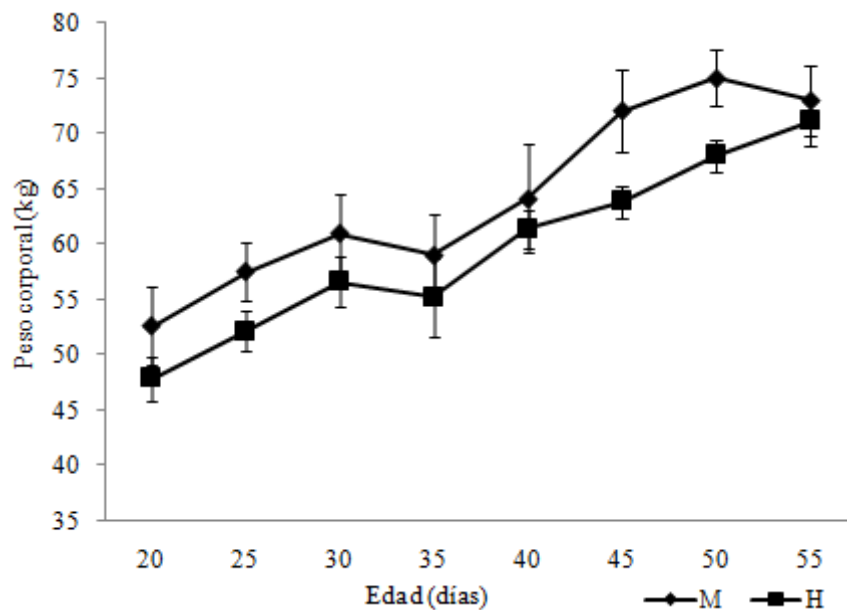
4.1.4 Peso de los terneros

Los terneros pesaron en promedio al nacer $30,9 \pm 0,6$ kg. El peso al nacimiento no fue influenciado ni por el genotipo ($P = 0,3248$), ni por el sexo del ternero ($P = 0,5162$).

El peso de los terneros (PT) hasta el inicio de la suplementación a los $47 \pm 1,4$ días de edad (rango de edad: 31 a 61 días) no fue afectado por el genotipo del ternero ($P = 0,4213$), ni por el de su madre ($P = 0,7827$), ni por su peso al nacimiento ($P = 0,2757$). El PT hijos de las madres de ambos grupos experimentales (CONT y SUP) no fueron diferentes ($P=0,0944$), por lo que se puede decir que, la evolución previa al inicio del

experimento, fue similar para los terneros de ambos grupos experimentales. La evolución del PT fue influido por el sexo ($P = 0,0204$) y por la edad ($P < 0,0001$) de los terneros, pero no se encontró efecto de la interacción sexo*edad ($P = 0,8534$). En promedio los machos fueron más pesados que las hembras durante el periodo evaluado.

Gráfica No. 6: Evolución del peso corporal de los terneros en la fase de monitoreo.



4.2 RESULTADOS FASE EXPERIMENTAL

En el Cuadro No. 9 y No. 10 se muestra el efecto de los factores estudiados sobre las variables de respuesta.

Cuadro No. 9: Efecto de la suplementación (Supl), fecha, genotipo (G), interacción fecha*suplementación (Supl*Fecha), condición corporal al parto (CCP) sobre la condición corporal (CC), peso corporal (PC), producción de leche (PL), contenido de grasa y proteína como porcentaje (%) y contenido total (CT) y vacas en anestro superficial, preñez a IATF y final en la fase de suplementación.

Variables	Factores				
	Supl	Fecha	Supl*fecha	G	CCP
CC	0,2575	0,0981	0,5405	0,1142	
PC	0,0443	0,0070	<0,0001	0,4512	
PL	0,0168	<0,0001	0,4168	0,4311	
Grasa	%	0,2247	0,1269	0,1778	0,8012
	CT	0,7936	0,8196	0,9962	0,6970
Proteína	%	0,0002	0,0001	0,0001	0,2161
	CT	0,0010	0,0008	0,0029	0,5319
VAS	0,0497				0,3733
Preñez IATF	0,2214				
Preñez final	0,6855				

Cuadro No. 10: Efectos de la suplementación (Supl), genotipo, sexo, peso al nacimiento (PN) e interacción suplementación*fecha (Supl*Fecha) sobre el peso corporal de los terneros en la fase experimental.

Variables		Factores					
		Supl	Fecha	Supl*Fecha	Genotipo	Sexo	PN
PT	0-21 d	0,0009	<0,0001	<0,0050	0,7431	0,3913	0,599
Ganancia diaria	0-14	0,0105					
	15-21	0,3803					
	21-DF	0,4720	0,4953	0,8305			
PT DF		0,0297					

4.2.1 Condición corporal

La suplementación no influyó la CC (SUP: $3,94 \pm 0,04$ vs CONT $3,87 \pm 0,04$; $P = 0,2575$) y no se encontró interacción suplementación*fecha ($P = 0,5405$); hubo una tendencia a que la CC se modificara por efecto de la fecha de muestreo ($P = 0,0981$). Los animales tendieron a aumentar la CC a lo largo del periodo, encontrándose diferencias significativas a partir del Día 35 de iniciada la suplementación, es decir a partir de los $82 \pm 1,4$ DPP (Cuadro No. 11). La CC no fue afectada por el genotipo (Puras vs Cruzas; $P = 0,1142$), ni por la interacción fecha*genotipo ($P = 0,2526$), ni genotipo*suplementación ($P = 0,6695$).

Cuadro No. 11: Evolución de la Condición Corporal de vacas primíparas controles (CONT) y suplementadas (SUP) con afrechillo de arroz y glicerina cruda.

Día	Tratamiento	CONT		SUP		PROMEDIO	
		x	ee	x	ee	x	ee
0*	Inicio Sup	3,78	0,06	3,9	0,06	3,85 ^b	0,04
14	Inicio DTS**	3,84	0,06	3,95	0,06	3,89 ^{ab}	0,04
21	Fin Sup y DTS Inicio Entore	3,86	0,06	3,8	0,06	3,87 ^b	0,04
35	Entore	3,97	0,06	3,9	0,06	3,97 ^a	0,04
51		3,92	0,06	4,01	0,06	3,97 ^a	0,04

Letras distintas muestran diferencias significativas ($P < 0,05$).

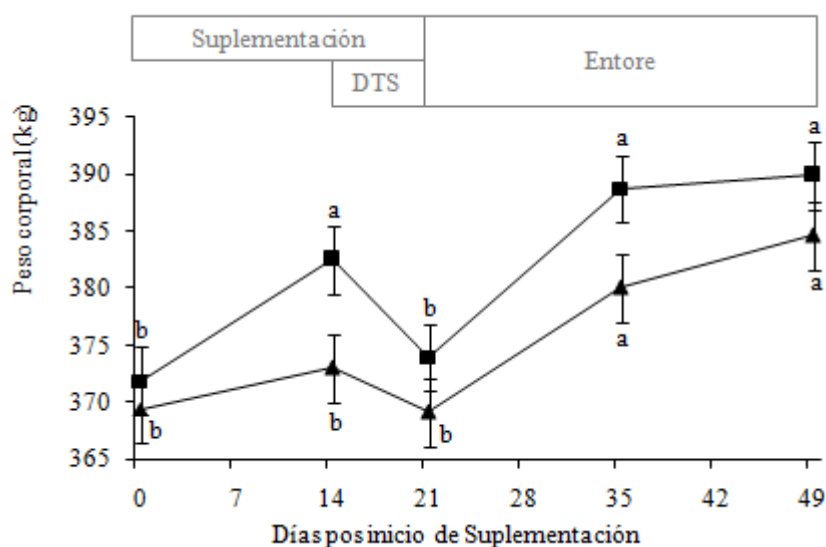
*Día 0 es el inicio de la suplementación, con $47 \pm 1,4$ DPP.

**DTS: Destete temporario con separación del ternero.

4.2.2 Peso corporal

En la fase experimental del trabajo, el PC fue afectado por la suplementación ($P = 0,0443$), siendo más pesadas las vacas del grupo SUP que las del CONT ($381 \pm 1,9$ kg vs $375 \pm 1,9$ kg, respectivamente). También, la fecha influyó ($P = 0,0001$) el PC; las vacas aumentaron en promedio $16 \pm 2,1$ kg en el período evaluado (Gráfica No. 7). No se encontró interacción suplementación*fecha ($P = 0,4606$). El genotipo no influyó el PC durante este periodo ($P = 0,4512$), así como tampoco se encontró interacción suplementación*genotipo ($P = 0,5028$). Cuando se analizaron los datos solo durante el periodo en que el suplemento fue administrado (Días 0, 14, 21) se encontró efecto de la suplementación ($P = 0,0246$) y de la fecha ($P = 0,001$). Las vacas suplementadas fueron más pesadas ($376,3 \pm 1,7$) que las vacas no suplementadas ($370,3 \pm 1,7$ kg) y se encontró interacción suplementación*fecha ($P = 0,007$) el Día 14, realizando un análisis con la opción SLICE del LSMEANS del paquete estadístico SAS. Ese día las vacas del grupo SUP ($383 \pm 2,4$ kg) fueron más pesadas que las del grupo CONT ($373 \pm 2,4$ kg, Cuadro No. 12).

Gráfica No. 7: Evolución del peso corporal de vacas de primera cría suplementadas con afrechillo de arroz y glicerina (SUP-■) y no suplementadas (CONT-▲)



Referencias: Día 0 es el inicio de la suplementación, con $47 \pm 1,4$ DPP.

Letras minúsculas diferentes muestran diferencias significativas entre y dentro de tratamientos ($P < 0.05$).

Cuadro No. 12: Peso corporal de vacas de primera cría suplementadas (SUP) con afrechillo de arroz y glicerina y no suplementadas (CONT).

Día	SUP		CONT	
	X	ee	x	ee
0*	372 ^b	2,4	369 ^b	2,4
14	383 ^a	2,4	373 ^b	2,4
21	374 ^b	2,4	369 ^b	2,4

Letras minúsculas diferentes muestran diferencias significativas entre y dentro de tratamientos ($P < 0.05$).

* Día 0 es el inicio de la suplementación, con $47 \pm 1,4$ DPP.

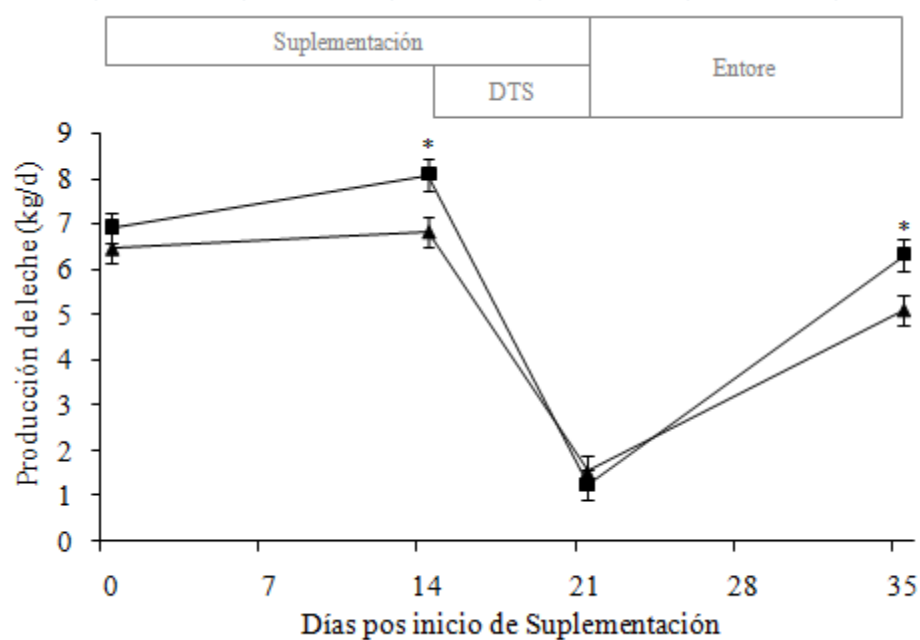
4.2.3 Producción y calidad de leche

En el período evaluado ($47 \pm 1,4$ DPP hasta el $82 \pm 1,4$ DPP), la suplementación afectó la PL ($P = 0,0168$), el grupo SUP produjo en promedio 14 % ($0,68 \pm 0,17$ kg/día) más de leche que el grupo CONT (CONT: $4,97 \pm 0,17$ vs SUP: $5,65 \pm 0,17$ kg/día de leche). La fecha también influenció la PL ($P < 0,0001$) y se encontró una interacción suplementación*fecha ($P = 0,0469$). La PL aumentó ($P = 0,0176$) en los primeros 14 días de la suplementación en las vacas del grupo SUP y fue mayor ($P = 0,0105$) que la PL del grupo CONT el Día 14; descendió abruptamente en

ambos grupos luego de la separación del ternero ($P < 0,0001$), no encontrándose diferencia entre grupos ($P = 0,5585$) el Día 21, para aumentar después de la reincorporación de los terneros en ambos grupos ($P < 0,0001$), sin embargo, este aumento fue mayor ($P = 0,0137$) en las vacas SUP, las que lograron el nivel de producción registrado el Día 0 ($P = 0,2087$) y fue diferente de la PL del grupo CONT el Día 35 ($P = 0,0137$). Las vacas del grupo CONT no lograron volver a la PL inicial ($P = 0,0059$) después del DTS. Los datos se presentan en la Gráfica No. 8.

No se encontraron efectos del genotipo ($P = 0,4311$) ni de los DPP ($P = 0,4168$) sobre la PL.

Gráfica No. 8: Evolución de la producción de leche de las vacas de primera cría suplementadas (SUP■) con afrechillo de arroz y glicerina y no suplementadas (CONT▲).



Referencias: Día 0 es el inicio de la suplementación, con $47 \pm 1,4$ DPP.

*muestra diferencias significativas entre tratamientos ($P < 0.05$).

La suplementación no modificó el contenido de grasa de la leche, medida como porcentaje ($P = 0,2247$) o como contenido total ($P = 0,7936$). El promedio para ambos grupos experimentales fue $3,05 \pm 0,1$ % y $216 \pm 9,6$ g/d, respectivamente. No se encontraron efectos de la fecha (% de grasa: $P = 0,1778$; grasa total: $P = 0,9962$) ni interacción fecha*suplementación (% de grasa: $P = 0,1269$; grasa total: $P = 0,8196$). El

genotipo no afectó el contenido de grasa de la leche (% de Grasa: $P = 0,8012$; grasa total: $P = 0,6970$).

La suplementación aumentó el % de proteína en leche ($P = 0,0002$), obteniéndose $2,83 \pm 0,03$ y $3,10 \pm 0,03$ % para el grupo CONT y SUP, respectivamente. También la fecha ($P = 0,0001$) lo afectó y se encontró una interacción tratamiento*fecha ($P < 0,0001$). El grupo SUP aumentó 0,43 puntos porcentuales desde el Día 0 al Día 14 ($P < 0,0001$), mientras el grupo CONT mantuvo la producción proteína secretada en la leche ($P > 0,10$; Cuadro No. 8). El contenido de proteína total fue influenciado por la suplementación ($P = 0,0010$) (CONT: $192,6 \pm 6,6$ g/d vs SUP: $228,9 \pm 6,6$ g/d), la fecha ($P = 0,0008$), y se encontró una interacción tratamiento*fecha ($P = 0,0029$) similar al encontrado para el % de proteína (Cuadro No. 13). El genotipo tampoco afectó ni el % de proteína ni su contenido total (% de proteína: $P = 0,2161$; proteína total: $P = 0,5319$).

Cuadro No. 13: Contenido de proteína en leche en vacas de primera cría suplementadas con afrechillo de arroz y glicerina (SUP) y no suplementadas (CONT).

Día	Porcentaje de proteína (%)				Proteína total (g/d)			
	CONT		SUP		CONT		SUP	
	x	ee	x	ee	x	ee	x	ee
0*	2,88 ^b	0,04	2,88 ^b	0,04	190,1 ^b	9,3	195,1 ^b	9,7
14	2,79 ^b	0,04	3,31 ^a	0,04	195,1 ^b	9,3	262,8 ^a	9,7

* Día: 0: Inicio de la suplementación, con $47 \pm 1,4$ DPP.

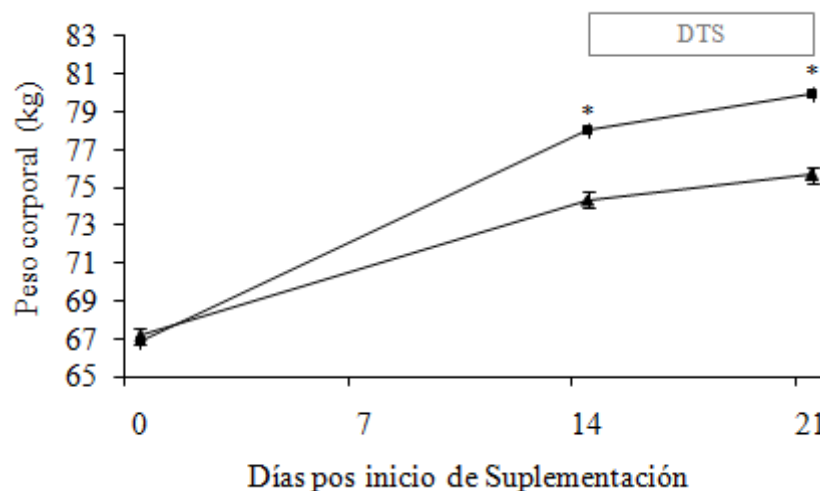
Letras minúsculas diferentes muestran diferencias significativas ($P < 0,05$).

4.2.4 Peso de los terneros

Durante el período de suplementación (47 a $68 \pm 1,4$ días de edad), la suplementación de sus madres afectó el PT ($P = 0,0009$); los terneros del grupo SUP fueron en promedio $2,6 \pm 0,4$ kg más pesados que los terneros de madres del grupo CONT (CONT: $72,4 \pm 0,4$; SUP: $75,0 \pm 0,4$ kg). La fecha también afectó el PT ($P < 0,0001$) y se encontró una interacción fecha*suplementación. El Día 14 los hijos de las vacas del grupo SUP fueron más pesados ($P < 0,05$) que los del grupo CONT, esta diferencia se mantuvo ($P < 0,05$) el Día 21, cuando los terneros regresaron con sus madres, y se observó una diferencia de $4,3 \pm 0,6$ kg más de peso en los terneros del grupo SUP comparado con los de grupo CONT (Gráfica No. 9).

El peso de los terneros en este período no fue afectado ni por el peso al nacimiento ($P = 0,5990$), ni por el sexo ($P = 0,3913$), así como tampoco por el genotipo del ternero ($P = 0,7431$).

Gráfica No. 9: Evolución del Peso de los terneros hijos de vacas suplementadas (SUP) y no suplementadas (CONT) en el período de suplementación.



Referencias: Día 0 es el inicio de la suplementación, con $47 \pm 1,4$ DPP.

*muestran diferencias significativas entre tratamientos ($P < 0,05$).

Durante el período en el cual los terneros permanecieron al pie de la vaca, (Días 0-14), los terneros del grupo SUP ganaron en promedio $0,262 \pm 0,067$ kg/d más que el grupo CONT (CONT: $0,481 \pm 0,067$; SUP: $0,743 \pm 0,067$ kg/d; $P = 0,0105$), sin embargo, durante el periodo de destete y separación, las ganancias entre grupos no difirieron ($P = 0,3803$), y fueron menores ($P < 0,0001$) que las que presentaban cuando estaban amamantando ($0,203 \pm 0,05$ kg/d en promedio para ambos grupos).

La ganancia de peso de los terneros luego de finalizada la suplementación (Día 21) hasta el destete definitivo a los $157 \pm 1,4$ días de edad (Día 110) no fue afectada por la suplementación ($P = 0,4720$) (CONT: $0,609 \pm 0,004$ kg/d; SUP: $0,648 \pm 0,004$ kg/d), ni existió una interacción tratamiento*fecha ($P = 0,8305$), tampoco fue afectada por la fecha ($P = 0,4953$).

La correlación entre la ganancia de peso y la PL desde el Día 0 hasta el Día 35 fue de 0,34 ($P < 0,0001$).

El peso al destete definitivo de los terneros ($157 \pm 1,4$ días de edad) fue $131,7 \pm 1,7$ y $138,0 \pm 1,7$ kg para el grupo CONT y SUP, respectivamente ($P = 0,0297$). Por lo tanto este grupo destetó 88 kg más de ternero.

4.2.5 Actividad ovárica

Todas las vacas se encontraban en anestro profundo al iniciar la suplementación, sin embargo, a los 21 días de iniciado el entore (Día 42 después de iniciada la suplementación), el 61% permanecían en ese estado. El porcentaje de vacas que pasaron de anestro profundo a anestro superficial (11/28; 39%) durante ese periodo fue afectado por la suplementación ($P = 0,0497$); 57% (8/14) de las vacas del grupo SUP estaban en anestro superficial el día 21 del entore, mientras que en el grupo CONT solo 21% (3/14) habían superado el anestro profundo. La CCP no afectó el % de VAS ($P = 0,3733$), ni tampoco se encontró interacción suplementación*CCP ($P = 0,1211$). La CCP de las VAS fue $4,16 \pm 0,13$ unidades, mientras que la de las VAP fue $4,10 \pm 0,11$. El promedio de DPP en que las vacas fueron detectadas en anestro superficial fue de $70,3 \pm 2,4$ días (grupo SUP: $70,1 \pm 3,3$ vs grupo CONT: $70,6 \pm 2,6$ DPP, $P = 0,7263$).

4.2.6 Celo

En los primeros 33 días del entore (Día 21 a Día 54) se observaron en celo solo dos vacas (7%), de las cuales una pertenecía al grupo CONT y una al SUP. Los DPP al que fueron detectadas fueron: 76 y 80, y la CCP 4,75 y 4,25, respectivamente.

4.2.7 Preñez

Durante los primeros 33 días quedaron preñadas solo dos vacas, una del grupo CONT y otra del grupo SUP. Con la IATF se preñaron en total 35% (9/26) de las vacas, sin diferencias entre tratamientos (SUP: 46% vs CONT: 23%; $P = 0,2214$) y con el repaso del toro se preñaron en total 47% (8/17) sin diferencias entre tratamientos (SUP: 43% vs CONT: 50%; $P = 0,4009$). La preñez final fue de 68% (19/28) sin diferencias entre tratamientos (SUP: 71% vs CONT: 64%; $P = 0,6855$). Esta se vio influenciada ($P = 0,026$) por el pasaje de VAP a VAS en los primeros 21 días de entore, es decir que más VAS (91 %; 10/11) a los 21 días de entore quedaron preñadas en comparación con las VAP (53 %; 9/17). De las 9 vacas que no se preñaron, 8 estaban en VAP al día 21 del entore.

4.3 BALANCE ENERGÉTICO

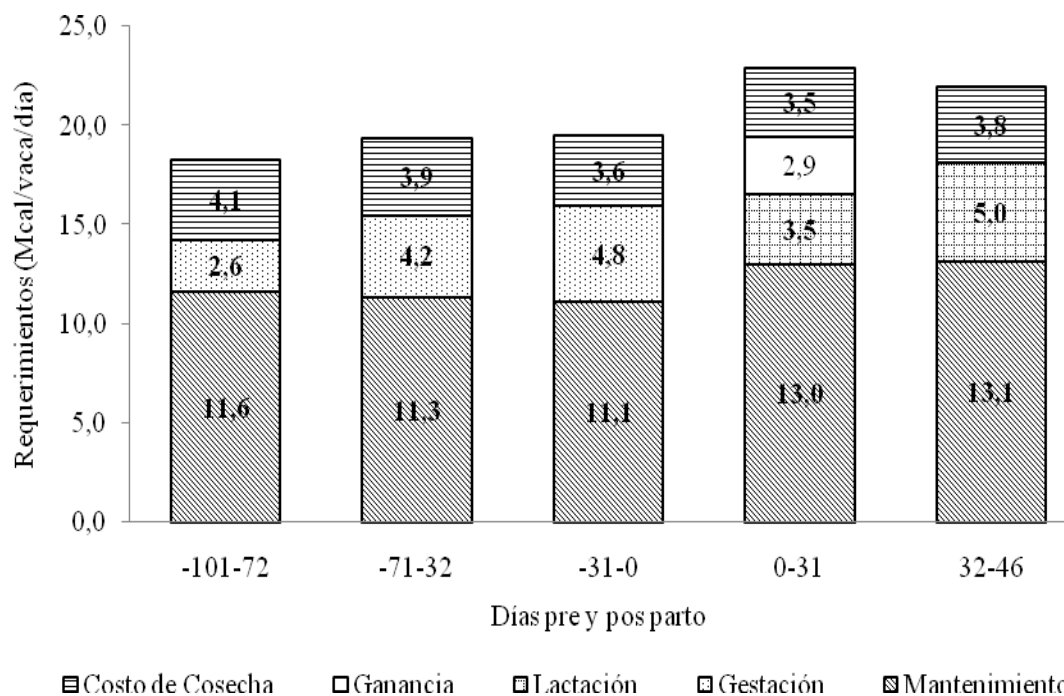
4.3.1 Fase de monitoreo del lote experimental

En la fase de monitoreo del lote (último tercio de la gestación - $46 \pm 1,4$ DPP), en promedio, el 57 % de los requerimientos totales (Rt) estimados se corresponden a requerimientos de mantenimiento (Rm) y 18 % a los requerimientos por costo de cosecha (Rc). Los requerimientos de gestación (Rge) ocupan en promedio un 25 % del Rt, aumentando desde 17% (-101 a -72 DPP) a 29% (-31 a 0 DPP). Los requerimientos

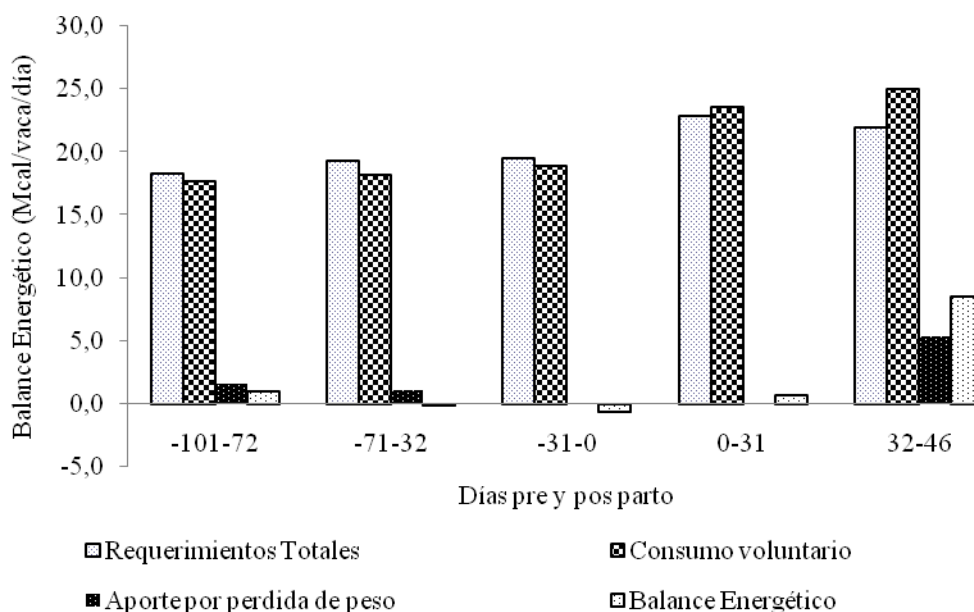
de lactación (Rl) se corresponden en promedio con 15 % de Rt, aumentando a medida que transcurren los DPP desde 3,5 Mcal/v/d a 5,0 Mcal/v/d a los 0-31 DPP y 32-46 DPP respectivamente. Se registró un momento de ganancia de peso posterior al parto (0-31 DPP).

Los Rt aumentan luego del parto, al igual que el consumo voluntario. Existen tres momentos en los que se reporta pérdidas de peso corporal, desde -101 a -32 DDP y a los 32-46 DPP, cuando se estiman aportes energéticos por parte del animal. El balance estimado es negativo en los dos últimos meses preparto, y positivo en el resto del período en estudio.

Gráfica No. 10: Evolución de los Requerimientos totales por categoría según días pre y posparto para la etapa de monitoreo del lote.



Gráfica No. 11: Balance energético según días pre y posparto en la etapa de monitoreo del lote.

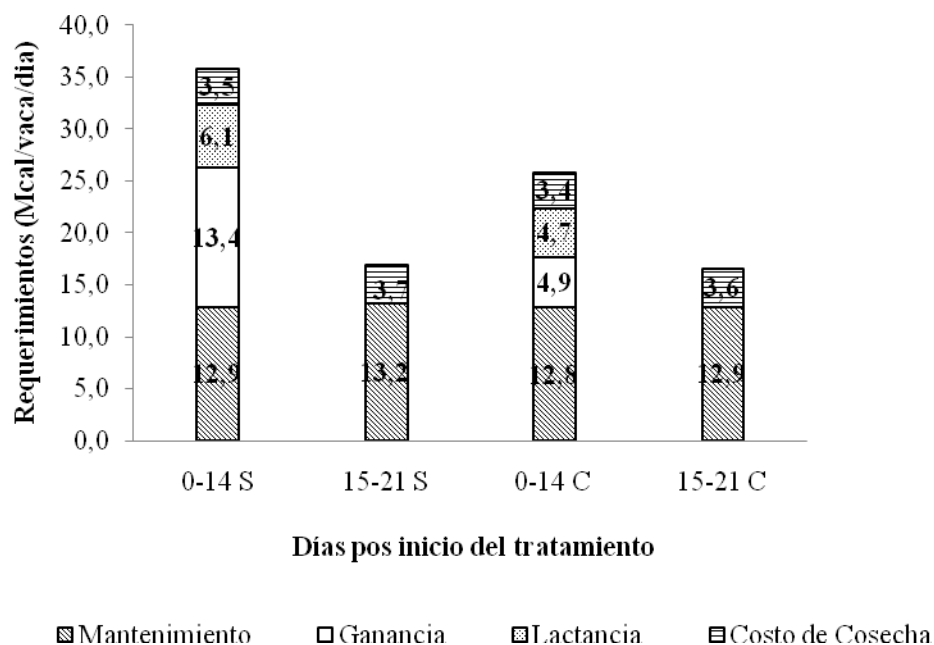


4.3.2. Fase experimental

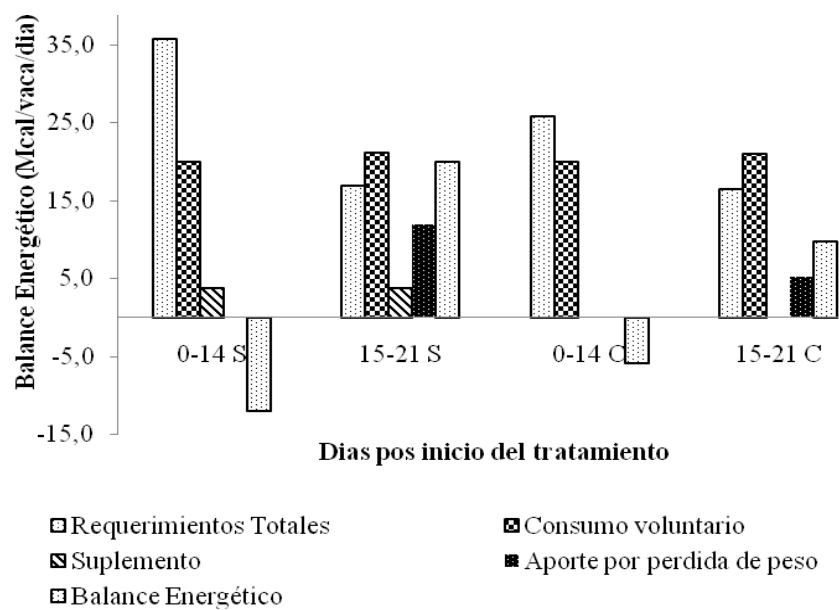
Los R_t en el período de suplementación (0-21 Días post inicio del tratamiento) se muestran en el Gráfico No. 12. Los R_t fueron mayores antes del DTS (0-14 Días) (133 y 68 % más para el grupo SUP y CONT, respectivamente). Esta superioridad se debe a que en ese momento existieron R_l y requerimientos de ganancia (R_g), siendo los R_m y R_c similares para ambos grupos y en ambos momentos (0-14 Días pre-destete- y 15-21 Días -durante el DTS). Los R_l y R_g son mayores en el grupo SUP que en el CONT, (lactación 30 % y ganancia 173 % más en el grupo SUP que en el CONT).

Tanto en el grupo SUP como en el CONT durante los primeros 14 Días el balance estimado fue negativo, mientras que en los Días 15 a 21 el balance estimado fue positivo en ambos grupos.

Gráfica No. 12: Evolución de los requerimientos totales y por categoría de requerimiento según tratamiento.



Gráfica No. 13: Balance energético en el período de suplementación para los diferentes tratamientos.



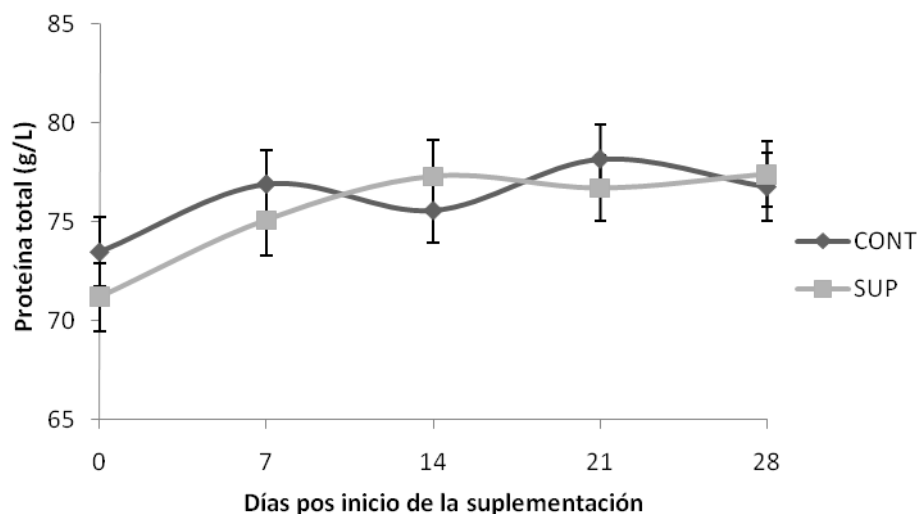
4.4 ASPECTOS CLÍNICOS Y FUNCIONALIDAD HEPÁTICA

No se observaron signos clínicos de intoxicación por metanol, ni ningún signo de anomalía aparente. Las vacas del grupo SUP se comportaron en forma similar al grupo CONT, se adaptaron rápidamente al manejo de la suplementación (48 a 72 hs), no hubo rechazo al suplemento, por el contrario al finalizar lamaban el comedero para no dejar restos.

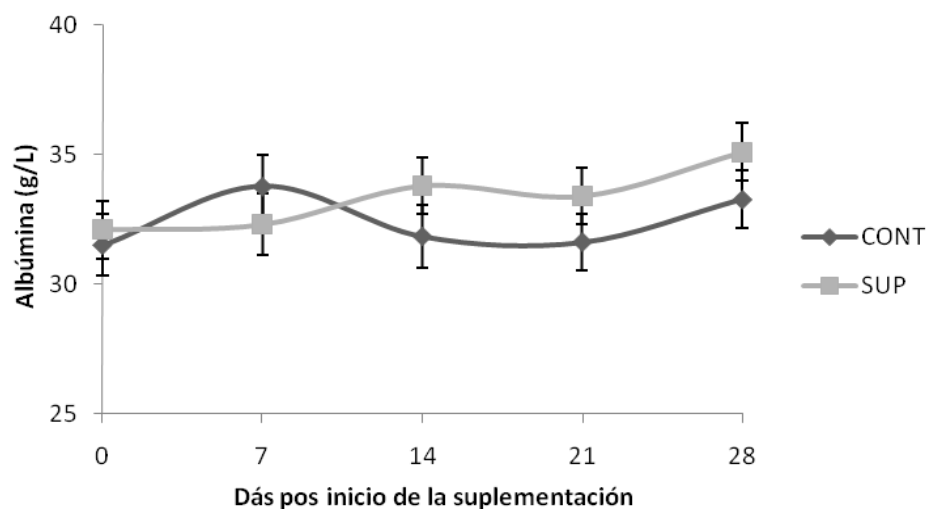
La concentración de proteína total y de albúmina en las muestras de plasma obtenidas durante el periodo de suplementación y semana posterior fue similar para los grupos SUP y CONT ($P = 0,6406$ y $P = 0,2753$ para proteína total y albúmina respectivamente) y no se observan alteraciones individuales que pudieran evidenciar alteración en la síntesis cuantitativa de proteínas hepática.

Los resultados del funcional hepático realizado a todas las vacas a los 110 Días de iniciada la suplementación y 89 días después de finalizada, no arrojó diferencias entre las vacas del grupo CONT y SUP, no habiendo evidencias de daño hepático a consecuencia de la suplementación con glicerina cruda.

Gráfica No. 14: Concentración de proteína total en suero de vacas primíparas suplementadas (SUP■) y no suplementadas (CONT▲) en el período de suplementación y una semana posterior.



Gráfica No. 15: Concentración de Albúmina en suero de vacas primíparas suplementadas (SUP■) y no suplementadas (CONT▲) en el período de suplementación y una semana posterior.



5. DISCUSIÓN

5.1 FASE DE MONITOREO

En este trabajo se suplementaron vacas primíparas a los 47 DPP en promedio, con afrechillo de arroz integral y glicerina cruda, que habían parido con una CC promedio de 4,1 unidades, pero que al inicio de la suplementación estaban en el nadir de CC y PC, y aumentando la PL.

Los animales en el período de monitoreo (último tercio de la gestación-posparto temprano) pastorearon campo natural con una asignación de forraje promedio de 20 % PV, y una altura de 20 cm, perdieron aproximadamente 6% del PC (descontando el peso del ternero) y $1,5 \pm 0,09$ unidades de CC en promedio. La mayor parte de la pérdida de la CC se registró durante el último tercio de la gestación ($1,23 \pm 0,09$ unidades). La CCP fue levemente inferior a la recomendada para esta categoría por Orcasberro et al. (1992a) en la propuesta de manejo general de los rodeos de cría (4,5 unidades de CCP).

Luego del parto, los animales continuaron perdiendo CC, alcanzando el nadir a la cuarta semana (pérdida promedio de $0,3 \pm 0,08$ unidades de CC) y estabilizándose hasta el inicio de la suplementación. Similar descenso en el posparto, fue reportado por Houghton et al. (1990a) para aquellas vacas que parieron en mejor estado corporal (4 vs 2 unidades de CC, escala de 1-5) alcanzando el nadir de energía a los 30- 60 DPP. También, a nivel nacional (Gestido 2007, Astessiano 2010, Quintans et al. 2010, Scarsi et al. 2010a) han observado que el nadir de CC en vacas de moderada CCP se presenta en el posparto, a diferencia de lo que ocurre en vacas de baja CCP, en las que se presenta previo al parto. Las vacas del presente trabajo, tenían entonces reservas que pudieron movilizar en el posparto temprano, cuando las demandas energéticas aumentan a consecuencias del inicio de la lactación.

La pérdida de CC observada durante la fase de monitoreo, es similar en magnitud y periodo al registrado por Gestido (2007), Scarsi (2010a), sin embargo, Astessiano (2010), reporta pérdidas de similar magnitud pero en un periodo preparto menor. Si bien la pérdida de CC preparto parece inevitable en las condiciones de pastoreo de campo natural en nuestras condiciones debido a las limitantes en disponibilidad y calidad en los meses invernales (Quintans et al., 1993) para cubrir los requerimientos de mantenimiento y gestación, se observa un efecto “año” que hace variar su magnitud, tasa de descenso y momento en que se produce.

La calidad del forraje, junto con la altura y la cantidad del mismo están estrechamente relacionadas con la CC alcanzada por las vacas de cría (Orcasberro et al., 1992a). Bermúdez y Ayala (2005) han reportado que las precipitaciones en primavera-verano son la principal determinante del crecimiento de los campos nativos. En este sentido, consideramos que en el presente trabajo las lluvias en el período estival, no

fueron limitantes para el crecimiento del pastizal nativo, generando un exceso de forraje que pudo ser diferido al período otoñal e invernal del año en estudio, gracias a los largos períodos de descanso y a la baja dotación animal. Por esta razón, durante la fase de monitoreo, las vacas se encontraban bajo una asignación de forraje muy superior a la del potencial de su consumo (3 a 4 veces). La altura del forraje guardó una estrecha relación ($R=0,83$) con la disponibilidad, y por tanto puede ser buen estimador la altura de la misma, como fue reportado por Orcasberro et al. (1992a). En el período evaluado, la altura del forraje fue superior a la que se toma como referencia en la propuesta de manejo general del rodeo de cría (Orcasberro et al., 1992a). Se puede decir, entonces, que no habían restricciones en la oferta de forraje.

El largo tiempo de descanso entre pastoreos, la baja tasa de crecimiento del pastizal nativo en invierno comparado con primavera (unidad de suelos Fraile Muerto, valor 7,1 y 16 kg MS/ha/día para invierno y primavera, respectivamente; Carámbula, 1996) y la presencia de heladas (Quintans et al., 1993) pueden haber provocado el incremento en los restos secos, que se evidenció en la disminución de la relación verde/seco observada. El incremento de los restos secos, puede ser estimativo de una pérdida de calidad, debido a que el contenido de fósforo y proteína en los pastos maduros es menor que el de pastos tiernos (Semple, 1974). Además, en trabajos nacionales que evaluaron la calidad del forraje en invierno se encontraron grandes diferencias entre las partes secas y verdes del forraje. El forraje verde presenta en promedio digestibilidad y contenido de proteína aceptables, mientras que el forraje seco presenta una merma en dichos parámetros hacia valores limitantes para el crecimiento animal (verde: 53,2 % vs seco: 25,7% en digestibilidad; verde: 9,5 % vs seco: 6,1 % en proteína cruda; verde: 38,5% vs seco: 47,1% en FDA; Quintans et al., 1993). Además, el forraje diferido desde verano, puede presentar enmaciegamientos, posiblemente enmalezameinto (cardilla) y una disminución del área efectiva de pastoreo (Quintans et al., 1993). Por lo que, si bien la oferta de forraje en cantidad no fue limitante surge la interrogante sobre la calidad de la pastura ofrecida, más teniendo en cuenta los genotipos de las vacas con lo que trabajamos, que han sido seleccionados hacia un aumento de la productividad.

En el último tercio de gestación y en el posparto temprano debido a la gestación y lactación los requerimientos se incrementan (Davis et al., 1994). Si bien la cantidad de forraje no era limitante, la disminución en la relación verde/seco probablemente limitó la calidad del forraje no logrando cubrir los requerimientos de las vacas en estas etapas. La disminución de la CC y PC que presentaron las vacas en estos momentos puede ser explicada por una menor energía ingerida y posiblemente un balance energético negativo. La disminución de la CC preparto (Perry et al., 1991) como posparto (Houghton et al., 1990b) es reflejo del balance energético negativo debido a que las demandas de gestación y lactación no son cubiertas por el consumo de energía lo que obliga al animal a movilizar sus reservas corporales.

La PL al inicio de la suplementación estaba incrementándose, lo que coincide con otros trabajos nacionales. Casal et al. (2009), estimaron curvas de lactación en animales de la misma categoría y rodeo que las vacas utilizadas en el presente trabajo y reportaron aumentos en la PL hasta los 20, 60 y 70 DPP en vacas Hereford, cruza, y Aberdeen Angus, respectivamente. También Quintans et al. (2009), observaron aumentos en la PL en vacas de similares genotipos entre los 30 y 60 DPP. La producción máxima de leche en ganado de carne ha sido observada en distintos genotipos entre los 20 y los 80 DPP (Kress y Andersson 1974, Jenkins y Ferrel 1984, Martson et al. 1992, Reynolds et al. 2000, Quintans et al. 2009, 2010, Scarsi et al. 2010b). El volumen producido en promedio fue similar al reportado por Scarsi et al. (2010b) para vacas multíparas, pero mayor al reportado por Quintans et al. (2009) en vacas primíparas entoradas a los 18-20 meses en las cuales el período de lactación fue en otoño-invierno. Por otra parte, Gioia y Licha (2008), Casal et al. (2009) trabajando con vacas primíparas en condiciones similares a las del presente trabajo reportan menores PL. La diferencia entre el presente trabajo y los anteriores puede deberse al período y momento en que la PL fue evaluada. Los autores mencionados evaluaron períodos mayores a 100 días, mientras que en el presente trabajo fue evaluado un período de 50 días en el entorno al pico de producción.

La PL en este período no se vio influenciada por los DPP a diferencia de lo reportado por Casal et al. (2009), posiblemente debido a que la separación entre muestreos no logró superar al desvío propio de los DPP en cada fecha de muestreo (40 DPP rango: 24 a 54 DPP y 46 rango: 30 a 60 DPP).

La ganancia de peso de los terneros, fue similar a la reportada por Blanco y Montedónico (2003a) en los primeros 67 días de vida. En revisiones sobre el tema, Rovira (2008) menciona tasas de crecimiento similares, al igual que lo es reportado por Simeone y Beretta (2002) para terneros al pie de la madre.

5.2 FASE EXPERIMENTAL

La evolución de CC, PC, PL y PT durante el último tercio de gestación y posparto temprano era similar en ambos grupos experimentales. Al inicio de la suplementación las vacas tenían $47 \pm 1,4$ DPP, valor similar al reportado por Astessiano (2010) (48 ± 1 DPP) pero inferior al de los demás trabajos publicados sobre flushing (Cuadro No. 1). La CC ($3,8 \pm 0,04$) era superior a la de seis trabajos nacionales publicados sobre flushing (3,3 a 3,6 unidades; Cuadro No. 1). Sin embargo, las vacas en este momento se encontraban en el período de nadir de CC y PC, y en la fase ascendente de la curva de PL, por lo tanto direccionando la energía hacia la glándula mamaria (Short et al., 1990).

Durante la fase de experimentación, que incluyó la suplementación y el primer mes de entore la asignación de forraje no pareció haber sido una limitante. Sin embargo, la suplementación incrementó ligeramente el PC (11 kg) sin modificar la CC, aumentó

también la producción y el contenido de proteína de la leche así como el peso de los terneros. Y si bien, la suplementación no influyó los porcentajes de preñez total, estimuló el pasaje de anestro profundo a superficial y el porcentaje de preñez a IATF el cual fue el doble en el grupo SUP que en el CONT, a pesar de que el análisis estadístico no detectó diferencias significativas. Por otra parte, no se encontraron evidencias de alteraciones clínicas por el uso del tipo de la glicerina cruda a la dosis y el tiempo utilizado en este trabajo.

5.2.1 Asignación de forraje, altura y calidad

La asignación de forraje fue de 21 % PV para el período de suplementación (0-21 Días) y en promedio de 28,5 % PV durante el primer mes de entore (21- 54 Días). La altura fue de 16 y 18 cm para los períodos evaluados, respectivamente, por lo que se consideró no limitante. Sin embargo, comparado con la fase de monitoreo la relación verde/seco era superior, lo que podría sugerir una mejor calidad del forraje ofrecido durante este período de acuerdo a lo discutido previamente. La mejora de la calidad pudo deberse a un aumento en la tasa del crecimiento de la pastura natural que se observa en primavera (Carámbula, 1996), lo que pudo haber aumentado la proporción de los restos verdes. La calidad del forraje durante la suplementación no difirió en el contenido de proteína cruda (8,4%) de los observados en estudios nacionales. De Sousa et al. (1985) trabajando en la misma zona, reportó 8,3 % de proteína cruda en primavera, mientras que Ayala et al., citados por Carámbula (1996) en la unidad Alférez publica una media anual de 8,7 % de proteína cruda y 44 % de FDA. El contenido de FDA en el presente trabajo fue 32%, lo que indicaría un menor contenido de fibra en el forraje ofrecido que el publicado por los mencionados autores. Si bien, se considera que tanto la asignación como la calidad del forraje no fue limitante, durante la suplementación el disponible fue el más bajo del experimento (2121 ± 515 kg MS/ha) y pudo ser una limitante para alcanzar el consumo potencial de los animales (CSIRO, 1990).

Sin embargo, no se observaron cambios ni en el PC, ni en la CC ni en la PL del grupo CONT durante el periodo de suplementación que pudieran evidenciar una restricción nutricional causada por una limitante en la disponibilidad del forraje. Teniendo en cuenta estas evidencias, se asume que el grupo CONT en este trabajo no fue un grupo restringido nutricionalmente, por el contrario, se podría considerar un grupo en mantenimiento durante el periodo de suplementación.

Durante la siguiente etapa, primer mes de entore, el forraje disponible superó los 3000 kg MS/ha y la asignación fue superior al 22% del PV por lo que se considera que no hubo limitaciones al consumo potencial. Aún más, el PC y la CC aumentaron en ambos grupos, por lo que se puede inferir que durante este periodo los animales estaban en balance energético positivo.

5.2.2 Condición corporal y peso corporal

Como el flushing por definición no implica cambios en la CC, al menos en ovinos (Smith y Stewart, 1990), la suplementación realizada en el presente trabajo, puede catalogarse como tal. Tampoco Do Carmo (2006), Claramunt (2007), Bonilla et al. (2008) encontraron que una suplementación corta con afrechillo de arroz influenciara la CC. Sin embargo, otros autores que utilizaron pasturas como suplementos encuentran incrementos en la CC al finalizar la suplementación. Carrere et al. (2005), observaron incrementos en la misma como consecuencia de un suplementación a base de pastoreo de pradera durante 25 días antes del entore, en vacas con $3,3 \pm 0,04$ unidades CC y 56 ± 12 DPP al inicio del tratamiento, mientras que Astessiano (2010) reportó CC superiores para el grupo que pastoreó *Lotus subbiflorus* cv Rincón durante 23 días antes del entore en vacas con CC $3,6 \pm 0,04$ y 48 ± 10 DPP. Si bien, las CC y los DPP de las vacas en el presente trabajo son diferentes a las de Carrere et al. (2005), son similares a los de Astessiano (2010), por lo que la mayor diferencia entre trabajos, además de los inherentes a los grupos de animales, estaciones experimentales y año estarían dadas por el tipo de suplemento utilizado (pasturas vs afrechillo de arroz + glicerina cruda).

En el presente trabajo, sin embargo, se observaron cambios en el PC durante el periodo de suplementación aunque no fueron acompañados con un aumento en la CC. El aumento del PC del grupo SUP en los primeros 14 días de suplementación pudo deberse a una mayor energía y/o nutrientes disponibles destinados en parte a la función de crecimiento. Teniendo en cuenta que la categoría de los animales con los que se trabajó no han terminado su desarrollo, es posible pensar que la partición de la energía siga las prioridades planteadas por Short et al. (1990), por lo que, además, de destinar energía a la PL, también pueden haber destinado energía al crecimiento y desarrollo corporal. También, Carrere et al. (2005), Astessiano (2010) observaron aumentos del PC en aquellas vacas que pastoreaban pradera y *Lotus subbiflorus* cv Rincón, respectivamente.

Durante la etapa de DTS se observó una disminución del PC para el grupo SUP, mientras que no se observaron cambios en el grupo CONT. El grupo SUP disminuyó 9 kg de los 11 kg que había aumentado, mientras que el grupo CONT bajó 4 kg, los mismos que había aumentado en los primeros 14 días. En el grupo CONT estos cambios no fueron significativos, mientras que en el grupo SUP ambas variaciones fueron detectadas por el análisis estadístico. La disminución del PC de las madres durante la etapa del destete pudo deberse a la disminución del tiempo de pastoreo debido a que los animales caminaban bordeando el alambrado en búsqueda de sus terneros. Agregado a este comportamiento, el grupo SUP presentó mayores dificultades para ser manejado a la hora de la suplementación. Estos cambios en el comportamiento pueden reflejar el estrés que les provocó la separación de los terneros a las madres.

Durante los primeros 33 días del entore ambos grupos aumentaron el PC y la CC como ya fue discutido en el ítem “Asignación de forraje, altura y calidad”; al final del trabajo ni los PC ni la CC se diferenciaron entre grupos. Durante ese periodo, las

vacas tenían en promedio 68 a $101 \pm 1,4$ DPP, por lo que se asume que había superado el pico de lactancia en algún momento del período (Casal et al., 2009) y por lo tanto los requerimientos de lactación deberían haber disminuido y la partición de energía redireccionada hacia otras funciones, por ejemplo, crecimiento (Short et al., 1990). El aumento de PC y de la CC en ambos grupos son indicativos de una mejora en el balance energético (Houghton et al. 1990a, Vizcarra et al. 1998).

5.2.3 Producción de leche

La suplementación energética incrementó la PL entre el Día 0 y el Día 14, el grupo SUP mantuvo la superioridad también luego de finalizado el DTS y la suplementación (Día 35), logrando el nivel de PL presentado el Día 0. El aumento en la PL por incremento en la energía ingerida durante el posparto, debido a la suplementación, ha sido reportado para vacas lecheras (Reis y Combs 2000, Bargo et al. 2002) y en vacas de carne (Perry et al. 1991, Lalman et al. 2000). También, ha sido informado aumentos en la PL con suplementaciones en base a glicerol en vacas lechera (Bodarski et al. 2005, Echeverría et al.²). En el posparto temprano, la glándula mamaria tiene prioridad en la partición de nutrientes (Bauman y Currie, 1980). El nivel de PL superior para el grupo SUP luego de finalizada la suplementación, pudo deberse a un efecto residual de la misma, como fue reportado por Kennedy et al. (2008). Estos autores estudiando los efectos de la suplementación sobre la PL, encontraron, no solo incrementos en el período de suplementación, sino que observaron efectos positivos en el período posterior. Por su parte, Aguilar-Pérez et al. (2009), trabajando con vacas cruzas doble propósito, encontraron incrementos en la PL del orden del 30% en vacas suplementadas (suplementación durante 98 d desde el parto) comparadas con no suplementadas, sin embargo, el consumo de forraje no difirió entre tratamientos (consumo entre 6 y 8 kg de MS), pero el consumo de energía metabolizable y el de proteína cruda fueron diferentes logrando de esta manera un balance energético positivo en las vacas suplementadas.

La respuesta a la suplementación (kg leche/kg de concentrado) fue de 0,4 kg leche/kg de suplemento, para el promedio de la PL en los primeros 14 Días de suplementación (0,6kg Leche/1,5 kg suplemento). Bargo et al. (2002) revisando varios trabajos en vacas lecheras, concluyó que en una baja asignación de forraje (14 kg de MS/vaca/día), la respuesta a la suplementación fue aproximadamente de 0,81 kg de leche/kg de concentrado, mientras que con altas asignaciones (33 kg de MS/vaca/día) la respuesta es de 0,35 kg leche/kg de suplementación. Si bien el rodeo lechero presenta mayor mérito genético para la PL que el ganado de carne, se podría considerar, al observar la respuesta a la suplementación, una nueva evidencia de que los animales, tanto del grupo SUP como CONT, se encontraban en una asignación de forraje alta.

Durante el mismo período las vacas del grupo CONT mantuvieron la producción, es decir, no continuaron el aumento que habían registrado en el periodo de

monitoreo. Aguilar-Pérez et al. (2009) observaron que las vacas sin suplementación permanecieron en balance energético negativo hasta los 84 DPP, y sustentaron las demandas de lactación con la movilización de reservas, reflejado en pérdidas en la CC y PC. Es conocido que la movilización de reservas es el mecanismo de elección para enfrentar las demandas de lactación en el posparto temprano y cuando el consumo de nutrientes no cubre los requerimientos (Garnsworthy, 2007). En este trabajo el grupo CONT estaba produciendo niveles que se consideran medios a altos de acuerdo a la literatura nacional (Gioia y Licha 2008, Casal et al. 2009, Quintans et al. 2009), confirmando que los genotipos utilizados eran de alta productividad. Sin embargo, no se observaron pérdidas de CC durante este periodo, por lo que, si bien las vacas se encontraban en el nadir de CC y PC al inicio del tratamiento, la asignación de forraje y la calidad del mismo sustentaba estos niveles de PL.

En la etapa de DTS todos los animales disminuyeron la PL, perdiéndose la diferencia entre grupos. Similar disminución ha sido reportada por Quintans et al. (2009), quienes observaron que la separación del par vaca-ternero producía una disminución de la PL reportando valores similares a los observados en el presente trabajo. Luego del DTS, ambos grupos disminuyeron en promedio 25% la PL comparado con los niveles previos al DTS, coincidiendo con lo reportado por Soca et al. (1992), Franco et al. (2002). Esta disminución en la PL, pudo haber disminuido los requerimientos de lactación, por lo que el balance energético de las vacas pudo haber mejorado. Es posible pensar que la energía que antes se destinaba a lactación pueda haber sido destinada a otras funciones, tales como, el crecimiento y el reinicio de la actividad reproductiva (Short et al., 1990). En efecto, como ya se discutió previamente, las vacas de ambos grupos aumentaron el PC y la CC durante el primer mes del entore.

Si bien es conocido que la PL es influida por los DPP (Notter et al. 1978, Mondragón et al. 1983, Lalman et al. 2000), tampoco en esta etapa se encontró efecto de los DPP sobre la PL. Una posible explicación es que el DTS provocó una alteración en la curva normal de PL y que esta intervención fue realizada en diferentes DPP en las distintas vacas (rango: 46 a 76 DPP), por lo tanto, en momentos diferentes de la curva de PL, por lo que es posible que el análisis estadístico no pudiera captar el efecto de los DPP sobre la PL.

5.2.4 Calidad de la leche

En el presente trabajo la suplementación aumentó la proteína total y como porcentaje en leche, al igual que ha sido reportado para vacas lecheras, siendo atribuido a una mayor energía ingerida en las vacas suplementadas con concentrados (Dillon et al. 1997, Reis y Combs 2000, Bargo et al. 2002) y con glicerol (Bodarski et al., 2005). Wilkins et al. (1994), observaron que la suplementación proteica por sí sola no producía una respuesta tan consistente en el aumento de proteína en leche, como la que era encontrada cuando se utilizaban suplementos ricos en proteína y energía rápidamente

fermentable en el rumen. Por otra parte, en ganado de carne suplementos proteicos (a base de soja) no lograron incrementar el porcentaje de proteína en leche (Rusche et al., 1993).

Si bien el afrechillo de arroz es considerado un suplemento energético (INFIC), el contenido de proteína cruda era de casi del 15%, a lo que se suma el 8% de proteína cruda del forraje ofrecido, que en las condiciones de asignación de forraje de este experimento, es posible pensar que la selectividad de los animales se pudo manifestar, por lo que pudieron lograr una dieta de mayor contenido proteico. Por lo tanto, consideramos que la proteína no fue una limitante en las condiciones de este experimento. La disponibilidad de energía rápidamente fermentable en el rumen es importante para la producción de los microorganismos ruminales y por lo tanto para aumentar la disponibilidad de aminoácidos en el intestino delgado donde son absorbidos (Wilkins et al., 1994). La energía aportada por el suplemento (afrechillo de arroz y glicerol) pudo haber facilitado este proceso.

Los principales sustratos para la síntesis de la proteína de la leche son aminoácidos y glucosa (Noville, 2006). Además de la energía que aporta el afrechillo, el suplemento incluía más de 170 gr de glicerol/vaca/día. El glicerol en el rumen es rápidamente fermentado y transformado, fundamentalmente, a propiónico (Rémond et al. 1993, Ferraro et al. 2009, Wang et al. 2009a). El propionato, producido por la fermentación ruminal, es el principal sustrato para la gluconeogénesis hepática; vacas lecheras de alta producción llegan a obtener entre 50 y 60% del total de glucosa requerida de esa fuente (Lomax y Baird, 1983). También, se ha observado que una porción del glicerol que entra al rumen escapa a la fermentación microbiana y es absorbido directamente como tal (Rémond et al., 1993) y entra también en la vía gluconeogénica hepática (Lin, 1977). Por lo que, el destino más probable del glicerol aportado fue convertirse en glucosa en el hígado. Hay que tener en cuenta que la mayor disponibilidad de propionato y glicerol para la gluconeogénesis, disminuyen los requerimientos aminoácidos para la misma.

En vacas de carne, la energía consumida durante el pre y posparto influye el contenido de proteína en la leche (Perry et al., 1991). Sin embargo, en vacas doble propósito suplementadas no se ha observado cambios en el contenido de proteína en la leche (Aguilar-Pérez et al., 2009). Es posible que la diferencia con nuestro trabajo, al menos en parte, se deba a los diferentes tratamientos y balances energéticos previos de los animales. Considerando el comportamiento del grupo CONT (PL media a alta, sin modificación de la CC y el PC), es posible pensar que los animales en este experimento no se encontraban en una situación de restricción nutricional severa como es el caso de las vacas utilizadas por Aguilar-Pérez et al. (2009), cuyo grupo control perdió CC durante los tres primeros meses del posparto, reflejando un claro balance energético negativo. En resumen, para la síntesis de proteína de la leche se requiere un plus de energía que el suplemento empleado en este trabajo parece haber cubierto.

La concentración de grasa de la leche, tanto en porcentaje como en contenido total no difirió entre tratamientos coincidiendo con lo reportado en trabajos en vacas lecheras (Dillon et al. 1997, Valentine et al. 2000) y en vacas doble propósito (Aguilar-Pérez et al., 2009). También se ha observado que suplementaciones con glicerol, no se han reportado aumentos de grasa en la leche (Bodarski et al. 2005, Wang et al. 2009a).

Los precursores lipogénicos de la grasa de la leche son, fundamentalmente, el ácido acético y el butírico. Se ha observado que cuando aumentan los concentrados en la dieta de los rumiantes, se promueve un cambio en la fermentación favoreciendo la producción de ácido propiónico, en detrimento del acético y el butírico y provoca una disminución del contenido de grasa en la leche (Rearte, 1992). Es posible que al cambiar la relación de producción acético:propiónico en el rumen, por el suplemento aportado en este trabajo, más teniendo en cuenta que incluía glicerol (Rémond et al., 1993), los precursores de la grasa de la leche pudieran haberse visto desfavorecidos, sin embargo no se observó una disminución en el % de grasa de la leche. A nivel nacional² suplementando vacas lecheras con glicerina cruda observaron que el % de grasa tendía a disminuir en los grupos suplementados sin lograr encontrar diferencias estadísticas con el grupo control.

5.2.5 Peso de los terneros

Durante los primeros 14 días de tratamiento (47 a $61 \pm 1,4$ días de edad), los terneros hijos de vacas SUP presentaron ganancias superiores a los terneros de las vacas CONT coincidiendo con lo observado por Astessiano (2010). En efecto, en ambos trabajos se observó que los terneros suplementados ganaron 262 y 187 gr/día más que los grupos controles, respectivamente. Durante los primeros 60 DPP la PL y la ganancia de peso de los terneros están relacionados y esta relación disminuye con el tiempo (Neville, 1962). Los terneros de las vacas del grupo SUP tuvieron mayor cantidad de leche disponible y de mejor calidad en una etapa en que el crecimiento de la cría es dependiente de la PL de las madres. En nuestro trabajo se encontró una relación de 0,34 entre ambas variables, dando sustento a que el aumento de la PL de las madres durante esta etapa por efecto de la suplementación incidió favorablemente en el peso de los terneros.

Durante el DTS los terneros bajaron la tasa de ganancia diaria sin que se observaran diferencias entre tratamientos; ambos grupos ganaron en promedio 203 ± 5 gr/día, valor similar al reportado por Blanco y Montedónico (2003a), para hijos de vacas de pariciones tardías (330 gr/día). Esta disminución, suma evidencias a la dependencia que tenían los terneros de la leche materna. Aún más, el DTS se realizó en algunos terneros a una edad más temprana que la recomendada (Quintans et al., 2003a).

Luego del DTS y hasta el destete definitivo, las ganancias volvieron a ser superiores a los 600 gr/día/ternero sin diferencias entre tratamientos. Similares ganancias

fueron reportadas por Vizcarra (1989), Gioia y Licha (2008) quienes reportaron ganancias en el entorno de los 600 gr/día desde los 60 días de edad hasta el destete definitivo y los 117 días de edad hasta el destete definitivo, respectivamente, en terneros hijos de vacas primíparas. Por otra parte, Quintans y Vázquez (2002) reportaron ganancias de 469 gr/día desde los 60 días hasta el destete definitivo, en un año de déficit hídrico (1999-2000).

La diferencia de peso lograda por el grupo SUP durante la suplementación, se mantuvo hasta el destete definitivo, estos resultados coinciden con lo publicado por Astessiano (2010). El efecto residual del suplemento sobre la PL observado el Día 35 no tuvo un impacto significativo sobre el PT, sin embargo los terneros hijos de las vacas suplementadas ganaron por día durante este periodo 6% más que los hijos de las no suplementadas y al destete pesaron 6,3 kg más, es decir, 2 kg más que la diferencia observada al finalizar la suplementación de sus madres. Es posible que el análisis estadístico no captara esta diferencia, y además, que el efecto residual de la suplementación sobre la PL no alcanzara a cubrir todo el periodo.

5.2.6 Actividad reproductiva

Durante los primeros 33 días del entore solo dos vacas, una de cada grupo, manifestaron celo y quedaron preñadas. Estos resultados no coinciden con la mayoría de los trabajos nacionales que utilizaron suplementaciones cortas antes o durante el entore y reportan aumentos entre 15 y 25% en el porcentaje de preñez en el primer mes de entore en las vacas suplementadas. Además, los porcentajes de preñez de los grupos controles también fueron superiores (19%; 18%; 46%; 25%; 57%; 23%, Carrere et al. 2005, Soca et al. 2005, Do Carmo 2006, Claramunt 2007, Bonilla et al. 2008, Atessiano 2010, respectivamente) a los observados en el presente trabajo.

Una diferencia con la mayoría de estos trabajos son los DPP que tenían las vacas al inicio de la suplementación y por lo tanto al inicio del entore. Carrere et al. (2005), Soca et al. (2005), Do Carmo (2006), comenzaron el entore cuando las vacas tenían alrededor de 80 DPP, es decir, 12 días más que en el presente trabajo. En nuestro país se ha reportado que la duración del APP es mayor a 120 días en vacas primíparas (Quintans y Vázquez, 2002). También hay que tener en cuenta que, el pico de PL en vacas similares a las de este trabajo, se encuentra entre los 60 y 70 DPP (Casal et al., 2009). Al suplementar en el momento en que la partición de energía estaba direccionada hacia la PL, los animales posiblemente priorizaron la glándula mamaria y no la función reproductiva (Short et al., 1990).

Por otra parte, Claramunt (2007) utilizó vacas con similares CC y DPP al inicio de entore que las del presente trabajo, y observó mayor porcentaje de vacas preñadas en el primer mes de entore, cuando suplementó con dos kilos de afrechillo de arroz. El porcentaje de preñez del grupo no suplementado también fue superior al observado por nosotros (25% vs 7%). Sin embargo, cabe destacar que si bien ambos controles

presentaron destetes temporarios, fueron de diferente tipo y duración: tablilla o bifásico, de 14 días vs DTS de 7 días, Claramunt (2007) y presente trabajo, respectivamente. Sin embargo, la mayor diferencia fue el momento en que se aplicó el destete con respecto a la suplementación. Es posible que Claramunt (2007) al destetar antes de suplementar y provocar una disminución de la PL, haya logrado que parte de la energía del suplemento no se destinara a la lactación y quedara disponible para la función reproductiva. Además, las vacas al momento de ser suplementadas, tendrían el eje hipotálamo-hipofisario más activo, dado que el primer efecto del destete es aumentar los pulsos de LH (Shively y Williams, 1989). El destete temporario en ambos trabajos disminuyó la PL independientemente de la separación o no del ternero, pero a diferencia de lo observado por nosotros, Claramunt (2007) no encontró efecto de la suplementación sobre la PL.

Nuestros resultados coinciden con lo reportado por Astessiano (2010) quien suplementó con campo mejorado con *Lotus subbiflorus* cv Rincón a vacas con similares CC, DPP y genotipo al presente trabajo pero con el ternero al pie durante todo el experimento. Observó que el grupo suplementado incrementó el PC y destetó terneros más pesados que el grupo pastoreando campo natural, pero no logró incrementar el porcentaje de preñez durante el primer mes de entore. Sin embargo, el porcentaje de preñez temprana observado tanto en el grupo suplementado como en el control fue mayor que en el presente trabajo (Astessiano, 2010: 23 y 36 grupo control y suplementado, respectivamente y en el presente trabajo: 7% para ambos grupos). Los datos de ambos trabajos sugieren que las vacas priorizaron la PL y el propio crecimiento en lugar de la función reproductiva.

El porcentaje de preñez a la IATF del grupo SUP fue el doble que el obtenido con el grupo CONT (46 vs 23 % para SUP y CONT respectivamente). A pesar de esta diferencia aritmética, el análisis estadístico no encontró diferencias significativas, probablemente debido al bajo número de animales y la naturaleza de la variable. Los resultados de protocolos similares de sincronización-inducción de celo e IATF publicados en la literatura son similares a los observados en el grupo SUP y superiores a los logrados con el grupo CONT (Colazo et al. 2004, Callejas et al. 2005, Pincinato et al. 2005). La suplementación energética estimula el crecimiento folicular y aumenta el porcentaje de preñez en vacas sometidas a IATF, ya sea porque aumenta la tasa de fertilización o porque reduce la mortalidad embrionaria (Khireddine et al., 2008). En este sentido, se ha observado que el balance energético negativo en el posparto temprano impacta negativamente sobre la calidad del oocito en vacas lecheras (Butler, 2003), y en ovejas la subnutrición altera la calidad del embrión (Abecia et al., 2006). La menor calidad del oocito disminuiría la probabilidad de obtener un embrión capaz de desarrollarse normalmente y generar una preñez. Los efectos de la nutrición sobre la reproducción, por lo tanto, no solo afectan el largo del APP, sino también la probabilidad de que la vaca logre una preñez después de la ovulación (Walsh et al., 2011).

El porcentaje de preñez total producto de los primeros 33 días de entore, más la preñez a IATF y la preñez lograda durante los últimos 21 días con toro, no fue diferente entre grupos, lo que coincide con lo reportado por Soca et al. (2002), Astessiano (2010), pero no con los resultados observados por Carrere et al. (2005), Soca et al. (2005), Do Carmo (2006), Claramunt (2007), Bonilla et al. (2008) quienes encontraron diferencias a favor de los grupos suplementados. Los porcentaje de preñez total de todos los trabajos nacionales realizados utilizando suplementaciones cortas promedian en 83% (73 a 90%) y 69% (53 a 93%) para los grupos suplementados y no suplementados, respectivamente.

El nivel de profundidad del anestro que presentaron las vacas a los 21 días del entore y fin de suplementación influyó la probabilidad de que quedaran preñadas durante el entore. De las vacas que no se preñaron, 90% permanecían en anestro profundo a los 21 días. Si bien, no se encontraron diferencias entre los grupos en la variable porcentaje de preñez, la suplementación estimuló el pasaje de anestro profundo a anestro superficial.

El consumo de energía después del parto influye el crecimiento folicular en vacas de carne (Wettemann y Bossis, 2000). El aumento del consumo de energía incrementa el tamaño de los folículos y el número de folículos grandes (diámetro > 10mm) en vacas de carne (Perry et al. 1991, Pérez-Aguilar et al. 2000) y en vacas lecheras (Lucy et al., 1991), mientras que la restricción energética, disminuye el tamaño de los folículos dominantes y el número de folículos grandes productores de estrógenos e incrementa la persistencia de pequeños folículos subordinados en ganado de carne (Perry et al., 1991) y de leche (Lucy et al., 1991). Considerando que uno de los criterios más importantes para clasificar el anestro fue el tamaño del folículo (≤ 8 mm o > 8 mm, anestro profundo y superficial, respectivamente; Stahringer, 2006), es posible pensar que las vacas suplementadas utilizaran parte de la energía para estimular la foliculogénesis, pero ya sea porque el DTS no logró una estimulación de la pulsatilidad de LH compatible con una ovulación, o porque el consumo de energía no alcanzó los niveles necesarios para que esta se produjera, las vacas permanecieron sin reiniciar la actividad cíclica ovárica. Sin embargo, si bien las vacas suplementadas priorizaron la PL y aún su propio crecimiento, estos resultados sugieren que parte de la energía también fuera destinada a la función reproductiva.

5.2.7 Balance energético

En el presente trabajo no se midió el consumo de las vacas pero se hizo una estimación de acuerdo a la metodología descrita por la (CSIRIO, 1990). Los requerimientos fueron estimados de acuerdo a Davis et al. (1994), por lo que se tiene una estimación del balance energético. Como la estimación de los requerimientos parte de los resultados obtenidos, el balance energético estimado debería haber dado 0. Sin embargo, en ninguna de las etapas evaluadas se logró un balance neutro, pero cuando el periodo evaluado fue de mayor duración el balance energético tendió a ser 0.

Durante la primera etapa de suplementación (Día 0-14), los requerimientos para lactación fueron mayores en el grupo SUP que en el CONT, esto se debió a que la ganancia de los terneros fue mayor en el grupo SUP que en el CONT (740 gr/día vs. 480 gr/día respectivamente). A su vez, los requerimientos para ganancia de peso de las vacas son 273 % más en el grupo SUP que en el CONT, debido a que ganaban 790 gr/día y 290 gr/día el grupo SUP y CONT respectivamente.

Tanto en el grupo SUP como en el CONT durante los primeros 14 días el balance es negativo. Esto puede deberse a que los requerimientos estén sobre-estimados o el consumo sub-estimado. Nos inclinamos más hacia lo segundo dado que los requerimientos son estimados para cada situación fisiológica en particular y el consumo voluntario está calculado mediante la estimación del consumo potencial multiplicado por un factor de corrección basándose en la disponibilidad de forraje del potrero. Por lo cual, consideramos que el consumo voluntario podría estar sub-estimado. El consumo del suplemento fue monitoreado y por lo tanto es la parte de la dieta que hay seguridad de su consumo.

Para los Días 15 a 21 el balance dió positivo tanto en el grupo CONT como en el SUP. En esta etapa puede haber pasado lo contrario a la etapa anterior o fueron sub-estimados los requerimientos o sobre-estimado el consumo. Nuevamente consideramos que probablemente el mayor error esté en la estimación del consumo voluntario, dado que su estimación no consideró el estrés que sufrió la vaca al retirarle el ternero.

5.2.8 Metanol y funcional hepático

En Estados Unidos niveles de metanol por encima de 0,015 % en la glicerina se consideran no seguro para la alimentación animal (U. S. Pharmacopeia) mientras que en Europa se considera 0,2 % (EFSA, 2010). Elam et al. (2008) plantea que los niveles de metanol permitido podrían ser en la dieta total de 0,783 y 0,55%, a través de una equivalencia con los niveles permitidos de ácido fórmico y ester-metílico, respectivamente. Se ha planteado que si nueva información es aportada, que demuestre que niveles superiores son seguros para el consumo animal, este límite podría ser revisado (Dasari, 2007). En animales en terminación, alimentandos con una dieta que contenía 1,25 % de metanol, no se encontró impactos evidentes en el rendimiento, calidad de la canal o la salud en general (Elam et al., 2008). En el presente trabajo el porcentaje de metanol en la dieta total fue de 1,1 % aproximadamente, el cual puede ser considerado elevado.

El metanol puede provocar daños neurológicos, renales y del nervio óptico (cegueras), acidosis metabólica y estosis grasa (Medscape, 2010), sin embargo los rumiantes presentan una mayor tolerancia que los no rumiantes debido a la capacidad de detoxificación ruminal. En el presente trabajo no se observaron trastornos del comportamiento, ni cegueras en los animales suplementados. La capacidad de síntesis de proteína en el hígado no pareció estar afectada y los datos del funcional hepático

realizado a los 110 días de iniciado la suplementación no mostraron alteraciones o diferencias con el grupo CONT. El metanol al nivel utilizado en la dieta durante 21 días en vacas de carne en buen estado aparentemente no indujo efectos indeseables.

6. CONCLUSIONES

La suplementación de corta duración con afrechillo de arroz y glicerina cruda en vacas primíparas con $47 \pm 1,4$ DPP que estaban en el nadir de condición y peso corporal aumentó la energía disponible, la que fue utilizada para aumentar la producción de leche, el contenido de proteína en la misma y el peso corporal, sin modificar la condición corporal de las vacas.

El aumento en la PL se tradujo en aumentos en el peso de los terneros durante la suplementación y al destete definitivo. Este podría ser un aspecto relevante desde el punto de vista productivo y económico en periodos en que el precio de la reposición sea elevado.

La mayor energía disponible, en el grupo suplementado, se tradujo en un mayor número de animales que pasaron de un estado de anestro profundo a uno superficial a los 21 días de entore. Sin embargo, no tuvo impacto sobre el porcentaje de preñez temprana ni final. El porcentaje de preñez a la IATF fue el doble en el grupo suplementado que en el control, sin que fuera diferente estadísticamente.

Los resultados obtenidos sugieren que las vacas utilizadas en este experimento suplementadas entre los 47 y $68 \pm 1,4$ días posparto priorizaron la producción de leche y el crecimiento en lugar del reinicio de la actividad cíclica ovárica.

Los resultados del funcional hepático y el control clínico de los animales sugieren que es posible utilizar glicerina cruda con 20 % de metanol, a la dosis y período evaluado sin impacto negativo sobre los animales.

Por último, esta tesis es la primera en Uruguay en utilizar glicerina cruda derivada del biodiesel en vacas de carne en pastoreo sobre campo natural y demuestra que este subproducto de la industria de los biocombustibles puede ser una alternativa para la suplementación en nuestro sistema productivo.

7. RESUMEN

Con el objetivo de estudiar el efecto de la suplementación con glicerina cruda + afrechillo de arroz durante 21 días antes del entore sobre el comportamiento reproductivo y productivo de vacas primíparas se utilizaron 28 vacas con cría al pie, Aberdeen Angus, Hereford y sus cruizas del rodeo de la Estación Experimental Bernardo Rosengurtt, Facultad de Agronomía. Los cambios de condición (CC) y peso corporal (PC) fue monitoreado durante el último tercio de gestación e inicio de lactancia. Al inicio de la suplementación (Día 0) las vacas tenían $47 \pm 1,4$ días pos parto (DPP), se encontraban en el nadir de CC ($3,8 \pm 0,04$ unidades) y PC ($371 \pm 2,4$ kg), estaban aumentando la producción de leche (PL) y en anestro profundo. Las vacas fueron pareadas por DDP, CC, PC, genotipo (puras vs cruizas) y sexo del ternero, y asignadas al azar a: Grupo Control (CONT; n=14): pastoreo de campo natural sin suplementación; Grupo Suplementado (SUP; n=14): pastoreo de campo natural + suplementación individual con 1kg MS/vaca/día de afrechillo de arroz integral (proteína cruda: 14.8%; extracto etéreo: 17%) y 550 ml/vaca/día de glicerina cruda (Biogran, Uruguay; glicerol: 31%; metanol: 20%). La historia previa, estimada por los cambios de CC y PC era similar entre los grupos experimentales. La disponibilidad de forraje era 2121 ± 515 kg de MS/ha y la relación verde/seco 84:16. A todas las vacas se les realizó un destete temporario con separación del ternero siete días antes de comenzar el entore, los que fueron reintegrados al comienzo del mismo. A los 33 días de comenzado el entore, todas las vacas que no habían manifestado celo entraron en un programa de sincronización/inducción de celo e IATF. Diez días después y por 21 días más, las vacas volvieron a estar con toros. Desde el Día 0 y durante 54 días se registró quincenalmente el PC a las vacas y terneros y la CC a las vacas y se extrajo semanalmente una muestra de sangre a todas las vacas para determinar progesterona, proteína total y albúmina; el Día 110 se tomó una muestra para realizar un funcional hepático. Los Días 0, 14 (inicio del DTS), 21 (fin de la suplementación y del DTS) y 35, se midió la producción de leche y la composición de la misma los Días 0 y 14. Se detectó celo por observación visual tres veces por día durante los primeros 33 días del entore. La preñez fue diagnosticada por ultrasonografía transrectal 46 y 66 días después de la IATF. Los datos de PC de las vacas y de los terneros, CC, PL y su composición se analizaron por medidas repetidas utilizando el PROC MIXED del paquete estadístico SAS (SAS Institute). El modelo incluyó el tratamiento, la fecha y la interacción entre ambos como efectos fijos y el animal como efecto aleatorio. Los porcentajes de preñez temprana, a IATF y total, y las vacas en anestro superficial se analizaron utilizando modelos generalizados (PROC GENMOD; SAS) especificando la distribución binomial y la transformación logit de los datos. La suplementación aumentó la PL ($5,65$ vs $4,97 \pm 0,17$ l/d, grupo SUP y CONT, respectivamente; $P=0,0168$), el contenido de proteína de la misma ($3,10$ vs $2,83 \pm 0,17$ %, grupo SUP y CONT, respectivamente; $P=0,0002$), el PC de las vacas (381 vs $375 \pm 1,9$ kg, grupo SUP y CONT, respectivamente; $P=0,0443$) y el peso de los terneros al destete definitivo ($138,0$ vs $131,7 \pm 1,7$ kg, grupo SUP y CONT, respectivamente; $P=0,0297$), pero no influyo la CC ($3,94$ vs $3,87 \pm 0,04$ unidades, grupo SUP y CONT,

respectivamente). El porcentaje de vacas en anestro superficial el Día 42 fue mayor ($P=0,0497$) en el grupo SUP (57%) que en el CONT (21%), sin embargo no se encontraron diferencias estadísticamente significativas en el porcentaje de preñez total (71 vs 64%, grupo SUP y CONT, respectivamente). El porcentaje de preñez a la IATF fue el doble en el grupo SUP que en el grupo CONT, pero esta diferencia no fue significativa (46 vs 23 %; $P=0,2214$). Los datos de funcional hepático, así como, el seguimiento del comportamiento animal, sugieren que la glicerina cruda con altos contenidos de metanol no provocaron daños en la salud de los animales. Estos resultados sugieren que es posible utilizar la glicerina cruda asociada al afrechillo de arroz para suplementaciones cortas del ganado de carne en condiciones de campo y que las vacas del grupo SUP priorizaron el crecimiento y la producción de leche en vez de la función reproductiva.

Palabras clave: Vacas de carne; Suplementación; Glicerina cruda.

8. SUMMARY

To study the effect of supplementation with crude glycerin + rice bran for 21 days before mating period on reproductive and productive performance of primiparous beef cows, 28 Angus, Hereford and their crosses, suckled, cows of the experimental herd of Estación Experimental Bernardo Rosengurtt of Facultad de Agronomía were used. Changes in body condition score (BCS) and body weight (BW) were monitored throughout the last third period of gestation and early lactation. At the beginning of the experiment (Day 0), cows had 47 ± 1.4 days of post-partum (DPP), were at the nadir of the BW (371 ± 2.4 kg) and BCS (3.8 ± 0.04 units), increasing their milk production and in deep anoestrous. The cows were paired by DPP, BCS, BW, genotype (pure vs. crosses) and calf sex, and randomly assigned to: Control group (CONT, n = 14): grazing on native pasture; Supplemented group (SUP, n = 14): grazing native pasture and individual supplementation with 1 kg MS / cow / day of rice bran + 550 ml/cow/day of crude glycerin (Biogran, Uruguay, 31% glycerol, 20% methanol). Both groups had similar changes of BCS and BW during the previous period. The availability of forage was 2121 ± 515 kg of DM / ha, and 84:16 ratio green / dry matter. Seven days before the beginning of the mating period, all calves (61 ± 1.4 days old) were removed from their mothers, and thereafter returned (CR). After 33 days of natural mating with bulls, cows that had not expressed estrus, were submitted to a FTAI program. Ten days after FTAI bulls were again introduced with the cows during 21 days more. Since Day 0 and during 54 days after, cows and calves BW, and BCS were registered fortnightly, and blood samples to determined concentrations of progesterone, total protein and albumin were obtained weekly; at Day 110 another blood sample was obtained for liver function test. Milk yield (MY) was measured on Day 0, 14 (beginning of CR), 21 (end of supplementation and CR) and 35; milk composition was studied on Days 0 and 14. Estrus was detected by visual observation three times per day during the first 33 days of the mating period. Pregnancy diagnoses were assessed at 46 and 66 days after FTAI using transrectal ultrasonography. Data were analyzed in a randomized block design using the SAS Systems programs. Cow BW, BCS, milk production and composition, were analyzed as repeated measures (PROC MIXED) with date as the repeated effect. The model included treatments, date and the interaction between both as fixed effects, and cow as random effects. Pregnancy rates and percentage of cows in anoestrous were analyzed using generalized models (PROC GENMOD, SAS) specifying a binomial distribution and logit transformation of the data. Supplementation increased milk yield (5.65 vs 4.97 ± 0.17 l/d, SUP and CONT, respectively; $P=0.0168$), concentration of milk protein (3.10 vs 2.83 ± 0.17 %, SUP and CONT, respectively; $P=0.0002$), cow (381 vs 375 ± 1.9 kg, SUP and CONT, respectively; $P = 0.0443$) and calves BW (138.0 vs 131.7 ± 1.7 kg, SUP and CONT, respectively; $P = 0.0297$). Percentage of cow in superficial anoestrous was greater ($P = 0.0497$) in SUP group than in CONT group (57 vs 21%, respectively), however no difference ($P=0.69$) in final pregnancy rate was found between groups (71 vs 64 %, SUP and CONT, respectively). Percentage rate after FTAI in SUP group was double than in CONT group, but this difference was not significant

(46 vs 23%; $P=0.22$). There was no evidence that the ingestion of crude glycerin induced any clinical or hepatic disorders. These results suggested that it is possible to use crude glycerin associated with rice bran in short supplementations before the mating period in beef cows and that the cows prioritized milk production weaning heavier calves, and growth, instead of the reproductive function.

Keywords: Beef cow; Supplementation; Crude glycerin.

9. BIBLIOGRAFÍA

1. ABECIA, J.A.; SOSA, C.; FORCADA, F.; MEIKLE, A. 2006. The effect of undernutrition on the establishment of pregnancy in the ewe. *Reprod. Nut. Dev.* 46: 367-378.
2. AGILAR-PEREZ, C.; KU, J.; CENTURIÓN, F.; GARNSWORTHY, P. 2009. Energy balance, milk production and reproduction in grazing crossbred cows in the tropics with and without cereal supplementation. *Live. Sci.* 122: 227-233.
3. ALEXANDER, G.; SIGNORET, J. P.; HAFEZ, E. S. 1986. Comportamiento sexual, materno y neonatal. *In:* Hafez, E.S. E. ed. *Reproducción e inseminación artificial en animales*. Méjico, D. F., Interamericana. pp. 286-289.
4. ARMSTRONG, D. G.; MCEVOY, G.; BAXTER, G.; ROBINSON, J. J.; HOGG, C. O.; WOAD, K. J.; WEBB, R. 2001. Effect of dietary energy and protein on bovine follicular dynamics and embryo production in vitro; associating with the ovarian insulin-like growth factor system. *Biol. Reprod.* 64:1624-1632.
5. ASTESSIANO, A. L.; QUINTANS, G.; SOCA, P.; TRUJILLO, A.I.; DE J. MARICHAL M.J , CARRIQUIRY, M.; PÉREZ-CLARIGET, R. 2008. Efecto del flushing usando una cobertura de *Lotus subbiflorus* cv. Rincón sobre la respuesta reproductiva en vacas de carne de primera cría. *In:* Jornadas Uruguayas de Buiatría (36as., 2008, Paysandú). *Memorias. Paysandú, CMVP.* pp. 200-201.
6. _____. 2010. Perfiles metabólicos, endócrinos y de expresión génica hepática asociados a cambios en el balance energético de vacas de carne primíparas en condiciones de pastoreo. Tesis Magister en Ciencias Agrarias. Opción Ciencias Animales. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. 109 p.
7. BARGO, F.; MULLER, L.; DELAHOY, E. J. CASSIDY, W. 2002. Milk response to concentrate supplementation of high producing dairy cows grazing at two pasture allowances. *J. Dairy Sci.* 85: 1777-1792.
8. BAUMAN, D.; CURRIE, B. 1980. Partitioning of nutrients during pregnancy and lactation; a review of mechanisms involving homeostasis and homeorhesis. *J. Dairy Sci.* 63: 1514–1529.

9. BELL, A.W. 1995. Regulation of organic nutrient metabolism during transition from late pregnancy to early lactation. *J. Anim. Sci.* 73: 2804-2819.
10. BELLOWS, R.A.; SHORT, R.E. 1978. Effect of precalving feed level on birth weight, calving difficulty and subsequent fertility. *J. Anim. Sci.* 46: 1522-1528.
11. _____.; _____.; RICHARDSON, G. B. 1982. Effect of sire, age of dam and gestation feed level on distocia and postpartum reproduction. *J. Anim. Sci.* 55: 18-27.
12. BENNINK, M. R.; MELLENBERGER, R. W.; FROBISH, R. A.; BAUMAN, D. E. 1972. Glucose oxidation and entry rates as affected by the initiation of lactation. *J. Dairy Sci.* 55: 712. (Abstr.).
13. BLANCO, L. H.; MONTEDÓNICO, O. G. 2003a. Efecto de diferentes tratamientos de control del amamantamiento sobre la performance reproductiva en carne en condiciones comerciales. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. 130 p.
14. _____.; MONTEDÓNICO, G.; DE NAVA, G.; VÁZQUEZ, A. I.; QUINTANS, G. 2003b. Evaluación de tres técnicas de control de amamantamiento en condiciones comerciales. In: Jornada Anual de Producción Animal (2003, Treinta y Tres). Resultados experimentales. Montevideo, INIA. pp. 34-44.
15. BODARSKI, R.; WERTELEKI, T.; BOMMER, F.; GOSIEWSKI, S. 2005. The changes of metabolic status and lactation performance in dairy cows under feeding tmr with glycerine (glycerol) supplement at periparturient period. (en línea). *EJPAU*. 8 (4): 22. Consultado 18 abr. 2010. Disponible en <http://www.ejpau.media.pl/volume8/issue4/art-22.html>
16. BONILLA, J.A.; TORRES, D.I.; SOSA, M.R. 2008. Efecto del destete temporario y suplementación energética de corta duración sobre el comportamiento reproductivo de vacas de cría primíparas de las razas Hereford, Aberdeen Angus y sus cruza. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. 71 p.
17. BONINO, J. 1985. Toxemia de la preñez. In: Seminarios Técnicos de Producción Ovina (2os., 1985, Montevideo). Memorias. Montevideo, Secretariado Uruguayo de la Lana. pp. 145-161.
18. BOSSIS, I.; WETTEMANN, 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.
19. _____.; _____.; _____.; _____.; _____. 2000. Nutritionally induced anovulation in beef heifers; ovarian and endocrine function during realimentation and resumption of ovulation. *Biol. Reprod.* 62: 1436-1444.
 20. BROCKMAN, R.P.; LAARVELD, B. 1986. Hormonal regulation of metabolism in ruminants; a review. *Live. Sci.* 14: 313-334.
 21. BROWNING, R.; ROBERTS, B. S.; LEWIS, A. W., NEUENDORFF, D. A.; RANDEL, R. D. 1994. Effect of postpartum nutrition and once-daily sucking on reproductive efficiency and preweaning calf performance in fall-calving Brahman (*Bos indicus*) cow. *J. Anim. Sci.* 72: 984-989.
 22. BUTLER, W. R. 2003. Energy balance relationships with follicular development, ovulation and fertility in postpartum dairy cows. *Live. Prod. Sci.* 83: 211-218.
 23. CALLEJAS, S.; DE DOMINICI, O.; MADERO, S.; CANTALLOP, F.; CABODEVILA, J. 2005. Efecto del cipionato de estradiol administrado al momento de retirar un dispositivo intravaginal con progesterona o 24 horas después sobre el porcentaje de preñez a la IATF. *In: Simposio Internacional de Reproducción (2005, Córdoba). Memorias. Córdoba, s.e. p. 391.*
 24. CARAMBULA, M. 1991. Aspectos relevantes para la producción forrajera. Montevideo, INIA. 49 p. (Serie Técnica no. 19).
 25. _____. 1996. Pasturas naturales mejoradas. Montevideo, Uruguay, Hemisferio Sur. 524 p.
 26. CARRERE, J.M.; CASELLA, C.G.; MITRANO, F.G. 2005. Efecto del flushing y del destete temporario sobre el comportamiento reproductivo de vacas de carne de segundo entore en anestro y en condiciones corporales subóptimas. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. 87 p.
 27. CASAL, A.; GRAÑA, A.; GUTIERREZ, V. 2009. Producción y composición de leche de vacas primíparas de las razas Hereford, Angus y sus cruza F1 mediante el uso de dos técnicas. Tesis Dr. MV. Montevideo, Uruguay. Facultad de Veterinaria. 60 p.

28. CASAS, R.; MEZQUITA, C. 1991. Efecto del destete temporario sobre el comportamiento reproductivo en vacunos. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. s.p.
29. CHILLIARD, Y. 1993. Dietary fat and adipose tissue metabolism in ruminants, pigs, and rodents; a review. *J. Dairy Sci.* 76: 3897-3931.
30. CHOUY, J. 2011. Menor producción, valores más altos, polémicas y amenazas. Ganadería 2010; balances y desbalances. *El País Agropecuario*. no. 191: 8-11.
31. CHRISTENSEN, J.O.; GRUMMER, R. R.; RASMUSSEN, F. E.; BERTICS, S. J. 1997. Effect of method of delivery of propylene glycol on plasma metabolites of feed-restricted cattle. *J. Dairy Sci.* 80: 563-568.
32. CHUNG, Y.H.; RICO, D.E.; MARTINEZ, C.M.; CASSIDY, T.W.; NOIROT, V.; AMES, A.; VARGA, G.A. 2007. Effects of feeding dry glycerine to early postpartum Holstein dairy cows on performance and metabolic profiles. *J. Dairy Sci.* 90: 5682-5691.
33. CICCIOLO, N.H.; WETTEMANN, R.P.; SPICER, L.J.; LENTS, C.A.; WHITE, F.J.; KEISLER, D.H. 2003. Influence of body condition at calving and postpartum nutrition on endocrine function and reproductive performance of primiparous beef cows. *J. Anim. Sci.* 81: 3107-3120.
34. CLARAMUNT, M. 2007. Efecto de la suplementación energética de corta duración y el destete temporario sobre el crecimiento folicular y desempeño reproductivo de vacas primíparas Hereford. Tesis. Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. 87 p.
35. COLAZO, M.; KASTELIC, J.P.; WHITTAKER, P.R.; GAVAGA, Q.A.; WILDE, R.; MAPLETOFT, R.J. 2004. Fertility in beef cattle given a new or previously used CIDR insert and estradiol, with or without progesterone. *Anim. Reprod. Sci.* 81: 25-34.
36. CROWE, M. A.; PADMANABHAN, V.; MIHM, M.; BEITINS, I. Z.; ROCHE, J.F. 1998. Resumption of follicular waves in beff cows is not associated with periparturient changes in follicle-stimulating hormone heterogeneity despite major changes in steroid and luteinizing hormone concentration. *Biol. Reprod.* 58: 1445-1450.
37. CSIRO. 1990. Feeding standards for australian livestock—ruminants. Standing committee on agriculture and resource management, Ruminants subcommittee. Melbourne, Australia. s.p.

38. DANIEL, J. A.; THOMAS, M. G.; HALE, C. S.; SIMMONS, J. M.; KEISLER, D. H. 2000. Effect of cerebroventricular infusion of insulin and (or) glucose on hypothalamic expression of leptin receptor and pituitary secretion of LH in diet-restricted ewes. *Domest. Anim. Endo.* 18: 177–185.
39. DASARI, M. 2007. Crude glicerol portencial described. *Feedstuffs.* 23: 16-19.
40. DAVIS, K.C.; TESS, M.W.; KRESS, D.D.; DOORNBOS, D.E.; ANDERSON, D. C. 1994. Life cycle evaluation of five biological types of beef cattle in a cow-calf range production system; I model development. *J. Anim. Sci.* 72: 2585-2590.
41. DE CASTRO, T.; IBARRA, D.; VALDÉZ, L.; RODRIGUEZ, M.; GARCIA LAGOS, F.; BENQUET, N.; RUBIANES, E. 2002. Medidas para acortar el anestro posparto en vaca de cría. *In: Jornadas Uruguayas de Buiatría (29as., 2002, Paysandú). Memorias. Paysandú, CMVP.* 41 p.
42. DE FRAIN, J.M.; HIPPEN, A.R.; KALSCHEUR, K.F.; JARDON, P.W. 2004. Feeding glycerol to transition dairy cows; effect on blood metabolites and lactation performance. *J. Dairy Sci.* 87: 4195-4206.
43. DILLON, P.; CROSSE, S; O`BRIEN, B. 1997. Effect of concentración of grazing dairy cows in early lactation on milk producción and milk processing quality. *Irish J. of Agri. and Food Research.* 36: 145-159.
44. DISKIN, M.G.; STAGG, K.; MACKAY, D. R.; ROCHE, J. F.; SREENAN, J. M. 1999. Nutrition and estrous and ovarian cycles in cattle. (en línea). Galway, Ireland, s.e. Consultado 7 dic. 2010. Disponible en <http://www.teagasc.ie/research/reports/beef/4009/eopr-4009.pdf>.
45. DO CARMO, M. 2006. Efecto del destete temporario y suplementación energética de corta duración sobre el comportamiento reproductivo y productivo de vacas de cría primíparas. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. 62 p.
46. DONKIN, S.S.; DOANE, P. 2007. Glycerol as a feed ingredient in dairy rations. *In: Tri-State Dairy Nutrition Conference (2007, Indiana). Proceedings.* Indiana, Fort Wayne. pp. 97-103.
47. _____. 2008. Glycerol from biodiesel production; the new corn for dairy cattle. (en línea). *R. Bras. Zootec.* 37: 280-286. Consultado 10 abr. 2010. Disponible en http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S151635982008001300032&script=sci_arttext.

48. _____.; KOSER, S.L.; WHITE, H.M.; DOANE, P.H.; CECAVA, M.J. 2009. Feeding value of glycerol as a replacement for corn grain in tations fed to lactating dairy cows. *J. Dairy Sci.* 92: 5111-5119.
49. DRACKLEY, J. 2008. Opportunities for Glycerol use in dairy diets. (en línea). *In: State Dairy Nutrition and Managemen Conference (4th., 2008, Dubuque, Iowa). Proceedings.* Dubuque, s.e. s.p. Consultado 5 abr. 2010. Disponible en <http://www.uwex.edu/ces/dairynutrition/documents/2008dubuqueconferenceproceedings.pdf#page=116>.
50. DROUILLARD, J.S. 2008. Glycerin as a feed for ruminants. (en línea). *In: Symposium Ruminant Nutrition (2008, Gainesville). Glycerin as feed for ruminants.* Gainesville, s.e. s.p. Consultado 6 mar. 2010. Disponible en <http://www.adsa.asas.org/meetings/2008/abstracts/0392.PDF>.
51. ELAM, N.A.; ENG, K.S.; BECHTEL, B.; HARRIS, J.M.; CROCKER R. 2008. Glycerol from biodiesel production; consideration from feedlot diets. (en línea). Arizona, s.e. s.p. Consultado 15 mar. 2011. Disponible en http://ag.arizona.edu/ANS/swnmc/Proceedings/2008/05Elam_08.pdf.
52. EUROPEAN FOOD SAFETY AUTHORITY (EFSA). 2010. Scientific opinion on the abiotic risks for public and animal health of glycerine as co-product from the biodiesel production from Category 1 animal by-products (ABP) and vegetable oils. EFSA Panel on Contaminants in the Food Chain (CONTAM). Parma, Italy. s.p.
53. FAULKNER, A.; POLLOCK, H. T. 1990. Effects of glucagon and α - and β -agonists on glycogenolysis and gluconeogenesis in isolated ovine hepatocytes. *Biochim. Biophys. Acta.* 1052: 229-234.
54. FENOCCHI, G.; RESTAINO, E. 1988. Efecto del destete temporario y bioestimulación (efecto macho) sobre la actividad ovárica post-parto de vacas Hereford. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. 92 p.
55. FERRARO, S.M.; MENDOZA, G.D.; MIRANDA, L.A.; GUTIÉRREZ. C.G. 2009. In vitro gas production and ruminal fermentation of glycerol, propylene glycol and molasses. *Anim. Feed Sci. and Tech.* 154: 112–118.
56. FISHER, L.J.; ERFLE, J.D.; LODGE, G.A.; SAUER, F.D. 1973. Effects of propylene glycol or glycerol supplementation of the diet of adiry cows on feed intake, milk diet and composition, and incidence of ketosis. *J. Anim. Sci.* 53: 289-296.

57. FRACHIA, L.; ROVIRA, F. 2005. Investigación en Uruguay sobre la eficiencia reproductiva de los rodeos de cría; 1963-2005. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. s.p.
58. FRANCO, J.; ECHENAGUSIA, M.; NUÑEZ, A; PEREYRA, A.; RIANI, V. 2002. Destete temporario en vacas Hereford bajo pastoreo de campo natural. In: Jornadas Uruguayas de Buiatría (30as., 2002, Paysandú). Memorias. Paysandú, CMVP. pp. 203-206.
59. GALVANI, F. 2008. Alimentación de bovinos con subproducto de la industria del biodiesel. Tesis Dr. M.V. Buenos Aires, Argentina. Facultad de Ciencias Veterinarias. 28 p.
60. GARNSWORTHY, P.C. 2007. Body condition score in dairy cows; targets for production and fertility. In: Recent advances in animal nutrition. Nottingham, UK, Nottingham University Press. pp. 61-86.
61. GEYMONAT, D. H. 1986. Efecto del destete temporario sobre la tasa de preñez de rodeos para carne. Montevideo, Uruguay, IICA. 1986. pp. 167-173.
62. GIL, A. 2001. Características de los establecimientos y adopción de tecnologías de la reproducción, en la cría de bovinos para carne. In: Jornadas Uruguayas de Buiatría (29as., 2001, Paysandú). Memorias. Paysandú, CMVP. 41p.
63. GIOIA, M. S.; LICHA, F.A. 2008. Producción de leche en vacas primíparas de las razas Aberdeen Angus, Hereford y sus respectivas cruzas F1 sometidas a destete temporario y flushing. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. 89 p.
64. GOFF, J.P.; HORST, R.L. 2001. Oral glycerol as an aid in the treatment of ketosis/fatty liver complex. *J. Dairy Sci.* 84 (Suppl. 1):153. (Abstr.).
65. GÓMES DE FREITAS, J.; DE SOUZA, J. P. 1984. Efecto de la edad de destete de corderos de diferente tipo de nacimiento y sexo en pasturas de raigrás-trébol rojo sobre su crecimiento y sobre la producción de sus madres en un campo natural sobre la formación San Gregorio-Tres Islas. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. 114 p.
66. GONG, J. G.; CAMPBELL, B. K.; BRAMLEY, T. A.; GUTIERREZ, C. G.; PETERS, A. R.; WEBB, R. 1996. Supresión in the secretion of follicle-stimulating hormone and luteinizing hormone, and ovarian follicle development in heifers continuously infused with a gonadotroping-realisig hormone agonist. *Biol. of Reprod.* 55: 68-74.

67. GRIFFIN, P. G.; GINTHER, O. J. 1992. Research applications of ultrasonic image in reproductive biology. *J. Anim. Sci.* 70: 953-972.
68. GRIFFITH, M. K.; WILLIAMS, G. L. 1996. Roles of maternal vision and olfaction in suckled inhibition of luteinizing hormone secretion, expression of maternal selectivity and lactational performance of beef cows. *Biol. of Reprod.* 54: 761-768.
69. GRIMARD, B.; HUMBLLOT, P.; PONTER, A. A.; MIALOT, J. P.; SAUVANT, D. THIBIER, M. 1995. Influence of postpartum energy on energy status, plasma LH and estradiol secretion and follicular development in suckled beef cow. *J. Reprod. Fert.* 104: 173-179.
70. HAMMOND, J. 1927. *The physiology of reproduction in the cow.* Cambridge, UK, Cambridge University Press. s.p.
71. HAYDOCK, K. P.; SHAW, N. H. 1975. The comparative yield method for estimating dry matter yield of pasture. *Australian J. of Exp. Agri. and Anim. Husbandry.* 15: 663-670.
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 cow reproduction. *J. Anim. Sci.* 83: 90-106.
73. _____; LAKE S.L.; GUNTER S.A. 2008. Using glycerin as a supplement for forage-fed ruminant. *J. Anim. Sci.* 86: 392.
74. HIPPEN, A.R.; DEFRAIN, J.M.; LINKE, P.L. 2008. Glycerol and other energy sources for metabolism and production of transition dairy cows. (en línea). In: Symposium Ruminant Nutrition (2008, Gainesville). Glycerin as feed for ruminants. Gainesville, s.e. s.p. Consultado 5 nov. 2010. Disponible en <http://dairy.ifas.ufl.edu/rns/2008/Hippen.pdf>.
75. HOFFMAN, D. P.; STEVENSON, S.; MINTON, J.E. 1996. Restricting calf presence without suckling compared with weaning prolongs postpartum anovulation in beef cow. *J. Anim. Sci.* 74: 190-198.
76. HOUGHTON, P. L.; LEMENEGER, R. P.; HORSTMAN, L. A.; HENDRIX, K. S.; MOSS, G. E. 1990a. Effects of body composition pre- and postpartum energy level and early weaning on reproductive performance of beef cows and preweaning calf gain. *J. Anim. Sci.* 68: 1438-1446

77. _____.; _____.; HENDRIX, K.S.; MOSS, G.E.; STEWART, T. S. 1990b. Effects of body composition, pre and postpartum energy and stage of production on energy utilization of beef cows. *J. Anim. Sci.* 68: 1447.
78. IUPAC. 1993. International union of pure and applied chemistry. (en línea). s.n.t. s.p. Consultado 7 mar. 2010. Disponible en <http://www.iupac.org>.
79. JENKINS, T.G.; FERREL, C.L. 1984. A note on lactation curves of crossbred cows. *Anim. Prod.* 34: 479.
80. _____.; _____. 1992. Lactation characteristics of nine breeds of cattle fed various quantities of dietary energy. *J Anim. Sci.* 70: 1652-1660.
81. JONES, A.W. 1987. Elimination half-life of methanol during hangover. *Pharmacology and Toxicology.* 60: 217-220.
82. KAISER, G.; STOKES, S.; GOFF, J. 2002. Effect of oral glycerol drench on transition dairy cattle. (en línea). s.n.t. s.p. Consultado 15 may. 2010. Disponible en <http://www.txanc.org/proceedings/2002/Oral%20Glycerol%20Drench.pdf>.
83. KENNEDY, E.; O'DONOVAN, M.; DELABY, L.; O'MARA, F.P. 2008. Effect of herbage allowance and concentrate supplementation on dry matter intake, milk production and energy balance of early lactating dairy cows. *Live. Sci.* 117: 275–286
84. KHIREDINE, B.; GRIMARD, B.; PONTER, A. A.; PONSART, C.; BOUDJENAH, H.; MIALOT, J. P.; SAUVANT, D.; HUMBLOT, P. 1998. Influence of flushing on LH secretion, follicular growth and the response to estrus synchronization treatment in suckled beef cows. *Theriogenology.* 49:1409-1423.
85. KREHBIEL, C.R. 2008. Ruminal and physiological metabolism of glycerin. *J. Anim. Sci.* 86:392 (Abstr.).
86. KRESS, D.D.; ANDERSON, D.C. 1974. Milk production in Hereford cattle. *Proc. West. Sec.* 25:37.
87. LACA, L. 1987. Efecto del destete temporario y uso de GnRH sobre el comportamiento reproductivo en vacas de raza Hereford. Tesis Ing. Agr. Montevideo. Uruguay. Facultad de Agronomía. 76 p.
88. LALMAN, D. L.; KEISLER, D. H; WILLIAMS, J. E.; SCHOLLJEGERDES, E. J.; MALLET, D. M. 1997. Influence of postpartum weight and body

- condition change on duration of anestrus by undernourished suckled beef heifers. *J. Anim. Sci.* 75: 2003-2008.
89. _____.; WILLIAMS, J. E.; HESS, B. W.; THOMAS, M. G.; KEISLER, D. H. 2000. Effect of dietary energy on milk production and metabolic hormones in thin, primiparous beef heifers. *J. Anim. Sci.* 78: 530-538.
90. LAMB, G. C.; MILLER, B.L.; LYNCH, J. M.; THOMPSON, K. E.; HELDT, J. S.; LOEST, C. A.; GRIEGER, D. M.; STEVENSON, J.S. 1999. Twice daily suckling but not milking with calf presence prolongs postpartum anovulation. *J. Anim. Sci.* 77: 2207-2218.
91. LAROSA, R.J. 2001. Proceso para la producción de BIODIESEL (metilester o ésteres metílicos de ácidos grasos); descripción, materias primas y servicios necesarios y refinación de la glicerina obtenida como subproducto de la producción del Biodiesel. (en línea). Montevideo, s.e. 8 p. Consultado 20 abr. 2010. Disponible en <http://www.biodiesel-uruguay.com/articulos/Biod-rev2.pdf>.
92. LIN, H.; ROMSOS, D.R.; TACK, P.I.; LEVEILLE, G.A. 1977. Effects of fasting and feeding various diets on hepatic lipogenic enzyme activities in Coho salmon (*Oncorhynchus kisutch*, Walbaum). *J. Nutr.* 107: 1477-1483.
93. LISHMAN, A.; HARWIIN, G. O. 1985. Failure to induce ovulation by short-term calf removal in lactating beef cows on dry-lot. *South African. J. Anim. Sci.* 15: 21-22.
94. LOMAX, M.A.; BAIRD, G.D. 1983. Blood flow and nutrient exchange across the liver and gut of dairy cows. Effects of lactation and fasting. *Br. J. Nutr.* 49: 481-496.
95. LONG, N. M.; DAVIS, M. P.; PRADO-COOPER, M. J.; RUBIO, I.; WETTERMANN, R.P. 2009. Estrus and luteal activity of postpartum beef cows after treatment with estradiol. *Prof. Anim. Sci.* 25: 481-486.
96. LUCY, M. C.; STAPLES, C. R.; MICHEL, 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.
97. MACH, N.; BACH, A.; DEVANT, M. 2009. Effects of crude glycerine supplementation on performance and meat quality of Holstein bulls fed high-concentrate diets. *J. Anim. Sci.* 87: 632-638.

98. MACHADO, J.F.; METEN, J.F.; SHIGUERU MIYADA, V. B; ERENCHTEIN, B. 2009. Glicerol na alimentação animal (en línea). Piracicaba, s.e. 19 p. Consultado 6 mar. 2010. Disponible em http://www.agrolink.com.br/downloads/glicerol_2009-03-13.pdf
99. MAKARECHIAN, M.; ARTHUR, P. F. 1990. Effects on body condion and temporary calf removal on reproductive performance of rarge cows. *Theriogenology*. 34: 435-443.
100. MARTSON, T. T.1992. Relationship of milk production, milk expected progeny difference and calf weaning weight in Angus and Simmental cow-calf pairs. *J. Anim. Sci.* 70: 3304-3310.
101. MAYES, P.A. 1999. Gluconeogenesis and control of blood glucose. *In*: Harper´s biochemistry. McGraw-Hill, New York. pp. 208-218.
102. MEDSCAPE. 2010. Methanol. (en línea). s.n.t. s.p. Consultado 14 mar. 2010. Disponible en <http://emedicine.medscape.com/article/1174890-overview>
103. MEIKLE, A.; KULCSAR, M.; CHILLIARD, Y.; FEBEL, H.; DELAVAUD, C.; CAVESTANY, D.; CHILIBROSTE, P. 2004. Effects of parity and body condition at parturition on endocrine and reproductive parameters of the cow. *Reprod.* 127: 727-737.
104. MILLER, D. W.; BLACHE, D.; MARTIN, G. B. 1995. The role of intracerebral insulin in the effect of nutrition on gonadotrophin secretion in mature male sheep. *J. of Endo.* 147:321-329.
105. MONDRAGON, I.; WILTON, J. W.; ALLEN, O. B.; SONG, H. 1983. Stage of lactation effects, repeteabilities and influences on weaning weights of yield and composition of milk in beef cattle. *J. Anim. Sci.* 63: 751-761.
106. MONTIEL, F.; AHUJA, C. 2005. Body condition and suckling as factors influencing the duration of postpartum anestrus in cattle; a review. *Anim. Reprod. Sci.* 8: 1-26.
107. MURPHY, M. G.; BOLAND, M. P.; ROCHE, J. F. 1990. Pattern of follicular growth and resumption of ovarian activity in post-partum beef suckled cows. *J. Reprod. Fert.* 90: 523-533.
108. NEVILLE, W. E. 1962. Influence of dam's milk production and other factors on 120 and 240 day weight of Hereford calves. *J. Anim. Sci.* 21: 315-320.

109. NEVILLE, M. C. 2006. Lactation and its hormonal control. New York, Academic Press. pp. 3005-3018.
110. NOTTER, D.R.; CUNDIFF, L.V.; SMITH, G.M.; LASTER, D.B.; GREGORY, K.E. 1978. Characterization of biological types of cattle. VII. Milk production in young cows and transmitted and maternal effects on preweaning growth of progeny. *J. Anim. Sci.* 46: 908-921.
111. OGBORN, K.L. 2006. Effect of method of delivery glycerol on performance and metabolism of dairy cows during the transition period. MS thesis. Ithaca, USA. Cornell University. s.p.
112. ORCASBERRO, R.; SOCA, P.; BERETTA, V.; TRUJILLO, A. I.; FRANCO, J.; APEZTEGUÍA, E.; BENTANCUR, O. 1992a. Características de la pastura y estado corporal del rodeo de cría en pastoreo de campo natural. *In: Jornada de Producción Animal (1992, Paysandú). Evaluación física y económica de alternativas tecnológicas en predios ganaderos.* Paysandú, s.e. pp. 36-44.
113. _____.; SOCA, P.; BERETTA, V.; TRUJILLO, A. I. 1992b. Estado corporal de vacas Hereford y comportamiento reproductivo. *In: Jornada de Producción Animal (1992, Paysandú). Evaluación física y económica de alternativas tecnológicas en predios ganaderos.* Paysandú, s.e. pp. 32-36.
114. _____. 1994. Propuesta de manejo para mejorar la eficiencia reproductiva de los rodeos de cría. *El Mercado Agropecuario.* no. 206: 12-16.
115. OSBORNE, V.R.; ODONGO, N.E.; CANT, J.P.; SWANSON, K.C.; MCBRIDE, B. 2009. Effect of supplementing glycerol and soybean oil on drinking water on feed and water intake, energy balance, and production performance of periparturient dairy cows. *J. Dairy Sci.* 92: 698-707.
116. OSMAN, M.A.; ALLEN, P.S.; MEHYAR, N.A.; BOBE, G.; COETZEE, J.F.; KOEHLER, K.J.; BEITZ, D.C. 2008. Acute metabolic responses of postpartal dairy cows to subcutaneous glucagons injections, oral glycerol, or both. *J. Dairy Sci.* 91: 3311-3322.
117. PEREIRA, G.; SOCA, P. 2000. Plan Ganadero; programa para la toma de decisiones en predios ganaderos. (en línea). Montevideo, s.e. s.p. Consultado 7 dic. 2010. Disponible en <http://www.rau.edu.uy/agro/ccss/publicaciones.htm>
118. PÉREZ HERNANDEZ, P.; SANCHEZ DE REAL, C.; GALLEGOS SANCHEZ, J. 2001. Anestro posparto y alternativas de manejo del

- amantamiento en vacas de doble propósito en el trópico. *Invest. Agr. Prod. Sanidad. Anim.* 16: 235-248.
119. PÉREZ-CLARIGET, R.; CARRIQUIRY, M.; SOCA, P. 2007. Estrategias de manejo nutricional para mejorar la reproducción en ganado bovino. *Arch. Latino. Prod. Anim.*15: 114-119.
 120. _____.; _____.; LÓPEZ-MAZZ, C.; ABUD, M.J. 2010. Tasa ovulatoria; efectos de la hiperglucemia inducidas. *Agrociencias.* 3: 155.
 121. PERRY, R. C.; CORAH, L. R.; COCHRAN, R. C.; BEAL, W. E.; STEVENSON, J. S.; MINTON, J. E.; SIMMS, D. D.; BRETHOUR, J. R. 1991. Influence of dietary energy on follicular development, serum gonadotropins, and first postpartum ovulation in suckled beef cows. *J. Anim. Sci.* 69: 3762–3773.
 122. PINCINATO, D.; PERES, L.C.; MARAÑA, D.; BORGES, L.F.; CUTAIA, L.; BÓ, G.A. 2005. Porcentaje de preñez en vacas con cría al pie tratadas con distintos protocolos de sincronización de la ovulación utilizando dispositivos con progesterona. (en línea). *In: Simposio Internacional de Reproducción Animal (2005, Córdoba, Argentina). Memorias.* Córdoba, s.e. s.p. Consultado 7 abr. 2011. Disponible en <http://www.geraembryo.com.br/t.tecnicos/p3/D%5B1%5D%5B1%5D.Pincinato2.pdf> .
 123. PRYCE, J.E.; COFFEY, M.P.; SIMM, G. 2001. The relationship between body condition score and reproductive performance. *J. Dairy Sci.* 84: 1508-1515.
 124. QUINTANS, G.; SALTA, M.V. 1988. Efectos del destete temporario sobre el comportamiento reproductivo en vacunos, aspectos preliminares. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. s.p.
 125. _____.; VAZ MARTINS, D.; CARRIQUIRY, E. 1993. Efecto de la suplementación invernal sobre el comportamiento de terneras. Treinta y Tres, INIA. 53 p. (Actividades de Difusión no. 49).
 126. _____.; FIGURINA, G.; PAIVA, N. 1999. Rodeo de cría. Alternativas de manejo para la zona este del país. Treinta y Tres, INIA. 23 p. (Actividades de Difusión no. 195).
 127. _____.; VIÑOLES, C.; GARI, C.; PAIVA, N. 2000. Destete a corral algunos aspectos preliminares. Treinta y Tres, INIA. 51 p. (Actividades de Difusión no. 225).

128. _____.; VAZQUEZ, A. I. 2002. Efecto del destete temporario y precoz sobre el período de anestro posparto en vacas primíparas. Treinta y Tres, INIA. pp. 110-122 (Actividades de Difusión no. 288).
129. _____.; GOROZURRETA, I.; JIMÉNEZ, C.; VAZQUEZ, A.I. 2003a. Destete a corral por 10 días, destete precoz y con tablilla nasal en vacas primíparas en buen estado corporal. In: Jornada Anual de Producción Animal (2003, Treinta y Tres). Resultados experimentales. Treinta y Tres. INIA. pp. 44-51.
130. _____. 2003b. Diferentes técnicas de destete para adelantar la ovulación posparto. . In: Jornada Anual de Producción Animal (2003, Treinta y Tres). Resultados experimentales. Treinta y Tres. INIA. s.p.
131. _____.; VIÑALES, C.; SINCLAIR, K.D. 2004. Follicular growth and ovulation in postpartum beef cows following calf removal and GnRH treatment. *Anim. Reprod. Sci.* 80: 5-14.
132. _____. 2005. Control del amamantamiento. *Revista INIA.* 5: 1-11.
133. _____.; VELAZCO, J.; ROIG, G. 2009. Efecto de la mejora en la calidad de las pasturas en invierno, sobre la performance de vaquillonas lactando. Treinta y Tres, INIA. 101 p. (Actividades de Difusión no. 591).
134. _____.; BANCHERO, G.; CARRIQUIRY, M.; LÓPEZ-MAZZ, C.; BALDI, F. 2010. Effect of body condition and suckling restriction with and without presence of the calf on cow and calf performance. *J. Anim. Sci.* 50: 931–938.
135. RANDEL, R. D. 1990. Nutrition and postpartum rebreeding in cattle. *J. Anim. Sci.* 68: 853-862.
136. REARTE, D.H. 1982. Alimentación y composición de la leche en los sistemas pastoriles. Buenos Aires, INTA BALCARCE. 94 p.
137. REIS, R. B.; COMBS, D. K. 2000. Effects of increasing levels of grain supplementation on rumen environment and lactation performance of dairy cows grazing grass-legume pasture. *J. Dairy. Sci.* 83: 2888–2898.
138. RÉMOND, B.; SOUDAY, E.; JOUANY, J.P. 1993. In vitro and in vivo fermentation of glycerol by rumen microbes. *Anim. Feed. Sci. Technol.* 41: 121-132.
139. REYNOLDS, C.K.; TYRRELL, H.F.2000. Energy metabolism in lactating beef heifers. *J. Anim. Sci.*78: 2696-2705.

140. RICHARDS, M. W.; SPITZER, J.C.; WARNER, M.B. 1986. Effect of varying levels of postpartum nutrition and body condition at calving on subsequent reproductive performance in beef cattle. *J. Anim. Sci.* 62: 300-306.
141. _____, WETTWMANN, R. P.; SHOENEMANN, H.M. 1989a. Nutritional anestrus in beef cows; body weight change body condition, luteinizing hormone in serum and ovarian activity. *J. Anim. Sci.* 67: 1520-1526.
142. _____; _____; _____. 1989b. Nutritional anestrus in beef cows; concentrations of glucose and nonesterified fatty acids in plasma and insulin in serum. *J. Anim. Sci.* 67: 2354-2362.
143. _____; _____; SPICER, L. J.; MORGAN, G. L. 1991. Nutritional anestrus in beef cows; effects of body condition and ovariectomy on serum luteinizing hormone and insulin-like growth factor-I. *Biol. Reprod.* 44: 961-966.
144. ROBAINA, A. C.; GRAINGER, C.; MOATE, P.; TAYLOR, J.; STEWART, J. 1998. Responses to grain feeding by grazing dairy cows. *Aust. J. Exp. Agric.* 38:541-549 (Abstract).
145. ROBERTS, A. J.; NUGENT, R. A.; KLINDT, J.; JENKINS, T. G. 1997. Circulating insulin-like growth factor I, insulin-like growth factor binding proteins, growth hormone, and resumption of estrus in postpartum cows subjected to dietary energy restriction. *J. Anim. Sci.* 75: 1909-1917.
146. _____; KLINDT, J.; JENKINS, T. G. 2005. Effects of varying energy intake and sire breed on duration of postpartum anestrus, insulin like growth factor-1, and growth hormone in mature crossbred cows. *J. Anim. Sci.* 83: 1705-1714.
147. ROCHE, J.F.; CROWE, M.A.; BOLAND, M.P. 1992. Postpartum anoestrus in dairy and beef cows. *Anim. Reprod. Sci.* 28: 371-378.
148. RODRÍGUEZ, M.; OLIVERA, J.; MARTÍNEZ-CAL, H.; RUBIANES, E.; SOCA, P. 2005. Cambios ováricos en vacas primíparas durante el posparto temprano suplementadas con afrechillo de arroz y sometidas a destete temporario. *In: Simposio Internacional de Reproducción Animal (6a., 2005, Córdoba). Memorias. Córdoba, IRAC. s.p.*
149. ROGER, V.; FONTY, G.; ANDRE, C.; GOUET, P. 1992. Effects of glycerol on the growth, adhesion, and cellulolytic activity of rumen cellulolytic bacteria and anaerobic fungi *Curr. Microbiol.* 25:197-201.

150. ROVIRA, J. 1996. Manejo nutritivo de los rodeos de cría en pastoreo. Montevideo, Hemisferio Sur. 288 p.
151. RUSCHE, W. C.; COCHRAN, R. C.; CORAH, L. R.; STEVENSON, J. S.; HARMON, D. L.; BRANDT, R. T.; MINTON, J. E. 1993. Influence of source and amount of dietary protein on performance, blood metabolites, and reproductive function of primiparous beef cows. *J. Anim. Sci.* 71: 557–563.
152. RUTTER, L.M.; RANDEL, R.D. 1984. Postpartum nutrient intake and body condition: effect on pituitary function and onset of estrus in beef cattle. *J. Anim. Sci.* 58: 265-274.
153. SAUER P.D.; ERFLE J.D.; AND FISHER L.J., 1973. Propylene glycol and glycerol as a feed additive for lactating dairy cows; an evaluation of blood metabolite parameters. *J. Anim. Sci.* 53: 265-271.
154. SAS INSTITUTE. 2002. Sistem program 9.0v. Cary, NC. s.p.
155. SCARSI, A.; ASTESSIANO, A.L.; BANCHERO, G.; CARRIQUIRY, M.; QUINTANS, G. 2010a. Effect of short-prepartum supplementation on reproductive and productive performance in primiparous beef cows under grazing. *In: Symposium of International Ruminant Reproduction (8th., 2010, Alaska). Proceeding. Alaska, s.e. s.p.*
156. _____.; _____.; _____.; _____.; _____. 2010b. Short-prepartum supplementation effect on productive and reproductive parameters in multiparous beef cows under grazing conditions. *In: Symposium of International Ruminant Reproduction (8th., 2010, Alaska). Proceeding. Alaska, s.e. s.p.*
157. SCHRÖDER, A.; SÜDEKUM, K.H. 1999. Glycerol as a by-product of biodiesel production in diets for ruminants. (en línea). *In: New Horizons for an Old Crop (10th., 1999, Canberra). Proceeding. Canberra, s.e. s.p.* Consultado 7 may. 2010. Disponible en <http://regional.org.au/au/gcirc/1/241.htm>
158. SELLERS, R.S. 2008. Glycerin as a feed ingredient, official definition(s) and approvals. (en línea). *In: Symposium Ruminant Nutrition (2008, Gainesville). Glycerin as feed for ruminants. Gainesville, s.e. s.p.* Consultado 23 abr. 2010. Disponible en <http://www.adsa.asas.org/meetings/2008/abstracts/0392.PDF>
159. SEMPLE, A.T. 1974. Avances en pasturas cultivadas y naturales.s.l., Hemisferio Sur. 544 p.
160. SHAW, J.C. 1956. Ketosis in dairy cattle; a review. *J. Dairy Sci.* 39: 402.

161. SHIVELY, T.E.; WILLIAMS, G.L. 1989. Patterns of tonic luteinizing hormone release and ovulation frequency in suckled anestrous beef cows following varying intervals of temporary weaning. *Dom. Anim. Endo.* 6: 379-387.
162. SHORT, R. E.; BELLOWS, R. A.; MOODY, E. L.; HOWLAND, B. E. 1972. Effects of suckling and mastectomy on bovine postpartum reproduction. *J. Anim. Sci.* 34: 70-74.
163. _____; ADAMS, D. C. 1988. Nutricional and hormonal interrelationship in beef cattle reproduction. *J. Anim. Sci.* 68:29-39.
164. _____; 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.
165. SIENRA, R.; BONINO, J.; LARREGUI, V.; ECHEGUÍA, M. 1983. Toxemia de preñez II. Inducción experimental y respuesta a la terapia con glicerol-propilenglicol. *In: Jornadas Técnicas de Facultad de Veterinaria (1983, Montevideo). Memorias. Montevideo, s.e. pp. 77-78.*
166. SIMEONE, A. 2000. Destete temporario, destete precoz y comportamiento reproductivo en vacas de cría en Uruguay; estrategias para acortar el anestro posparto en vacas de carne. *Treinta y Tres, INIA. pp. 35-39 (Serie Técnica no. 108).*
167. SIMEONE, A.; BERETTA, V. 2002. Destete precoz en ganado de carne. Montevideo, Uruguay, Hemisferio Sur. 118 p.
168. SMITH, J. F.; STEWAR, R. D. 1990. Effects of nutrition on the ovulation rate *In: Reproductive physiology of merino sheep; concepts and consequences ed. School of Agriculture, Australia. pp 85-101.*
169. SOCA, P.; ORCASBERRO, R.; CÓRDOBA, G.; LABORDE, D.; BERETTA, V.; FRANCO, J. 1992. Efecto del destete temporario sobre la performance de rodeos de cría. *In: Jornada de Producción Animal (1992, Paysandú). Evaluación física y económica de alternativas tecnológicas en predios ganaderos. Paysandú, s.e. pp. 45-53.*
170. _____; BARRETO, G.; PÉREZ-CLARIGET, R. 2002. Efecto de la suplementación energética de corta duración y destete temporario sobre la performance reproductiva de vacas de cría en pastoreo. *Revista Argentina Prod. Anim.* 22 (1): 298-299.

171. _____.; OLIVERA, J.; RODRIGUEZ-IRAZOQUI, M.; MARTÍNEZ-CAL, H.; RUBIANES, R. 2005. Porcentaje de preñez y cambio de estado corporal de vacas de cría suplementadas con afrechillo de arroz y sometidas a destete temporario. *In*: Simposio Internacional de Reproducción Animal (6o., 2005, Córdoba). Memorias. Córdoba, IRAC. s.p.
172. _____.; DO CARMO, M.; OLIVERA, J.; PÉREZ, R.; RODRIGUEZ, M. 2007. La suplementación energética de corta duración: ¿Mejora la eficiencia reproductiva de vacas primíparas en anestro postparto bajo pastoreo de pastizal nativo? *In*: Jornadas Uruguayas de Buiatría (35as., 2007, Paysandú). Memorias. Paysandú, CMVP. s.p.
173. SPICER, L. J.; ALPIZAR, E.; ECHTERNKAMP, S. E. 1993. Effects of insulin, insulin-like growth factor I, and gonadotropins on bovine granulose cell proliferation, progesterone production, estradiol production, and (or) insulin-like growth factor I production in vitro. *J. Anim. Sci.* 71: 1232–1241.
174. SPITZER, J.C.; MORRISON, D.G.; WETTEMANN, R.P.; FAULKNER, L. C. 1995. Reproductive responses and calf birth and weaning weights as affected by body condition at parturition and postpartum weight gain in primiparous beef cows. *J. Anim. Sci.* 73: 1251-1257.
175. SPOERNLDY, E. 1991. Supplementation of dairy cows offered freshly cut herbage ad libitum with starchy concentrates based on barley or fibrous concentrates based on unmolassed sugar beet pulp and wheat bran. *Swedish J. of Agri. Research.* 21:131-139. (Abstract).
176. STAHRINGER, R.C. 2001. Estrategias para el manejo de anestro post-parto en rodeos de cría. *In*: Congreso de Veterinaria (2001, Chaco). Memorias. Chaco, INTA. s.p.
177. _____. 2006. Tacto rectal buscando nuevas posibilidades para una práctica tradicional. *In*: Taller de Evaluación de Diagnóstico de Gestación en Ganado de Carne (4o., 2006, Treinta y Tres). Memorias. Treinta y Tres, INIA. s.p.
178. STEVENSON, J. S.; LAMB, G. C.; HOFFMANN, D. P.; MINTON, J. E. 1997. Interrelationships of lactating and postpartum anovulation in suckled and milked cows. *Live. Prod. Sci.* 50: 57–74.
179. THOMPSON, J.C.; HE, B. 2006. Characterization of crude glycerol from biodiesel production from multiple feedstocks. (en línea). *Applied Eng. Agri.* 22(2): 261-265. Consultado 5 abr. 2010. Disponible en <http://www.webpages.uidaho.edu/~bhe/pdfs/Glycerol.pdf>.

180. TRABUE, S.; SCOGGIN, K.; TJANDRAKUSUMA, S.; RASMUSSEN, M. A.; REILLY, P. J. 2007. Ruminant fermentation of Propylene Glycol and Glycerol. *J. Agric. Food Chem.* 55: 7043-7051.
181. URUGUAY. MINISTERIO DE GANADERÍA AGRICULTURA Y PESCA. DIRECCIÓN DE INVESTIGACIONES ESTADÍSTICAS AGROPECUARIAS. 2009a. Encuesta de preñez; ganadería vacuna de carne. (en línea). Montevideo. s.p. Consultado 05 mar. 2010. Disponible en <http://www.mgap.gub.uy/portal>.
182. _____. _____. _____. 2009b. Uruguay rural en cifras; última información disponible. (en línea). Montevideo. s.p. Consultado 05 mar. 2010. Disponible en <http://www.mgap.gub.uy/portal>.
183. USA. SUPERINTENDENT OF DOCUMENTS. GOVERNMENT PRINTING OFFICE. 2004. Code of federal Regulations; title 21; Food and Drugs. (en línea). s.l. cap. 3, pp. 172-850. Consultado 12 mar. 2010. Disponible en <http://frwebgate6.access.gpo.gov>.
184. VALENTINE, S. C.; CLAYTON, E. H; JUDSON, G. H.; ROWE, J. B. 2000. Effect of virginiamycin and sodium bicarbonate on milk production, milk composition and metabolism of dairy cows fed high levels of concentrates. *Aust. J. of Exp. Agri.* 40: 773 - 781.(Abstract)
185. VIZCARRA, J. A.; IBAÑEZ, W.; ORCASBERRO, R. 1986. Repetibilidad y reproductividad de dos escalas para estimar la condición corporal de vacas Hereford. *Investigaciones Agronómicas.* no. 7: 45-47.
186. _____. 1989. Algunas estrategias para el manejo del rodeo de cría. In: *Jornada de Suplementación de Pasturas en Sistemas Intensivos (1989, Colonia)*. Memorias. Colonia, INIA. s.p.
187. _____.; WETTEMANN, R. P. 1996. Reproducibility, repeatability and degree of expertise to assess body condition. *Prof. Anim. Sci.*12: 28-31
188. _____.; _____.; SPITZER, J.C.; MORRISON D.G. 1998. Body condition at parturition and postpartum weight gain influence luteal activity and concentrations of glucose, insulin, and nonesterified fatty acids in plasma of primiparous beef cows. *J. Anim. Sci.* 76:927-936.
189. WALSH, S.W.; WILLIAMS, E.J.; EVANS, A.C. 2011. A review of the causes of poor fertility in high milk producing dairy cows. *Anim. Reprod. Sci.* 123: 127-138.

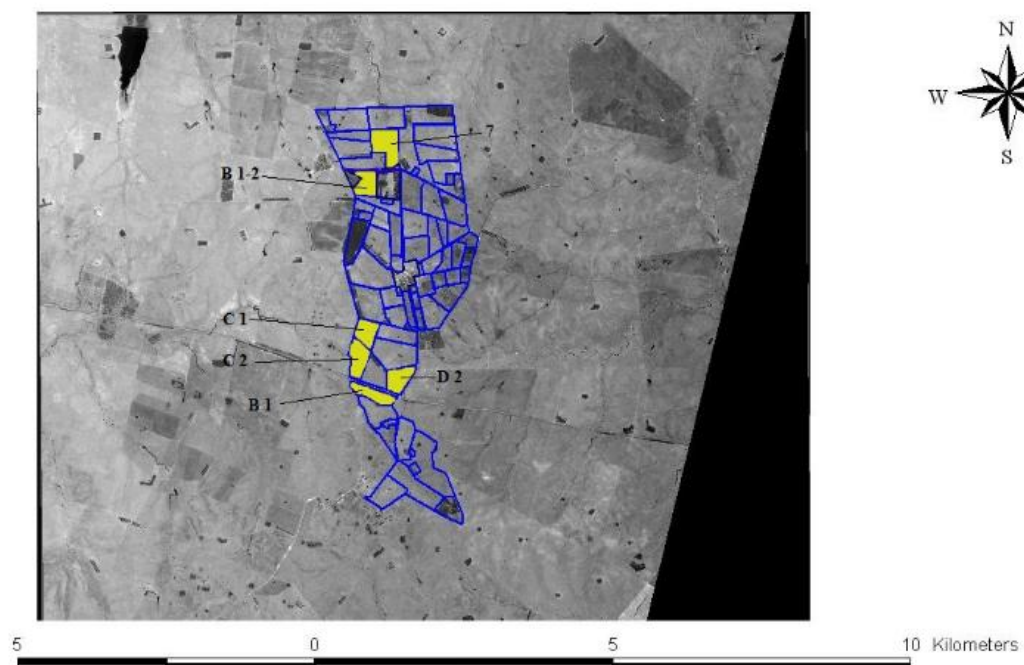
190. WANG, C.; LIU, Q.; YANG, W.Z.; HUO, W.J.; DONG, K.H.; HUANG, Y.X., YANG, X.M.; HE, D.C. 2009a. Effects of glycerol on lactación performance, energy balance and metabolites in early lactation Holstein Dairy cows. *Anim. Feed. Sci. Tech.* 151: 12-20.
191. _____.; _____.; HUO, W.J.; YANG, W.Z.; DONG, K.H.; HUANG, Y.X.; GUO, G. 2009b. Effects of glycerol on rumen fermentation, urinary excretion of purine derivatives and feed digestibility in steers. *Live. Sci.* 121: 15-20.
192. WEBB, R.; GARNSWORTHY, P. C.; GONG, J. G.; ARMSTRONG, D. G. 2004. Control of follicular growth; local interactions and nutritional influences. *J. Anim. Sci.* 82: 63-74.
193. WETTEMANN, R. P.; BOSSIS, I. 2000. Nutritional regulation of ovarian function in beef cattle. *J. Anim. Sci.* 77: 1-10.
194. WETTERMANN, R. P.; LENTS, C. A.; CICCIOLO, N. H.; WHITE, F. J.; RUBIO, I. 2003. Nutritional and suckling mediated anovulation in beef cows. *J. Anim. Sci.* 81: 5-48.
195. WHISNANT, C. S.; THOMPSON, F. N.; KISER, T. E.; BARB, C. R. 1986. Effect of naloxone on serum luteinizing hormone, cortisol and prolactin concentrations in anestrous beef cows. *J. Anim. Sci.* 62:1340-1345.
196. WHO/IPCS (World Health Organization/International Programme on Chemical Safety). 1997. Environmental health criteria methanol. (en línea). Geneva. s.p. Consultado 5 abr. 2010. Disponible en <http://www.inchem.org/documents/ehc/ehc/ehc196.htm>.
197. WILKINS, R. J.; GIBB, M. J.; HUCKLE, C. A.; CLEMENTS, A. J. 1994. Effect of supplementation on production by spring-calving dairy cows grazing swards of differing clover content. *Grass and Forage Sci.* 49: 465-475.
198. WILLIAMS, G.L. 1990. Suckling as a regulator of postpartum rebreeding in cattle; a review. *J. Anim. Sci.* 68: 831-852.
199. WRIGHT, I.A.; RHIND, S.M.; WHYTE, T.K.; SMITH, A.J. 1992. Effects of body condition at calving and feeding level after calving on LH profiles and the duration of the post-partum anoestrous period in beef cows. *Anim. Prod.* 55:41-46.
200. XU, Z.; GAVERING, H.A.; SMITH, G. W.; SMITH, M. F.; HAMILTON, S.A.; YOUNGQUIST, R.S. 1995. Expression of follicle-stimulating hormone and

luteinizing hormone receptor Messenger ribonucleic acids in bovine follicles during the first follicular wave. *Biol. Reprod.* 53: 951-957.

201. YAVAS, Y.; WALTON, J.S. 2000. Postpartum acyclicity in suckled beef cows; a review. *Theriogenology.* 54:25-55.

10. ANEXOS

ANEXO 1: Empotrerramiento de la EEBR, potreros donde pastorearon los animales.



ANEXO 2: Funcional Hepático.

Animal	Trat *(2)	Proteína	Albúmina	Glob *(3)	Rel Al/glob	Ast *(4)	Ggt *(5)	fas *(6)	Bb t *(7)
Ref*(1)		62-90	30-36		0,8 a 1,2	40-90	4- 20	<225	0,2-8
2957	0	66	28	38	74	112	20	116	1,99
7325	1	64	31	33	94	97	22	136	2,45
7326	0	74	36	38	95	121	26	177	4,2
7331	1	71	34	37	92	102	21	127	1,16
7334	0	71	34	37	92	114	23	680	3,46
7345	1	77	36	41	88	117	29	122	1,25
7349	1	71	32	39	82	85	26	240	3,92
7352	1	72	35	37	95	83	21	222	3,63
7353	1	76	33	43	77	119	25	213	4,14
7365	0	70	33	37	89	87	22	225	4,49
7367	0	72	33	39	84	86	24	120	4,29
7369	1	76	38	38	100	90	21	139	4,14
7379	0	71	32	39	82	105	27	302	4,32
7384	0	67	31	36	86	176	36	1452	4,98
7393	1	80	34	46	74	113	22	230	1,7
7398	0	72	31	41	76	109	22	147	4,43
7405	1	76	33	43	77	104	31	188	2,86
7410	1	67	34	33	103	109	25	143	3,9
7434	0	68	30	38	79	91	17	71	0,94
7437	0	61	31	39	103	90	19	101	3,1
7439	0	76	32	44	73	87	14	451	2,56
7441	1	79	36	43	84	105	26	196	5,86
7445	0	77	32	45	71	88	24	169	5,19
7446	1	64	29	35	83	63	21	110	4,02
7459	1	61	29	32	91	67	15	74	3,15
7461	1	65	30	35	86	65	17	961	2,17
7462	0	67	29	38	76	93	21	125	3,66
7470	0	63	30	33	91	84	10	149	1,33

Referencias:

- * (1) Valores de referencia
- * (2) Grupo CONT: 0; Grupo SUP: 1
- * (3) Globulina
- * (4) Aspartato amino transferasa
- * (5) Gama glutamin transpeptidasa
- * (6) Fosfato alcalina
- * (7) Bilirrubina total