

UNIVERSIDAD DE LA REPUBLICA

FACULTAD DE VETERINARIA



**EFFECTO DE LAS CANTIDADES CRECIENTES DE FORRAJE SOBRE LA
PEFORMANCE PRODUCTIVA Y REPRODUCTIVA EN VACAS LECHERAS EN
CONDICIONES PASTORILES**

Por

María de Lourdes ADRIEN DELGADO

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

MONTEVIDEO

URUGUAY

2006

044 TG

Efecto de las c

Adrien Delgado, María de Lourdes



FV/26758

TUTOR de Tesis de grado

Dra. Ana MEIKLE

CO-TUTOR de Tesis de grado

Dr. José Eduardo BLANC

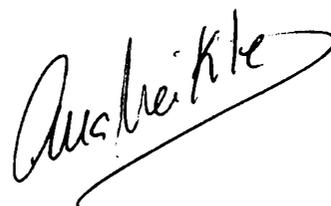
TESIS DE GRADO aprobada por:

Presidente de Mesa:

Dr. Jose Luis Repetto

Segundo Miembro (Tutor):

Dra. Ana Meikle



Tercer Miembro:

Ing. Agr. Pablo Chilibroste

Co-tutor:

Dr. José Eduardo Blanc

Fecha:

Autor:

María de Lourdes Adrien Delgado

DEDICATORIA

Al finalizar esta etapa se me hace necesario agradecerles a las personas que me han acompañado en estos años de mucho sacrificio. Dedico a mis Padres y Hermano este trabajo y toda mi carrera. A través del mismo quiero agradecerles de corazón todo lo que me han ayudado.....No es fácil expresar lo que siento y menos a mis padres, pero simplemente decirles que estoy muy orgullosa de tener una familia como la nuestra y que a pesar de todas las dificultades que se me cruzaron en este camino.....llegué.

También y sin temor a equivocarme, dedico este trabajo a mi profesora Dra Ana Meikle ya que gracias a ella he logrado una visión de la investigación que no me imaginaba. Su exigencia, su dedicación, su esfuerzo, su capacidad, me enseñó muchísimo y la confianza en mi, me dio herramientas para lograr este trabajo en conjunto.

Por ultimo a todos mis amigos/as, familiares y profesores que apostaron y apuestan a mi crecimiento como futura profesional.

AGRADECIMIENTOS

- A mis compañeros de trabajo de campo de éste ensayo: Ramiro Peña, Fabian Wiebe, Martín Arretche y German Gonnet, por la confianza y el trabajo en quipo que logramos.
- A funcionarios docentes y no docentes de la Estación Experimental Mario Cassinoni (EEMAC), especialmente a la sección tambo y agricultura, que fueron piezas claves para lograr este trabajo.
- A Jefatura de Operaciones de la EEMAC, Ing Agr Enrique Cairus e Ing Agr Virginia Caravia, por facilitar los medios para trabajar.
- A mis queridos profesores de Facultad de Veterinaria de la EEMAC, Dr Alfredo Ferraris, Dr José Eduardo Blanc y Dr Jorge Moraes, por el apoyo incondicional.
- Al Ing Agr Pablo Chilibroste por generar enlaces con Facultad de Veterinaria y permitir así lograr trabajos en conjunto y por la confianza depositada en mi.
- A la Dra Ana Meikle por permitirme pertenecer a este gran equipo de investigación. Por confiar, por apostar y por ayudarme a que este trabajo fuera posible.
- Al Ing Agr Diego Mattiauda por su colaboración.
- Al Dr Gonzalo Uriarte por la determinación de Metabolitos en sangre.
- A Perla Rubianes e Isabel Sartore, por la determinación de Progesterona.
- A todas las personas que colaboraron con medios informáticos para que pudiera redactar este trabajo: Mary y Joaquin, María Topolanski, Beatriz Tudurí, Rosmari Domínguez y Sabrina Lucchesini.
- Al Dr José Hermann y Dra Daniela Crespi por la realización de ultrasonografía.
- Al Dr Daniel Cavestany por su colaboración en los tratamientos hormonales y por aporte bibliográfico.
- Al equipo de Gensur Ltda. Por la donación de materiales, por flexibilidad horaria y por el uso de medios informáticos.

TABLA DE CONTENIDO

Página

PÁGINA DE APROBACIÓN.....	II
DEDICATORIA.....	III
AGRADECIMIENTOS.....	IV
1.RESUMEN.....	1
2. SUMMARY.....	2
3. ANTECEDENTES	
3.1. La producción de leche en el Uruguay: características, importancia y cifras....	3
3.2. La vaca durante el período de transición.....	4
3.3. Efectos de la nutrición sobre la producción y composición de la leche.....	5
3.4. La eficiencia reproductiva y la importancia sobre la rentabilidad de las empresas.....	7
3.5. Anestro posparto: características y factores que lo afectan.	9
3.6. Tratamientos de sincronización de celos.....	11
4.INTRODUCCIÓN.....	13
5. MATERIALES Y MÉTODOS	
5.1. Localización y período experimental.....	15
5.2. Animales.....	15
5.3. Manejo de los animales y tratamientos.....	15
5.4. Determinaciones	
5.4.1. En los alimentos.....	17
5.4.2. En los animales.....	17
5.4.2.1. Reproductivas.....	18
5.4.3. Determinación de Metabolitos y Progesterona.....	19
5.5. Análisis estadístico.....	20
6. RESULTADOS	
6.1. Producción y composición de leche.....	21
6.2. Estado Corporal.....	23
6.3. Perfiles metabólicos.....	23
6.4. Parámetros reproductivos	
6.4.1. Reinicio de la ciclicidad ovárica posparto.....	26
6.4.2. Diámetro del folículo dominante a los 57 días posparto.....	28
6.4.3. Respuesta al tratamiento de sincronización de celos.....	29
7.DISCUSIÓN.....	29

8. CONCLUSIONES.....36

9. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.....37

Índice de tablas y figuras.

Pág

Tabla I. Composición del concentrado.....	17
Tabla II. Composición química de los alimentos.....	17
Tabla III. Porcentaje de grasa, proteína, lactosa en leche durante el periodo experimental.....	22
Tabla IV. Correlaciones para las variables reproductivas.....	27
Figura 1. Esquema del tratamiento de sincronización de celos.....	19
Figura 2. Producción promedio de leche para el período experimental.....	21
Figura 3. Producción de leche(A) y sus componentes: Grasa (B), Proteína (C) y Lactosa (D).....	22
Figura 4. Evolución del estado corporal durante todo el experimento.....	23
Figura 5. Evolución de los niveles plasmáticos de NEFA (A) y BHB (B).....	24
Figura 6. Evolución de los niveles plasmáticos de Colesterol (A), Urea (B), Proteínas totales (C) y Albumina (D).....	25
Figura 7. Probabilidad de reinicio de la ciclicidad ovárica.....	26
Figura 8. Diámetro del folículo dominante a los 57 días posparto.....	27
Figura 9. Probabilidad de respuesta con ovulación al tratamiento de sincronización en vacas en fase luteal o folicular del ciclo estral al inicio del tratamiento.....	28

1. RESUMEN

Se investigó el efecto de distintas ofertas de niveles de forraje durante los dos primeros meses posparto sobre la producción y la composición de la leche; la evolución del estado corporal (EC), la eficiencia reproductiva y los perfiles metabólicos en vacas Holando primíparas en pastoreo. Al parto, los animales fueron sub-divididos en 4 tratamientos (n=11 cada uno): T1 (control) con una dieta 100 % TMR (*ad libitum*) y los tratamientos en pastoreo, T2, T3 y T4 que pastoreaban áreas 1, 0.5 y 0.25 has respectivamente de una pradera de segundo año (*Festuca arundinacea*, *Lotus corniculatus* y *Trifolium repens*), con una disponibilidad promedio de 2600 KgMS/ha. Los tratamientos en pastoreo fueron suplementados (TMR) con niveles calculados para cubrir los requerimientos de mantenimiento. Se extrajo sangre dos veces por semana y se evaluó el EC de forma semanal. A los 57 dpp promedio se inició el tratamiento de sincronización de celos (GnRH – dispositivo intravaginal de progesterona-PGF2 α). Los parámetros reproductivos evaluados fueron la longitud del anestro posparto (mediante niveles plasmáticos de progesterona superiores a 1 ng/ml), diámetro del folículo dominante a los 57 dpp y la respuesta al tratamiento de sincronización de celos en términos de manifestación de celos y ovulación. La producción y composición de leche fue afectada por los tratamientos: el T1 produjo más leche con mayor porcentaje de proteína y menores de grasa que los tratamientos en pastoreo durante el periodo experimental. Sin embargo, el grupo con mayor oferta de forraje (T2) produjo mas leche que el T1 durante las primeras dos semanas posparto posiblemente a causa de una mejor adaptación a la dieta posparto. Las curvas de producción de leche en los diferentes grupos estuvieron acorde a las ofertas de forraje, siendo el grupo T4 el de menor producción. Luego de la segunda semana posparto, los grupos con mejor estado corporal fueron el tratamiento 100% TMR (T1) y el de mayor oferta de forraje (T2). No se encontraron diferencias entre grupos en la longitud del anestro (promedio: 29 \pm 14 días). El T2 superó al T1 en la cantidad de vacas que iban reiniciando la actividad ovárica en el posparto temprano y a partir de los 35 dpp presentaron probabilidades similares. El T4 fue el tratamiento que mostró en todo momento menor cantidad de vacas ciclando. Los tratamientos afectaron el diámetro del folículo dominante a los 57 dpp; el T4 presentó un folículo con un diámetro más pequeño. La longitud del anestro estuvo asociada por la EC a la ovulación y a los 10 días previos a la misma: vacas con peor estado presentaron anestro más largo. El EC a la primera ovulación posparto y 10 días previos a la misma estuvo afectado por la pérdida de EC en el posparto temprano (30 dpp), a su vez provocada por los tratamientos alimenticios. Por otro lado, la pérdida de EC en los primeros 30 días, y el EC a la ovulación afectaron el tamaño folicular previo a la sincronización. La respuesta al tratamiento de sincronización de celos no mostró diferencias significativas entre tratamientos (ni celos ni ovulaciones fueron diferentes). En cambio, la etapa del ciclo estral en el cual se encontraban las vacas al inicio de los tratamientos afectó la respuesta posterior: vacas en fase luteal tuvieron una mejor respuesta (en términos de ovulación) al tratamiento que las que estaban en fase folicular.

2. SUMMARY

The effect of different levels of forage during the first 2 months alter calving on milk production and composition, body condition store (BCS), reproductive efficiency and metabolic profiles were investigated in dairy Holstein primiparous cows. At calving, animals were randomly assigned to 4 treatments (n=11 each): T1 (control) with a 100 % TMR diet (*ad libitum*) and grazing treatments, T2, T3 and T4 that grazed areas of 1, 0.5 and 0.25 has respectively of a second year prairie (*Festuca arundinacea*, *Lotus corniculatus* y *Trifolium repens*). The grazing treatments were supplemented (TMR) to cover their maintenance requirements. Blood samples were taken twice/week and BCS was registered weekly. At 57 dpp, the estrous synchronization protocols were performed (GnRH – Progesterone releasing intravaginal devices -PGF2 α). The reproductive parameters evaluated were: postpartum anoestrus length (progesterone plasmatic levels higher than 1 ng/ml) and the response to the synchronization protocols in terms of oestrus behaviour and ovulation. Milk production and composition were affected by the treatments: T1 produced more milk with more percentage of protein and less percentage of fat than the grazing treatments during the experimental period. On the other hand, the group with more forage (T2) produced more milk than T1 during the first 2 weeks postpartum, probably due to a better adaptation to the postpartum diet. The curves of milk production in the different groups were consistent with the offered forage, being T4 the one with less milk production. After the 2nd week postpartum the groups with BCS were T1 (100 %TMR) and T2 (more level of forage). There were no differences among groups in the length of the aneustrous (average: 29 \pm 14 days). T2 had more cows that initiated the ovarian cyclicity within the first 30 days postpartum than T1, after that levels were similar. T4 had less cows cycling. The treatments affected the diameter of the dominant follicle on Day 57 pp; T4 presented a follicle with smaller diameter. The length of the anoestrus was associated with BCS at the first postpartum ovulation and to the BCS 10 days before this moment: cows with lower BCS presented a longer anoestrus. The BCS at the first postpartum ovulation and 10 days before were affected by the loss of BCS during the first 30 days postpartum that were determined by the nutritional treatments. On the other hand, the loss of BCS and the BCS at first ovulation affected the size of the dominant follicle before synchronization. The response to the synchronization protocol was not different among groups (in terms of heat or ovulation). But the stage of the oestrous cycle at the moment the synchronization protocol was initiated had a significant effect: cows during the luteal phase had a better response (in terms of induction of ovulation) than cows during the follicular phase.

3. ANTECEDENTES

3.1. La producción de leche en el Uruguay: características, importancia y cifras

En el año 2000 el sector lechero generó el equivalente al 10 % del valor bruto de producción del sector pecuario. La producción de leche se ha duplicado en la última década (1990 al 2001, incremento 699 a 1329 millones de litros), consistente con el aumento de relación vaca en ordeño/vaca masa (1990: 0.59 a 2000: 0.66) pero no con el número total de animales lecheros que se mantuvo constante. La reducción en el número de establecimientos lecheros (6500 en 1990 a 5125 en el 2001) se ha concentrado en los establecimientos de menos de 50 has, o sea los productores más pequeños (en 1992 representaban el 31% del total de los tambos y en el 2001 el 23% del total).

Para la producción de leche se destinan 503 702 ha de praderas, campos mejorados y fertilizados y 403 696 ha de campo natural (DIEA, 2001). Las pasturas que más se utilizan en nuestros sistemas de producción son: pasturas estivales como Alfalfa, Lotus, Sorgo y Maíz forrajero; y pasturas invernales como Trébol blanco, Trébol rojo, Raigrass, Festuca y Avena (DIEA, 2001). En nuestro país por tratarse de un sistema pecuario de base pastoril, la producción de leche acompaña la producción estacional de las pasturas dándose en primavera el máximo de producción de leche, seguida por los meses de otoño. La producción de leche en los establecimientos del Uruguay, basados fundamentalmente en el uso de forraje, presenta como principales limitantes el logro de eficientes producciones y utilización del forraje. La interacción entre fechas de siembra y manejo de pastoreo puede provocar una disminución de cerca de 6.5 KgMS/ha/día en el predio durante el otoño-invierno (120 días), lo que determina una necesidad de suplementar con esa cantidad de alimento para evitar las pérdidas en producción y reproducción de los animales como consecuencia de la pérdida de EC (Zanoniani y col, 2004).

En investigaciones nacionales llevadas a cabo con partos de otoño se ha llegado a la conclusión de que se produce una baja producción de leche en el posparto temprano, no alcanzando los picos potenciales de producción de leche (Chilibroste y col, 2003). A su vez el otoño se transforma en la estación crítica ya que coincide el fin del ciclo de la oferta de verdeos de verano y praderas, con la siembra de verdeos de invierno y nuevas praderas, y con el inicio de la estación de crecimiento de otoño-invierno de las praderas de segundo y tercer año (Ernst, 2004).

La cosecha de forraje en general está afectada por bajas asignaciones de forraje por animal, así como también baja disponibilidad y altura del mismo. Estos dos últimos parámetros están determinando un corto periodo de rebrote de la pastura, muy probablemente sobrepastoreo, afectando por lo tanto la propia producción de forraje (Chilibroste y col, 2004).

3.2. La vaca durante el periodo de transición

El período de transición corresponde con las tres semanas previas al parto y las tres semanas posteriores a éste (Grummer, 1995). Durante este período, la gestación, el descenso del consumo de materia seca durante la gestación tardía, la lactogénesis y el parto tienen dramáticos efectos en el metabolismo de vacas lecheras. Es un período muy importante para la salud, la producción y por el beneficio que la vaca lechera puede reeditar. La mayoría de los desordenes de la salud de éstos animales ocurren durante éste período. Referido a lo anterior se sabe poco sobre los procesos que ocurren a nivel metabólico que ayudan a sobrellevar el momento. Debido a la alta incidencia de enfermedades ocurridas durante éste periodo, se necesitan grandes cantidades de animales para poder estudiar bien los fenómenos ocurridos durante el mismo (Drackley, 1999).

Como se mencionó anteriormente ocurre un descenso en el consumo de materia seca pudiendo llegar a una reducción del 30% antes del parto, generando un balance negativo de nutrientes (Grummer, 1995). Esta caída es aún mayor en vaquillonas que en vacas (Grummer y col, 2004) y esto es mas grave ya que las mismas tienen mayores requerimientos, deben de afrontar la preñez y su propio crecimiento. Grummer y col (2004) atribuye el descenso del consumo, a los niveles de estrógenos en sangre durante éste período, aunque las causas aun no están totalmente dilucidadas. El mismo autor dice que existen tres categorías de factores que afectan el consumo en el preparto: factores animales como la raza y el EC, factores de la dieta como por ejemplo la fibra neutro detergente, estrato etéreo, proteína no degradable y proteína degradable en rumen; y por último factores de manejo como variaciones en la dieta, calidad del agua y la duración del período seco. Reynolds y col (2004) estudiaron las causas del descenso en el consumo, sobre las características del tracto digestivo en las vacas en transición, observando un incremento en la masa del tracto gastrointestinal y del hígado durante el posparto. Este incremento fue atribuido a las variaciones en el consumo del suplemento y no al inicio de la lactación en si. Encontraron además un descenso en la grasa mesentérica en el posparto temprano, reflejando la lipomovilización.

El déficit energético se genera por un desequilibrio entre los aportes y los requerimientos del momento. Estos requerimientos aumentan en el último tercio de la gestación por el crecimiento fetal, y luego del parto sufren un aumento aún mayor debido a la producción láctea. La glucosa es utilizada prioritaria y obligatoriamente por la glándula mamaria. La consecuencia del déficit de energía es la movilización de los depósitos de grasa, con la liberación de ácidos grasos libres en sangre. Una parte de éstos aparecen por un lado en la leche y provoca un aumento de la grasa en la misma, y también un aumento de los depósitos grasos en hígado, pudiendo provocar degeneración grasa (Lotthamer, 1992).

Las adaptaciones que ocurren a nivel del organismo para afrontar los cambios durante el período de transición suceden principalmente a nivel del tejido adiposo, hígado, músculo, intestino y glándula mamaria. Diez días antes del parto se produce un incremento del nivel de ácidos grasos no esterificados (NEFA) que puede preceder al descenso en el consumo de materia seca. Grummer (1995), estableció que la elevación

de los NEFA luego del parto se debía al estrés de los animales al parto, y que dicho acontecimiento estaba mediado por factores hormonales. Meikle y col (2004) mostraron el perfil de los NEFA para las vacas y vaquillonas en condiciones pastoriles, en ambas categorías se elevaron al parto, pero las primíparas presentaron mayores niveles de NEFA en sangre. En acuerdo con este perfil energético, las vacas primíparas presentaron más muestras de plasma con concentraciones de BHB indicativas de cetosis subclínica (Meikle y col 2004). Por el contrario, en el ensayo realizado por Staples y col (1990), los niveles de NEFA no fueron los mejores indicadores de la movilización de reservas corporales, ni del estado metabólico de los mismos, pero cabe destacar que los animales no fueron evaluados a través del EC, no pudiendo establecer relaciones con el mismo.

Los estrógenos se incrementan en la gestación tardía, pero descienden inmediatamente luego parto, la progesterona en cambio desciende rápidamente aproximadamente 2 días antes del parto (Chew y col, 1979; citado por Grummer, 1995). El factor de crecimiento similar a la insulina tipo 1 (IGF-1) es un indicador del estado energético y juega un rol importante en el control del metabolismo y la reproducción (Taylor y col, 2004). Los niveles de las hormonas tiroideas, insulina e IGF-1 se mantuvieron bajos durante el parto acompañando los niveles altos de beta-hidroxibutirato (BHB) y NEFA (Meikle y col, 2004). Los niveles de IGF-1 se recuperan durante el posparto y evidencian el balance energético negativo del animal: vacas con un peor balance energético presentan menores concentraciones de IGF-1 (Meikle y col. 2004). Roche y col (2005) establecieron que las vacas que son subalimentadas en el parto movilizan reservas corporales y tienen altas concentraciones de hormona de crecimiento, NEFA y BHB, y bajos niveles de IGF-1, glucosa, insulina y leptina antes del parto. La leptina es una hormona secretada por el adipocito, que actúa sobre el hipotálamo y que juega un rol central en la regulación de la alimentación y el metabolismo energético (Freidman y col, 1998 y Houseknecht y col, 1998; citados por Soliman y col 2002). Si bien se han realizado varios ensayos para estudiar los niveles de leptina en el parto y hay acuerdo en que los niveles de leptina bajan durante el parto en condiciones de estabulación y de pastoreo (Kadokawa et al. 2000; Block et al. 2001; Liefers et al. 2003; Meikle y col. 2004), se ha reportado que las concentraciones durante el postparto aumentan (Kadokawa et al. 2000), no cambian (Huszenicza et al. 2001), disminuyen (Block et al. 2001; Holtenius et al. 2003), o presentan un incremento transitorio (Liefers et al. 2003). Estudios realizados en nuestro país muestran que los niveles de leptina disminuyen rápidamente en el parto y se mantienen bajos durante los primeros dos meses posparto (Meikle y col. 2004; 2006).

3.3. Efectos de la nutrición sobre la producción y composición de la leche

La producción y composición de la leche varía a lo largo de la lactación. La grasa y proteína de la leche presentan un comportamiento diferente a la lactosa. Los primeros componentes están relacionados al nivel de producción de leche, ya que al aumentar los litros de leche, estos dos componentes disminuyen por un efecto dilución. En tanto la lactosa acompaña los niveles de producción de leche, ya que por su efecto osmótico

la lactosa acompaña los niveles de producción de leche, ya que por su efecto osmótico determina la producción de leche. La mayor producción de grasa de la leche coincide con el nadir del balance energético y con los menores niveles de producción; determinados en parte por el bajo nivel de glucosa en sangre (de Vries y Veerkamp, 2000), predominan en éste momento los ácidos grasos de cadena larga (Cirio y Tebot, 2000). En el relevamiento realizado a productores de CONAPROLE, se obtuvieron datos referidos a la producción de leche y la relación al EC: existió correlación entre el EC al parto y la producción a los 60 dpp en vaquillonas. Es decir aquellas vaquillonas que presentaron mayor estado produjeron mas leche y las de menor EC menos leche. No existió correlación entre la caída del EC posparto y la producción de leche, lo que indica que aquellos animales que perdieron mas EC no produjeron mas leche, lo que determinaría que la movilización de reservas no se destinó para la producción de leche sino para compensar las restricciones en el consumo (Ibarra y Chilbroste, 2004).

Kolver y Müller (1998) encontraron que animales alimentados con pastura produjeron menos leche y con menor porcentaje de proteína y grasa con respecto a animales alimentados con una dieta 100% TMR. Similares resultados fueron reportados por Bargo y col (2002a): TMR fue el sistema de alimentación que produjo mayor cantidad de leche, seguido por un tratamiento que consistía en pastoreo mas un porcentaje determinado de TMR y por último el tratamiento en pastoreo que era suplementado con otro concentrado. Además, los animales de los tratamientos alimentados con TMR presentaron mayor porcentaje grasa y proteína en la leche. Se encontró un aumento en la producción de leche mayor en animales que pastoreaban bajas asignaciones (25 vs 40 KgMS/vaca/día) que fueron suplementados (Bargo y col 2002b); por lo que se sugirió que los animales que pastoreaban altas asignaciones de forraje fueron los que presentaron mayor tasa de sustitución de la pastura por el concentrado, pero por otro lado las vacas de menor asignaciones fueron mas eficientes en la utilización de la pastura y del concentrado, es decir produjeron mas leche por kilo de alimento consumido.

En animales que pastoreaban una pastura invernal (*Avena sativa*) y los cuales fueron suplementados con distintas fuentes y niveles de proteína no se encontraron diferencias en producción de leche. En lo que refiere a composición de la leche, el aumento de los porcentajes de proteína en la dieta (de 17-20%) produjo reducciones en la proteína de la leche. En cambio no hubieron diferencias significativas en el porcentaje de grasa (Bargo y col, 2001).

La suplementación con concentrados puede producir un descenso en la grasa de la leche, debido a un aumento del propionato y una reducción de acetato (Cirio y Tebot, 2000). Bradford y Allen (2004) administraron a vacas en lactación ensilajes de maíz grano húmedo y grano seco no encontraron diferencias en producción de leche, pero el grano húmedo tendió a reducir el porcentaje de grasa de la leche, aumentando los niveles de ácidos grasos de cadena larga. En otras investigaciones llevadas a cabo por Khalili y col (2001), también se evaluaron el efecto de los tratamientos realizados con los granos de maíz y cebada, con el agregado de harinas de soja y maíz. También se les ofreció forraje *ad libitum*. La suplementación con granos de maíz, incrementó la producción, la proteína y lactosa de la leche, descendiendo los niveles de urea en

leche, comparadas con las suplementadas con cebada. Por otro lado, Cooke y Bernard (2005) evaluaron el efecto de ensilajes de maíz cortados a distintos tamaños, así como también el tamaño de los granos. Encontraron una interacción entre el tamaño de las partículas y la composición y producción de la leche. Los granos y ensilajes con mayor tamaño de las partículas produjeron en los animales menor producción de leche con respecto a los alimentos de menor tamaño. El incremento en la producción de leche es atribuible a una mayor cantidad de almidón disponible. El procesamiento de los granos también afectó la producción ya que cuanto mas agresivo era el tratamiento del grano, se encontró una mayor producción de leche, proteína y grasa. En estos ensayos queda demostrado como la composición de la dieta puede afectar la producción y la composición de leche, es decir los diferentes tipos y proporción de alimentos, generan variaciones en estos parámetros, debido fundamentalmente al tipo de precursores que cada uno genera.

De forma contradictoria en estudios realizados por Pereira y col (2003), donde se evaluó el efecto de la alimentación de los animales con distintas proporciones de ensilajes (maíz, raigrass y cebada), no se encontraron diferencias en el consumo animal, así como tampoco en la producción y composición de la leche.

Animales suplementados con altos niveles de grasa produjeron menor cantidad de leche (corregida por 4% de grasa), pero el BEN fue de menor intensidad, no encontrando diferencias en los niveles de insulina, hormona de crecimiento, NEFA y glucosa (Beam y Butler, 1997). Petit (2002) evaluó distintas fuentes de alimentos grasos (semilla de girasol, aceite de palma, soya). Las vacas alimentadas con semillas de girasol produjeron mayor cantidad de leche, con respecto al aceite de palma, pero no así a las alimentadas con soya. El porcentaje de grasa mayor se registró con dietas con aceite, mientras que el mayor porcentaje de proteína se verificó con las alimentadas con girasol. Más tarde Petit y col (2004), probaron dietas algo similares a las anteriores y encontraron que la producción de grasa y lactosa fue mayor en vacas alimentadas con dietas con aceite de palma y con semillas de girasol, con mayor producción de leche. Los niveles de proteína fueron menores en el grupo tratado con aceites, comparadas con el grupo control. Los niveles de NEFA se incrementaron cuando se suplementó con grasas. Aquí es importante destacar como el tipo y la cantidad de ácidos grasos aportados en la dieta afecta los niveles y el tipo de grasa de la leche.

3.4. La eficiencia reproductiva y la importancia sobre la rentabilidad de las empresas

Spielman y Jones (1939) citado por Cavestany (2000) definieron la eficiencia reproductiva como una medida de toda la actividad reproductiva que representa el efecto integrado de todos los factores involucrados: celo, ovulación, fertilización, gestación y parto. Según Morrow (1980) para un programa de manejo reproductivo de un rodeo lechero en condiciones de estabulación los objetivos deberían de ser: Intervalo parto primer celo: < 45 días; Intervalo parto primer servicio (IPS): < 60 días; Intervalo parto concepción (IPC): < 100 días; Intervalo entre partos (IEP): < 380 días; Servicios por concepción: < 2.0; Concepción al primer servicio: 45-55%; Preñez general: 88% y refugos por reproducción: 8-12%. La meta reproductiva es lograr un IEP de 12 meses (Louca y Legates, 1976) y el IPC es lo que determina éste indicador ya que la longitud de la gestación es constante (Cavestany, 2000). El IPS está

influenciado por tres factores: 1) el período de espera voluntario luego del parto, 2) el reinicio de la actividad ovárica posparto y 3) la eficiencia en la detección de celos. Si el IPS es largo se puede deber a una falla en la detección de celos, en el registro de éstos o a un anestro posparto prolongado. Si el IPC es largo se puede deber a un problema en el semen que se está utilizando, a la técnica de IA o a los puntos mencionados anteriormente (Cavestany, 2000).

El primer ciclo estral posparto es más corto que lo normal en un 54% de los animales con una duración promedio de 13 a 17 días (Fonseca y col, 1983; Schams y col, 1978; Stevenson y col, 1979; Webb y col, 1980). La primera ovulación ocurrió entre los días 14 y 35 posparto y por lo menos el 50 % de las vacas presentaron una ovulación silenciosa (Schams y col, 1978). Para que el celo se manifieste, además de tener niveles de estradiol significativos es necesario que la vaca haya tenido previamente ciertos niveles de progesterona y al no existir progesterona previa ocurre una ovulación silente (Gatica, 1993).

Lucy (2001) reporta que en los establecimientos lecheros de EEUU ha aumentado el número de animales en el rodeo (principalmente por encima de los 200 animales) y que este incremento crea un nuevo paradigma para el manejo reproductivo. Las vacas lecheras modernas tienen largos intervalos a la primera ovulación, alta incidencia de anestro y fases luteales anormales, baja progesterona y del factor de crecimiento tipo insulina I (IGF-1) en sangre, aumento de las ovulaciones múltiples y tasas melliceras, y grandes pérdidas embrionarias. Según Roche y Diskin (2005a), la baja eficiencia reproductiva afecta la rentabilidad debido a: largos IEP con menor número de terneros, un aumento del descarte por fallas reproductivas con la reducción en el progreso genético aumentando a su vez los costos por reemplazos, las bajas tasas de concepción que aumentan los costos de IA, vacas con largos períodos secos o con bajas lactancias que pueden llevar a tener vacas en excesivo estado corporal (EC) con subsecuentes problemas reproductivos.

En nuestra cuenca lechera no existen estudios de esta índole. En la encuesta realizada por CONAPROLE ("Leche Invierno 2002") con información recolectada de los servicios de otoño de 2001 se reporta que el IPC fue de 147 días, con un porcentaje de preñez de 67.7%. Esta situación es más grave a medida que los tambos son mas grandes, 159 días en el IPC en tambos de más de 300 vacas masa en ordeño, con un porcentaje de preñez de 64.2% y para los tambos de hasta 50 vacas masa el IPC fue de 138 días, con un % de preñez de 75.2%. Existen dos problemas diagnosticados, el anestro posparto (establecido en este relevamiento como el porcentaje de vacas que a los 120 días de paridas no habían recibido servicios) y la detección de celos (Ibarra, 2002).

Las pérdidas económicas por un IEP prolongado se deben o bien a períodos secos largos o a lactancias prolongadas, cuando el promedio de producción de leche por día es sensiblemente menor. Un alargamiento del IEP provoca la pérdida de 36, 142, 245 y 317 litros de leche al año/vaca, si se extiende por 10, 20, 30 o 40 días, respectivamente (Cavestany, 2004). En nuestro país, Lemaire (2005) ha estimado que por cada día de atraso en IPC (según el autor el IPC óptimo es de 90 días) se provoca la pérdida de 9.2 litros de leche/vaca/día.

3.5. Anestro posparto: características y factores que lo afectan.

El anestro es la ausencia de síntomas de estro (Cavestany, 2004). La condición del anestro está caracterizada por el crecimiento de folículos que se atresian y que no llegan a un tamaño preovulatorio. El signo característico de ésta condición es el de ovarios pequeños causados por la ausencia de CL o folículos con tamaño preovulatorio (Wiltbank y col, 2002). Si se compara en Minnesota el intervalo a la primera ovulación de vacas de la década del 60' y vacas modernas, las mismas tenían en promedio 29 y 43 días, respectivamente. Unas de las causas de dicho alargamiento es el aumento del balance energético negativo. El balance energético negativo (BEN) provoca un descenso en la pulsatilidad de la LH y por lo tanto una demora en el reinicio de la actividad ovárica posparto.

La nutrición afecta los pulsos de LH, lo que a su vez determina los niveles de estradiol producidos por el folículo dominante. El estradiol es un factor clave en determinar si se establecerá o no un feed-back positivo con la GnRH y por ende su concentración determinará la magnitud de los niveles de LH y FSH, y si el folículo dominante llegará a ovular o a la atresia (Roche y Diskin, 2005b). Existe una clara evidencia de que la subnutrición actúa incrementando la sensibilidad del hipotálamo al feedback negativo provocado por los estrógenos (Wiltbank y col, 2002).

Beam y Butler (1998) estudiaron el balance energético, el desarrollo folicular y los días a la primer ovulación en vacas en condiciones de estabulación suplementadas con distintos niveles de grasa en dietas posparto. Clasificaron el patrón de desarrollo folicular en tres tipos: 1) la ovulación de la primera onda folicular, 2) la regresión de la primera onda y el desarrollo de ondas adicionales y 3) el desarrollo de quistes foliculares. En primer lugar observaron una correlación positiva entre los días a la primera ovulación y los días donde ocurrió el peor balance energético. El diámetro del folículo dominante no se diferenció entre las vacas que ovularon y aquellas que sufrieron atresia de FD de la primera onda, sin embargo los niveles de estrógenos fueron menores para éstas últimas. También encontraron mayores niveles de IGF-1 (entre los días 1-14 posparto) en las vacas que ovularon. Sin embargo Noseir (2003) estableció diferencias entre los folículos que ovulan y los que se atresian: los primeros tienen un diámetro mayor 10 mm y determinan una concentración de estradiol plasmática superior. Lucy (2000) expresa que la función ovárica posparto probablemente dependa de la pulsatilidad de la LH y de la concentración de IGF-1 en sangre. La contribución de cada hormona para una función normal, sería difícil de establecer, pero ambos factores se incrementan en el posparto cuando se incrementa la nutrición.

El BEN durante las primeras 3-4 semanas posparto está altamente correlacionado con los días a la primera ovulación, por lo tanto la longitud de éste intervalo representa una importante interacción del estatus energético y la performance reproductiva. Las vacas que pierden EC en un punto de escala, durante la lactación temprana tienen mayor riesgo de tener menor fertilidad con tasas de concepción de 17% a 38% (Butler, 2000). Butler y col (1981) establecieron que el intervalo a la primer ovulación fue de 36 días y

que estaba influenciado por el balance energético negativo o sea que a mayor BEN, mayor cantidad de días a la primer ovulación. En promedio la primera ovulación ocurrió a los 10 días de haber ocurrido el momento de peor balance energético. La producción de leche fue correlativa al balance energético en los primeros 20 días de lactación y el pico de producción de leche ocurrió entre la cuarta y séptima semana posparto.

Blanc y col (2002) determinaron que el intervalo parto primer ovulación para vaquillonas en condiciones pastoriles fue de 12 a 48 días. Relacionado el EC y el reinicio de la actividad ovárica encontraron que aquellos animales que perdieron mas de un punto de EC, reiniciaron su actividad ovárica luego de los 28 dpp, mientras que aquellos que perdieron menos de un punto lo hicieron antes. En un relevamiento en 31 tambos comerciales de Uruguay remitentes a CONAPROLE, se concluyó que en los últimos 15 días preparto, ya sea vacas primíparas como múltiparas, pierden EC, llegando al parto con niveles inferiores a los deseables (ideal 3.5-3.75, Ibarra y Chilbroste, 2004; >3 a 4, Krall y Bonnecarrere, 1997). Referido al posparto la mayor caída se registró dentro del primer mes posparto, más precisamente a los 15 dpp. Existió una correlación negativa entre el EC y la longitud del anestro posparto; las vacas con menor EC demoraron más en reiniciar su actividad reproductiva.

Otro factor importante que puede afectar el reinicio de la actividad ovárica posparto es la paridad: las vaquillonas demoran mas en reiniciar su actividad con respecto a vacas adultas, ya que además de los requerimientos para la producción de leche deben de destinar nutrientes para completar su desarrollo corporal (Cavestany, 2004). Esto coincide con otras investigaciones nacionales como las de Meikle y col (2004), en las que las vacas primíparas presentaron un intervalo parto primer ovulación más prolongado. Las vaquillonas demoraron 50 días más en reiniciar su ciclicidad (estimado como intervalo parto-primer servicio o como probabilidad de recibir servicios) con respecto a las vacas adultas en el relevamiento de Ibarra y Chilbroste (2004). Evaluando la probabilidad de recibir servicios en distintas etapas en el posparto, encontraron que a los 60 dpp existe un bajo número de vacas que pueden recibir servicios, (16-33%), entre los 60-120 el número se eleva, pero la mayoría de las mismas son vacas múltiparas, mientras que a los 120 dpp se encuentran la mayoría de las vaquillonas (40%).

Taylor y col (2003) caracterizaron la función ovárica, los perfiles metabólicos y la fertilidad en vacas de primera lactancia, en condiciones de estabulación. El primer incremento de la progesterona se produjo en promedio a los 30 ± 4 días, pero lo que observaron fue que aquellas vacas que presentaron una ovulación inmediatamente luego del parto, con niveles de progesterona en leche < de 3 ng/ml por lo menos durante los 45 días posparto, presentaron mayor intervalo de días al primer servicio y más servicios por concepción. Este mismo grupo de vacas produjeron mayor cantidad de grasa en la leche y tendieron a tener menor porcentaje de proteína, con respecto a vacas con fases de progesterona normales (> 3 ng/ml dentro de los 45 días posparto), sugiriendo que las primeras presentaron un balance energético negativo más prolongado. Vacas primíparas presentaron mayores niveles de IGF-1, antes y después del parto, con respecto a las vacas múltiparas (Taylor y col 2004), lo que fue lo contrario a lo reportado por Meikle y col (2004) en sistemas pastoriles. Se encontró una

correlación negativa entre el pico de producción de leche y la concentración de IGF-1, en vacas primíparas y multíparas (Taylor y col 2004). Existió una correlación negativa entre IGF-1 y la longitud del anestro: vacas con mayores de IGF-I reiniciaron su ciclicidad ovárica posparto rápidamente (Taylor y col. 2004, Meikle y col. 2004).

Algunos otros factores que influyen la duración del anestro son la raza, edad, número de partos, producción de leche, estación de parto, presencia o ausencia de toro, retraso en la involución uterina, distocias y el estado de salud en general (Morrow y col, 1969; Macmillan y Clayton, 1980; Oyedipe y col, 1982; Peters, 1984; Galina y col, 1989; citados por Galina y Arthur, 1991).

En resumen, el anestro posparto está influenciado por el balance energético generado en los animales a partir de los aportes de la dieta y los requerimientos energéticos para la producción y mantenimiento (Butler y col, 1981; Bearm y Butler, 1998; Lucy, 2001). El balance energético y sus consecuencias se refleja a través de la evolución del EC de las vacas (Blanc y col, 2002; Butler, 2000 e Ibarra y Chilibroste, 2004). La paridad es otro factor muy importante, determinando que la vaca primípara es la categoría mas susceptible (Cavestany, 2004; Meikle y col, 2004; Ibarra y Chilibroste, 2004 y Taylor y col, 2003).

3.6. Tratamientos de sincronización de celos

Una serie de tratamientos hormonales pueden ser utilizados con el propósito de mejorar el intervalo parto primer servicio. La sincronización de celos se puede realizar por distintos métodos como lo son la regresión del CL en vacas ciclando y la promoción de la ovulación en vacas en anestro, pero además se puede controlar las ondas foliculares, y la prevención de ovulaciones prematuras en vacas ciclando. La hormona GnRH, induce la liberación de LH causando la ovulación, con luteinización del folículo dominante (FD) y el desarrollo de una nueva onda folicular. El benzoato de estradiol (BE) puede también ser utilizado para sincronizar ondas foliculares en vacas. Con niveles altos de progesterona (exógena o endógena), el estradiol actúa reduciendo la secreción de LH, induciendo la atresia del FD, causando la emergencia de una nueva onda folicular; en cambio con niveles bajos de progesterona, el estradiol induce la liberación de GnRH, causando un pico de LH, con posible ovulación y luteinización del FD en algunas vacas (Lucy y col, 2004). Para que el FD responda a la administración de GnRH éste debe de tener un suficiente número de receptores de LH, y alcanzar un tamaño mayor a 10 mm de diámetro (Roche y Diskin, 2005b).

La PGF2 α es una herramienta excelente para sincronizar celos en vacas (Cavestany, 2004). Se debe tener en cuenta que el CL aumenta la sensibilidad a la luteólisis a medida que avanza el ciclo estral, siendo la mejor respuesta a la PGF2 α o sus análogos los días 7 y 17 del ciclo. El estro ocurre mayormente entre los 2 a 5 días luego del tratamiento. La distribución de los celos depende del día del ciclo en el cual comienza el tratamiento (Wright y Malmo, 1992), mas específicamente de la presencia de un FD maduro, por lo tanto aquellos animales sin un FD tendrán un intervalo más largo al comienzo del estro (4 a 7 días) con respecto a los que tienen un FD activo (2 a 3 días) (Roche y Diskin, 2005b).

La progesterona (P4) es un componente esencial de cualquier tratamiento hormonal desarrollado para inducir estros y ovulación en el posparto. Es un prerequisite necesario para que la primer ovulación sea coincidente con el estro y para que disminuya la incidencia de ciclos cortos luego de la primera ovulación (Roche y Diskin, 2005b). La progesterona puede administrarse oralmente, intramuscular, por implantes subcutáneos o intravaginales. Los PRID (Progesterone releasing intravaginal devices) y los CIDR® (Controlled internal drug-releasing devices) inducen un patrón de liberación de P4 similar (Wright y Malmo, 1992). Según estos últimos autores para tratar vacas en anestro es necesario reducir la profundidad del anestro junto con el uso de tratamientos hormonales. Estos deben de incluir P4 y hormonas que estimulen el desarrollo y maduración de los folículos como PMSG, FSH o GnRH. Además para sincronizar el desarrollo folicular y la regresión del CL, se pueden usar combinaciones con GnRH (G), Benzoato de estradiol (BE) y prostaglandinas (PG), como en los utilizados en los protocolos Ovsynch (G/PG/G), Heatsynch (G/PG/BE) o Presynch-Ovsynch (PG/PG/GnRH/PG/GnRH) (Nakao, 1999; Blanc y col, 2002; Lucy y col, 2004; Cavestany, 2004).

Se encontraron variaciones en el intervalo a la ovulación postratamiento según los niveles de P4 al momento del retiro de los implantes (Cumming y col, 1982), por lo que se recomienda el uso de agentes luteolíticos para reducir la variabilidad en la respuesta. En otros ensayos Smith y col (1984) y Darwash y col (2001), utilizaron prostaglandinas junto con el uso de P4 obteniendo resultados efectivos en el control del ciclo estral. Además se reportó que el uso de PGF2 α previo al CIDR® asegura un adecuado ambiente uterino (Darwash y col, 2001). La P4, mientras tanto, posibilita la sensibilización del eje hipotálamo-pituitaria-ovario, facilitando la selección y desarrollo folicular, la ovulación del FD y la manifestación de celo.

La respuesta a la P4 también puede variar según la condición reproductiva y el momento del ciclo estral en cual se encuentren los animales al comienzo de los tratamientos. Rhodes y col (2002) estudiaron el efecto de tratamientos con baja concentración de P4 (1.9 gr de P4) durante 10 días y encontraron variaciones en el diámetro del FD entre vacas que estaban ciclando y aquellas que no. No se evaluó la respuesta en términos de ovulación, sino simplemente los efectos sobre el tamaño del FD postratamiento, niveles de estrogénos, progesterona y LH sanguínea para cada categoría de animales. Concluyen que en las vacas en anestro (usando solo P4) se estimula la liberación de LH pero no lo suficiente como para inducir el desarrollo de FD, con aumento en la concentración de estrógenos y del tamaño del FD, como sucede en vacas ciclando, en las dosis que se utilizaron.

Como se ha mencionado anteriormente el estado de anestro depende en parte de la evolución del EC de los animales al momento del inicio de los tratamientos. Cavestany (2004) explica que para que los tratamientos hormonales tengan considerable éxito deben de realizarse en aquellos animales que muestren una evolución favorable del estado corporal al comienzo de los tratamientos. Mc Dougall y Loeffler, (2004) y Cavestany (2000), en otros ensayos también atribuyeron las variaciones en la respuesta al EC y la profundidad del anestro posparto.

En otros ensayos (Lammoglia y col, 1998; Lucy y col, 2001; Cavestany y col, 2004) se comprobó la respuesta de animales en anestro a la administración de P4 junto con el uso de BE y/o PGF2 α . En dichos ensayos se concluye que estas combinaciones son efectivas para sincronizar celos en vacas en anestro. Pero Lucy y col (2001) concluyen que la mayor respuesta ocurre en aquellos rodeos con mayor proporción de animales ciclando. Además Cavestany y col (2004) agregan que estos tratamientos son capaces de "levantar" el anestro en aquellos animales que han pasado el nadir del BEN. La concepción en éste último ensayo fue menor a la encontrada en celos naturales, pero se consideró aceptable. De forma similar, Cavalieri y col (2004) reportaron que las vacas en anestro presentaron menor fertilidad. La respuesta como ya se ha mencionado, estuvo afectada por el EC al momento de los tratamientos.

Los tratamientos con P4 son utilizados por períodos variables según la consideración de cada autor. Pero debido al envejecimiento del oocito del FD de la onda inducida por un tratamiento prolongado (14-21 días) se produce una menor tasa de concepción de esas ovulaciones, por esta razón es que se ha optado por tratamientos cortos de P4 (7-9 días), (Lucy y col, 2004).

4. INTRODUCCIÓN

La nutrición y el manejo apropiados de la vaca lechera en el período seco y durante la lactación para maximizar la productividad aun son controvertidos y están pobremente definidos (Drackley, 1999). En sistemas de producción de leche intensivos - bajo condiciones de estabulación - el manejo de nutrientes en cantidad y calidad puede ser controlado y predecido. Bajo sistemas de producción más extensivos, donde la pastura es el principal componente de la dieta, el manejo de la disponibilidad de nutrientes y su predicción es compleja ya que esta basado en el proceso de pastoreo. Por lo tanto, estudios conducidos bajo condiciones de pastoreo, requieren un enfoque integrado de los procesos de ingestión y digestión (Chilibroste y col, 2002). La extracción y utilización de nutrientes por la vaca lechera involucra una interacción entre el animal, el alimento y la población microbiana. Los principales aspectos de esta interacción que determinan la eficiencia productiva bajo condiciones de pastoreo son las características de las pasturas y el comportamiento ingestivo del animal (Chilibroste y col, 2001). Cambios en estos dos factores van a resultar en modificaciones de la masa y actividad de la población microbiana y como consecuencia en la dinámica de nutrientes en la vaca. Se desconoce la interacción entre la condición de la pastura (altura y masa) sobre la performance productiva en vacas lecheras.

La selección genética en favor de una mayor producción de leche por animal ha llevado a una menor eficiencia reproductiva a nivel mundial (Lucy, 2001). Esto se ha reflejado en los sistemas de producción del Uruguay donde la selección genética muestra una clara tendencia a la elección de animales por producción de leche no teniendo en cuenta las repercusiones que tiene sobre la eficiencia reproductiva de los animales seleccionados (Laborde, 2004). Las limitantes de esta eficiencia son el reinicio de la ciclicidad ovárica durante el posparto y la mortalidad embrionaria temprana. El

reinicio de la ciclicidad ovárica esta relacionado con el balance energético negativo que ocurre durante el posparto.

El estado corporal es una herramienta fundamental para evaluar el estado de reservas corporales con que cuenta el animal para afrontar sus compromisos energéticos. Uno de los momentos en que ocurre una pérdida en el estado corporal es en el entorno del inicio de la lactación debido fundamentalmente al balance energético negativo producido por una menor capacidad de consumo de materia seca previo al parto y a un aumento en los requerimientos energéticos por parte de la glándula mamaria.

La categoría de animales que esta más afectada por éste balance energético negativo es la de vacas primíparas o vaquillonas. Es conocido que esta categoría produce un menor volumen de leche pero además es en la que se ve más afectada la eficiencia reproductiva. Esto quedó demostrado en experimentos realizados en nuestras condiciones productivas (Meikle y col. 2004) donde la vaquillona mostró grandes pérdidas en el estado corporal con respecto a vacas múltiparas. Las concentraciones circulantes de ácidos grasos no esterificados (NEFA) y de beta-hidroxibutirato (BHB) evidenciaron el estado energético deficiente y catabólico que presentaron todas las vacas en el periparto, pero que es mayor en vacas primíparas. Este balance energético negativo afecta el reinicio de la ciclicidad ovárica, es decir, las vaquillonas que presentaron un balance energético negativo mayor presentaron un anestro posparto más prolongado con respecto a las vacas múltiparas (Meikle y col. 2004).

Para promover la ovulación en animales en anestro se pueden utilizar tratamientos hormonales (Lucy, 2004). En vacas en anestro la estimulación producida para la liberación de LH no es suficiente para inducir el desarrollo de folículos dominantes con incremento de tamaño de los mismos y producción de estradiol como la observada en vacas ciclando. En hembras tratadas con dispositivos intravaginales de progesterona y análogos sintéticos de Prostaglandina F_{2α} (PGF_{2α}) se induce y se sincroniza el estro. Los tratamientos con CIDR® utilizados en animales en anestro y ciclando, inducen un aumento en la pulsatilidad de LH, crecimiento folicular y posterior ovulación. El uso de medroxiprogesterona en conjunto con el protocolo de Ovsynch, mejora la respuesta solo en animales en anestro posparto (Cavestany, 2002). Para que los tratamientos hormonales con el fin de acortar el anestro posparto, tengan considerable éxito deben de realizarse en aquellos animales que muestren una evolución del estado corporal favorable al momento de dicho tratamiento (Cavestany, 2004).

De lo expuesto anteriormente se destaca que si bien existen reportes sobre la importancia del estado corporal sobre la producción de leche y el anestro posparto en sistemas de producción pastoriles, se desconoce como la condición de la pastura ofrecida (en términos de altura y masa de la misma) afecta la producción de leche y el balance energético del animal y por ende el reinicio de la ciclicidad ovárica. Además, se desconoce el efecto del balance energético sobre la respuesta a un tratamiento hormonal para provocar el reinicio a la ciclicidad y sincronizar celos.

La finalidad de este trabajo es estudiar el efecto de cantidades crecientes de

forraje sobre la eficiencia productiva, la evolución del estado corporal, los perfiles metabólicos y la eficiencia reproductiva en vacas lecheras primíparas en condiciones pastoriles y evaluar la importancia de los balances energéticos posparto sobre la respuesta a un tratamiento de sincronización de celos.

5. MATERIALES Y MÉTODOS

5.1 Localización y período experimental

El trabajo fue realizado en la Estación Experimental Mario A. Cassinoni, (EEMAC) Ruta 3 Km. 363, Facultad de Agronomía, Dpto. de Paysandú (30° de latitud Sur). La duración del experimento fue 126 días, abarcando el período comprendido entre el 8 de Marzo y el 12 de Julio del año 2005.

5.2 Animales

El manejo preparto se inició con 46 vacas primíparas Holando preñadas. La época de partos se extendió desde el 22 de Abril al 5 de Mayo. Debido a la parición anticipada, con respecto a las demás vaquillonas experimentales, dos de ellas fueron eliminadas, por lo que el número de animales se redujo a 44.

5.3 Manejo de los animales y tratamientos

El experimento comenzó desde 30 días preparto extendiéndose hasta el parto de cada vaca. El manejo en éste período fue igual para todos los animales, se realizó en un potrero de 6 has., siendo predominante en el tapiz especies como gramilla (*Cynodon dactylon*) y Pasto Miel (*Paspalum dilatatum*). El alimento constaba de 15 Kg. (BF) de ensilaje de maíz planta entera, 4 Kg. (BF) de un concentrado comercial preparto y heno de moha (*Setaria itálica*) *ad libitum*. El ensilaje y el concentrado se ofrecieron mezclados por un "silodis" en comederos grupales una vez al día (14:00 hs), mientras que el heno se ofreció en rollos enteros distribuidos en el campo, *ad libitum*. A partir de los 10 días antes del parto comenzó el acostumbramiento de los animales a los comederos individuales (cepos) en los cuales se le suministraron 2 de los 4 Kg. de concentrado.

La determinación del peso vivo de las vaquillonas se realizó el día 21 preparto, para realizar el bloqueo de los animales y formar los grupos de animales para los tratamientos. El peso promedio de las vacas fue 595 kg. Para homogeneizar la selección de animales para cada grupo se realizó un bloqueo considerando edad, estado corporal y peso vivo, se obtuvieron 11 bloques de 4 animales cada uno. Estos fueron distribuidos al azar en 4 tratamientos que comenzaron inmediatamente luego del parto.

Los tratamientos fueron:

- Tratamiento control (T1):

Los animales de dicho tratamiento estaban en un régimen de estabulación. Se les ofreció una dieta 100% TMR en comederos individuales compuesta por ensilaje de maíz, concentrado y heno de moha (ver composición en Tablas I y II), teniendo acceso al alimento 4 veces al día con sesiones de 2 horas cada una (6.30-8.30, 10.30-12.30, 14.30-16.30 y 18.30-20.30). Los comederos fueron recargados una vez al día realizándose esto luego de la sesión de 16:30 hs. La alimentación de este tratamiento pretendió ser *ad libitum* por lo tanto las cantidades ofrecidas inicialmente se ajustaban en forma individual en la medida que se observaban rechazos menores al 15% de lo ofrecido.

- Tratamientos en pastoreo (T2, T3, T4):

T2: Condición de pastura alta: área de pastoreo 1 ha con una altura del remanente esperada de 15 cm.

T3: Condición de pastura media: área de pastoreo 0.5 ha con una altura del remanente de 10 cm.

T4: Condición de pastura baja: área de pastoreo 0.25 ha con una altura del remanente de 5 cm.

Los animales de los tratamientos T2, T3 y T4 eran suplementados con: 10 Kg. (Base Fresca, BF) de ensilaje de maíz, 4.8 Kg.(BF) de concentrado y 0.32 a 0.44 Kg.(BF) de heno de Moha. Este nivel de suplementación se estableció con el criterio de cubrir los requerimientos de mantenimiento de los animales. La suplementación se realizaba todos los días en comederos individuales, a partir de la hora 18:00 para el T4, 19:00 hs. para el T3 y 20:00 hs. para el T2.

Los tratamientos T2, T3 y T4 se manejaron sobre la misma pastura, teniendo acceso a la misma en el horario de 8.00 a 15.00 hs durante una semana. Ingresaban a franjas nuevas los días martes. Los animales pastoreaban una pradera de segundo año (disponibilidad promedio: 2600 KgMS/ha), compuesta por Festuca (*Festuca arundinacea*), Lotus (*Lotus corniculatus*) y Trébol Blanco (*Trifolium repens*). Ya que los grupos fueron completándose a medida que los animales fueron pariendo, se utilizaron vacas volantes para completar los tratamientos y no alterar la presión de pastoreo.

La composición del concentrado se muestra en la tabla I,

Tabla I. Composición del concentrado

Ingredientes	% de la ración
Maíz	37.5
Cebada	18.2
Expeller de soya	9.2
Expeller de girasol	9.0
Brote de malta	18.3
Harina de pescado	4.5
Urea	0.7
Sales y vitaminas*	2.6

* Bovilog: contiene fosfato bicálcico desfluorizado alimenticio, fuente de Calcio y Fósforo de alto valor nutricional, Vitaminas A, D3, y E.

Tabla II. Composición química de los alimentos

Alimento	% MS	% Cenizas	% PC	% FDN	% FDA
Ensilaje de maíz	25.9	7.8	8.1	62.8	34.9
Heno de Moha	83.6	10	7.8	72.2	41.3
Concentrado	90.9	8.3	24.3	24	8.3
Forraje	22.2	11.3	14.7	46.4	30.2

Las vacas fueron ordeñadas dos veces al día, siendo los ordeñes a las 5:00 y 16:00 hs, manejándose el lote como grupo único. Luego del ordeño de la tarde permanecieron en un piquete con libre acceso a agua hasta el suministro del suplemento, luego del cuál regresaron al mismo piquete permaneciendo allí toda la noche. Finalizado el ordeño de la mañana los animales pertenecientes a los tratamientos con pastoreo eran llevados a la pastura. Los animales caminaban 4 Km. por día. Se recurrió al suministro profiláctico de óxido de magnesio y luego bicarbonato de sodio desde aproximadamente 21dpp debido a la identificación de síntomas de acidosis en algunos animales.

5.4. Determinaciones

5.4.1 En los alimentos.

Se tomaron muestras de los alimentos ofrecidos en forma individual (Ensilaje de maíz, concentrado y heno) y también de la mezcla ofrecida en los comederos grupales (ensilaje + concentrado). Se muestrearon además los rechazos de heno y mezcla (ensilaje + concentrado). Dichos muestreos se realizaron los días lunes, miércoles y viernes. El miércoles además se tomaba una muestra extra del ensilaje para determinar pH. Las muestras se pesaron en fresco, luego se secaron en estufa a 60°C durante 48 horas, volviéndose a pesar secas con el objetivo de determinar la materia seca de cada una por diferencia de peso. Posteriormente fueron molidas con malla de 1 mm con el objetivo de la realización de análisis químico (MO, PC, FDN y FDA, ver tabla II).

5.4.2 En animales

Se realizó la extracción de sangre una vez por semana (martes), durante el parto y

en el posparto dos veces por semana (martes y viernes). Los animales estaban en ayunas, extrayéndose sangre de la vena caudal de la base de la cola empleando vacutainers con heparina. Las muestras de sangre eran centrifugadas para separar el plasma que fue conservado a - 20 C.

Las evaluaciones de EC se realizaron desde el parto una vez por semana, los días martes, utilizando la escala de 1 - 5 (1 flaca-5 gorda) según Edmonson y col (1989). Los animales fueron observados por al menos 3 integrantes del grupo asignándosele el valor promedio resultante de la apreciación de cada uno de ellos. El coeficiente de correlación entre los observadores fué de $r=0.78$ (promedio de todas las correlaciones).

Durante el período próximo al parto los animales fueron observados 4 veces al día con la finalidad de monitorear los partos y asistirlos en el caso que se consideraba necesario.

Se midió diariamente la producción de leche, tanto en el ordeño matutino como vespertino, utilizando medidores de leche comerciales. Los días lunes y miércoles se tomaron muestras de leche individuales en ambos ordeños, con el objetivo de la realización de análisis de composición (grasa, proteína, lactosa y sólidos no grasos). Luego de obtenidas las muestras se homogeneizaron en vapor de agua a una temperatura de 37 °C durante 10 minutos y se realizaron alícuotas representativas de la producción registrada en cada ordeño, completando un "plock" con 35 ml de leche. Las muestras fueron analizadas en el laboratorio de Pili S.A, Paysandú, Uruguay, utilizando el equipo MilkoScan S-50 (Foss, Dinamarca). Los métodos de referencia utilizados fueron: Röse Gottlieb para grasa, Kjeldahl para proteína, método enzimático para lactosa y horno calefactor para sólidos totales. El porcentaje de grasa en leche se obtuvo a partir de la tercera semana posparto, ya que en los días anteriores ocurrieron errores de muestreo que afectaron los resultados obtenidos.

5.4.2.1 Reproductivas:

Se realizó palpación rectal una vez por semana (los días viernes), para determinar reinicio de actividad ovárica posparto a partir de los 20 días posparto (dpp). El criterio para determinar reinicio era la detección del cuerpo lúteo (CL) por palpación rectal. Se realizaba luego del ordeño de la tarde y se continuó en cada animal hasta que se detectara el CL. El reinicio de la actividad ovárica se comprobó posteriormente, mediante los niveles de progesterona en sangre y el nivel mínimo establecido como indicador de la presencia de un CL activo fue 1 ng/ml de progesterona.

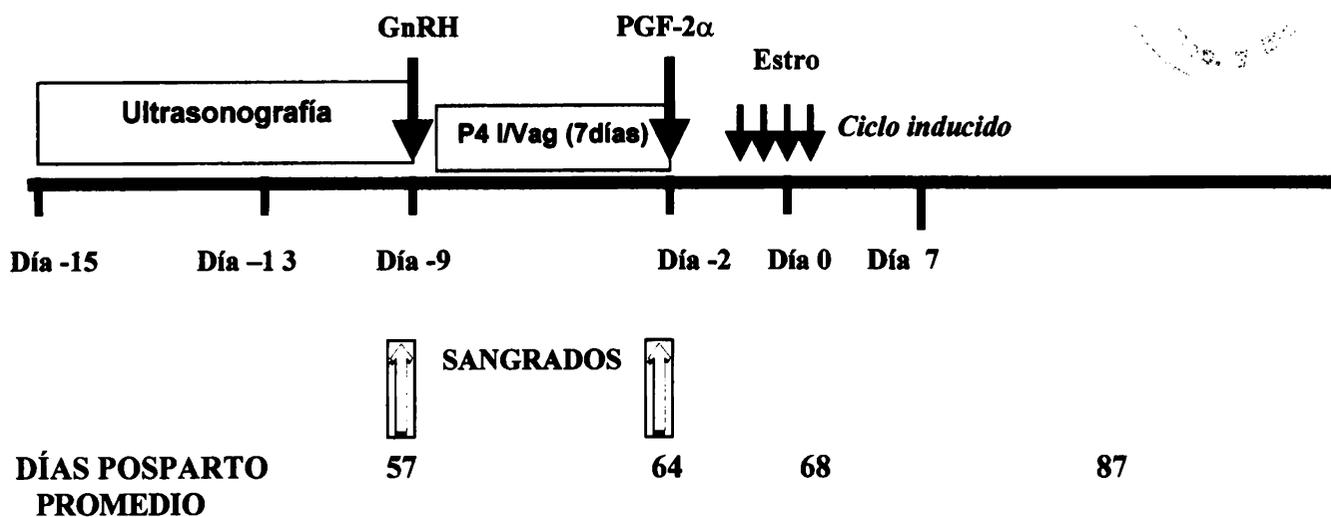


Figura 1. Esquema del tratamiento de sincronización de celos

Para realizar el tratamiento de sincronización de celos, se separaron los animales en dos grupos para homogenizar los días posparto al momento del inicio de los tratamientos. El tratamiento de sincronización de celos se esquematiza en la figura 1. Pevio al inicio de dichos tratamientos se realizó ultrasonografía transrectal de los ovarios para identificar las estructuras presentes utilizando para ello un equipo Aloka 500 con un transductor de 5 MHz. Se registró la presencia de cuerpos luteos y se midió el diámetro del folículo mas grande. La ultrasonografía se realizó a partir del día 54 pp, es decir tres días antes del inicio de los tratamientos. Los tratamientos comenzaron a los 57 dpp. El tratamiento hormonal consistió en la colocación el día -9 de un dispositivo intravaginal liberador de progesterona natural (Terapress®), con la inyección intramuscular de 2.5 ml de Fertagyl® (0.25 mg de hormona sintética de descarga de gonadotropinas/vaca); el día -2 se retiró el implante y se inyectaron 2 ml de Enzaprost D-C® (0.15 mg de D-Cloprostenol/vaca) también por vía intramuscular. Ese mismo día se colocaron parches en la región sacro-coccígea como ayuda en la detección de celos, la cual se realizó durante 5 días a partir del retiro del implante, observándose los animales dos veces por día durante 40 minutos. El horario de observación fue a las 7:30 luego del ordeño de la mañana y a las 17:30 luego del ordeño de la tarde, momento en el cual los animales estaban todos juntos para facilitar la visualización de los signos de estro. El signo principal que se tuvo en cuenta para determinar si un animal estaba en celo era la receptividad a la monta, teniendo en cuenta la ayuda del cambio de coloración del parche. Además los días de colocación y retiro del implante de P4 se extrajo sangre por el mismo método mencionado previamente.

5.4.3. Determinación de Metabolitos y progesterona .

Los metabolitos se determinaron en el DILAVE, Miguel C Rubino, Uruguay. Los métodos de análisis y los kit utilizados se detallan a continuación: para la Proteína total,

reacción de Biuret, kit Weiner Lab 864102502; Albúmina por el método Verde de Bromocresol, kit Weiner Lab 861250000; Urea mediante el método Urease UV y kit Weiner Lab 861237004; Colesterol, método CHOD-PAP y kit Weiner Lab 861231904. Para los Ácidos grasos no esterificados (NEFA), el método ACS-ACOD (acil-CoA sintetasa y acil-CoA oxidasa), kit NEFAC, Wako Chemicals, 994-75409 y por último para el Betahidroxibutirato (BHB) el método 3-HBDH-NAD⁺+3-hidroxibutirato deshidrogenasa-NAD⁺, kit Ranbut, Randox Lab RB 100 a.

La progesterona en plasma fue determinada en el Laboratorio de Bioquímica, Facultad de Veterinaria, Uruguay. La determinación se realizó por el método de Radioinmunoanálisis en fase sólida, usando los Kit DPC (Diagnostic Products Co Los Angeles, CA, USA). La sensibilidad del ensayo fue de 0.09 ng/ml. Los coeficientes de variación intraensayo para los controles bajo (0.5 ng/ml) y medio (2 ng/ml) fueron de 1.5 y de 3.2 % respectivamente.

5.5. Análisis estadístico

Las variables que consistieron en observaciones repetidas (producción y composición de la leche y condición corporal) fueron analizadas por el procedimiento Mixto de SAS (proc Mixed, Statistical Analysis System, SAS institute Inc., Cary, NC, USA, 2003). El modelo estadístico incluyó como efectos fijos los tratamientos, las observaciones (semanas) y la interacción entre ambos.

El reinicio de la ciclicidad ovárica posparto se tomó como el día en que la muestra de plasma del animal presentaba niveles iguales o mayores a 1 ng/ml, que indican la presencia de tejido lúteo y el reinicio de la ciclicidad. El largo del anestro se determinó en cada animal y se evaluó este parámetro con 1) modelo lineal general (proc glm, SAS) en cuyo modelo se incluyó el efecto del tratamiento y 2) el cálculo de la probabilidad de los animales a reiniciar la ciclicidad ovárica desde los días 15 a los 55 postparto (proc Genmod, SAS). El diámetro del folículo dominante a los 57 dpp se analizó por modelo lineal general en cuyo modelo se incluyó el efecto del tratamiento. La respuesta al tratamiento de sincronización de celos en términos de manifestación de celos y de ovulación (definida como la presencia de niveles de progesterona luteales 9 días luego de la inyección de PGF₂α) se evaluó de la misma manera (proc Genmod, SAS). Se realizaron correlaciones para estudiar asociaciones entre variables (proc Corr, SAS). Los datos se presentan como promedios mínimos cuadrados ± errores estándares. El nivel de significación fue de $p < 0.05$.

6. RESULTADOS

6.1. Producción y composición de leche

La figura 2 muestra la producción promedio de leche en litros para los cuatro tratamientos durante el período experimental (60 días). El T1 fue el tratamiento que produjo más leche durante el período experimental, seguido por el T2 y luego por T3 y T4, siendo todos significativamente diferentes entre ellos.

Por otro lado, la producción de leche manifestó un comportamiento diferente a lo largo del estudio en los distintos tratamientos (Figura 3A): si bien el T1 fue el de mayor producción promedio en todo el experimento, el T2 superó al T1 en el posparto temprano y esta situación se invirtió a partir de las cinco semanas posparto. El T4 fue el tratamiento que siempre produjo menor cantidad de leche. El T2 no se diferenció del T3 durante la 1ª y 3ª semana posparto. La producción de leche aumentó para los cuatro tratamientos hasta las 4 semanas posparto. Los tratamientos T2, T3 y T4 descendieron la producción a partir de la 4ª – 5ª semana y luego se mantuvieron constantes. El T1 aumentó la producción hasta la 7ª semana y luego se mantuvo constante.

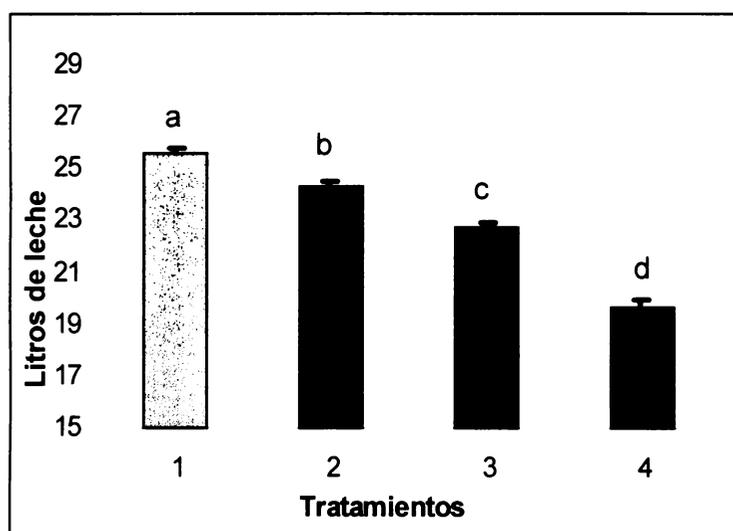


Figura 2. Producción promedio de leche para el período experimental. Barras con diferentes letras difieren $p < 0.05$

Los promedios de porcentajes de grasa, proteína y lactosa durante los 60 días posparto se muestran en la Tabla III. T1 presentó menor porcentaje de grasa que el resto de los tratamientos. El T1 produjo un porcentaje de grasa menor a T3 y T4 en la 4ª semana y a partir de la 5ª semana fue el tratamiento que produjo menor % de grasa en la leche (Figura 3B). En la 4ª semana el T4 produjo mayor % de grasa con respecto a T2 y T1, y en la 7ª semana el T3 fue el tratamiento que presentó mayores niveles de grasa. Los porcentajes más altos de grasa en todos los grupos se registraron en el posparto

temprano y luego fueron descendiendo.

Tabla III. Porcentaje de grasa, proteína, lactosa en leche durante el periodo experimental.

Tratamientos	Grasa (%)	Proteína (%)	Lactosa (%)
T1	3.55 ^a	3.44 ^a	4.89 ^{ax}
T2	3.93 ^b	3.22 ^b	4.85 ^{aby}
T3	3.95 ^b	2.98 ^c	4.82 ^b
T4	3.99 ^b	2.99 ^c	4.68 ^c

Valores dentro de una misma columna con diferentes superíndices difieren $p < 0.05$; x y $P = 0.08$.

El T1 fue el tratamiento que produjo mayor porcentaje de proteína (Figura 3C) seguido por el T2 que fue diferente del T3 y T4 (Tabla III). En todos los tratamientos el % de proteína descendió a partir de la 2ª a la 4ª semana.

El porcentaje de lactosa fue mayor en el grupo T1 que en los tratamientos de pastoreo y el grupo T4 presentó menores porcentajes.

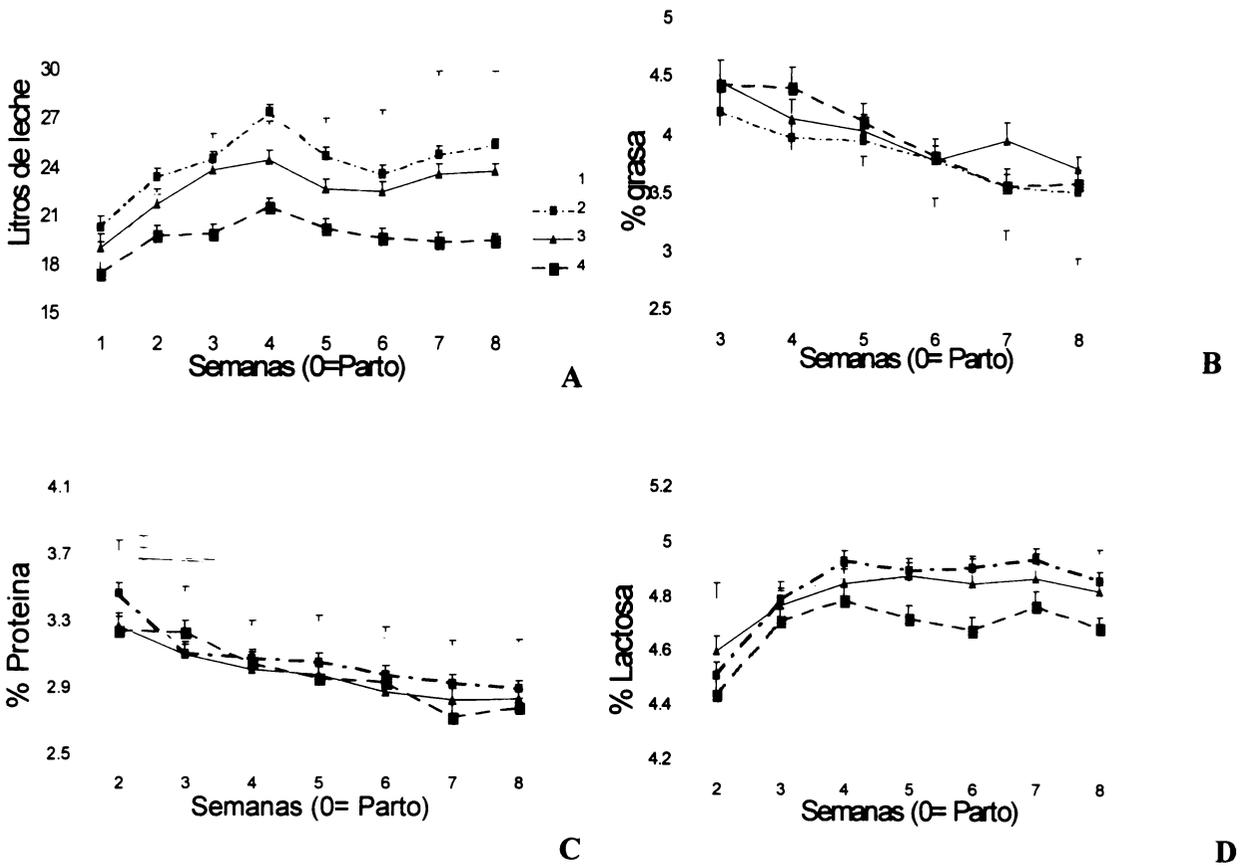


Figura 3. Producción de leche(A) y sus componentes: Grasa (B), Proteína (C) y Lactosa (D).

La lactosa se incrementó desde la 2ª -4ª semana dependiendo de los tratamientos, y se mantuvo constante durante la mayor parte del experimento, exceptuando el T1 donde el nivel fue constante durante todo el experimento.

6.2. Estado Corporal

Los animales del T1 presentaron mayor EC durante todo el período experimental (3.33 ± 0.04) seguidos por el T2 (3.18 ± 0.03), no habiendo diferencias entre los tratamientos T3 y T4 (3.05 ± 0.03 y 3.07 ± 0.03).

Los animales mantuvieron EC constante durante el preparto en todos los tratamientos y comenzaron a perder EC a partir de la primera semana posparto (Figura 4). El EC promedio al parto de todos los animales fue de 3.5.

Los animales de los tratamientos T3 y T4 fueron los que presentaron menor EC luego del parto siendo significativa la diferencia a partir de la tercera semana posparto. Mientras que los animales del T1 y T2 a fueron los que presentaron mayor EC al finalizar el experimento. Todos los grupos perdieron EC durante el posparto pero los animales del T1 y T2 mantuvieron mejor estado corporal. Se encontró una correlación positiva entre los tratamientos y la pérdida de EC durante los primeros 30 dpp ($r=0.56$, $p<0.001$, $n=38$); o sea los tratamientos 3 y 4 fueron los que provocaron mayores pérdidas de EC durante el primer mes posparto.

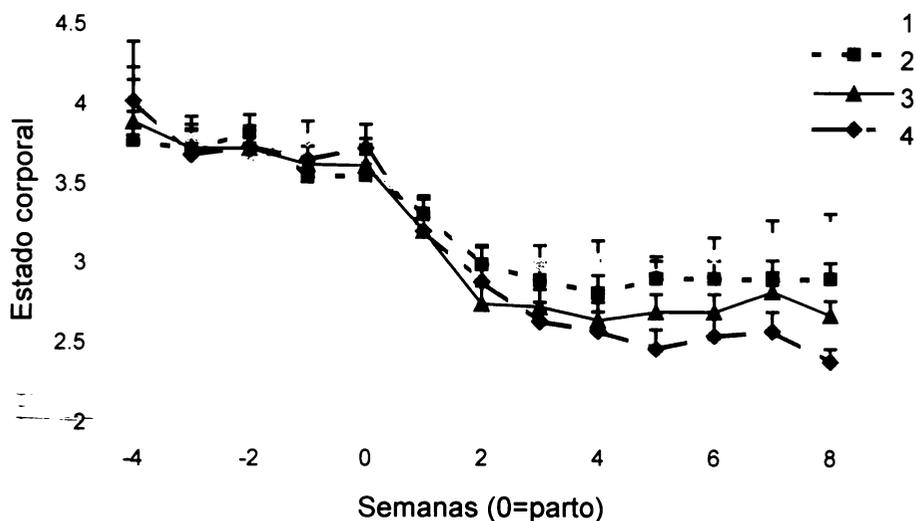


Figura 4. Evolución del estado corporal durante todo el experimento.

6.3. Perfiles metabólicos

La figura 5 muestra evolución de los niveles de NEFA y BHB durante el pre y posparto, para los distintos tratamientos. Todos los tratamientos manifestaron un aumento de los niveles de NEFA luego del parto con variaciones entre los mismos en el posparto

(Figura 5A). El T1 fue el grupo de animales que a partir del parto (inicio de tratamientos) presentó niveles constantes durante el ensayo. Los niveles de NEFA de T2 se elevan al parto permaneciendo también constantes hasta los 60 dpp, cuando se elevan nuevamente con respecto a los 45 dpp. Se destaca que presentó mayores niveles que los otros tratamientos a los 30 dpp, y a T1 y T3 a los 60 dpp. A su vez los niveles de este metabolito para T3 descienden al mes posparto, manteniéndose hasta los 60 dpp. En la segunda semana posparto los niveles de NEFA alcanzados por T3 fueron los mayores, superando a los demás tratamientos en este momento. T4 presentó una curva similar a T3, pero al final periodo experimental T4 presentó niveles superiores.

Los niveles mínimos de BHB se obtuvieron en el preparto, existiendo una tendencia en todos los grupos a aumentar a partir de los 15 dpp, excepto en el T1 donde el aumento se registró recién a los 30 dpp (Figura 5B). El T1 fue el grupo que en promedio presentó los menores niveles de BHB durante todo el ensayo, y a su vez solo elevados durante poco tiempo, ya que a los 45 dpp vuelven a descender. Los grupos de pastoreo (T2, T3 y T4) presentaron los máximos niveles de BHB a los 30 dpp, pero mientras los del T2 y T3 descendieron a los 45 dpp, los del T4 se mantuvieron elevados.

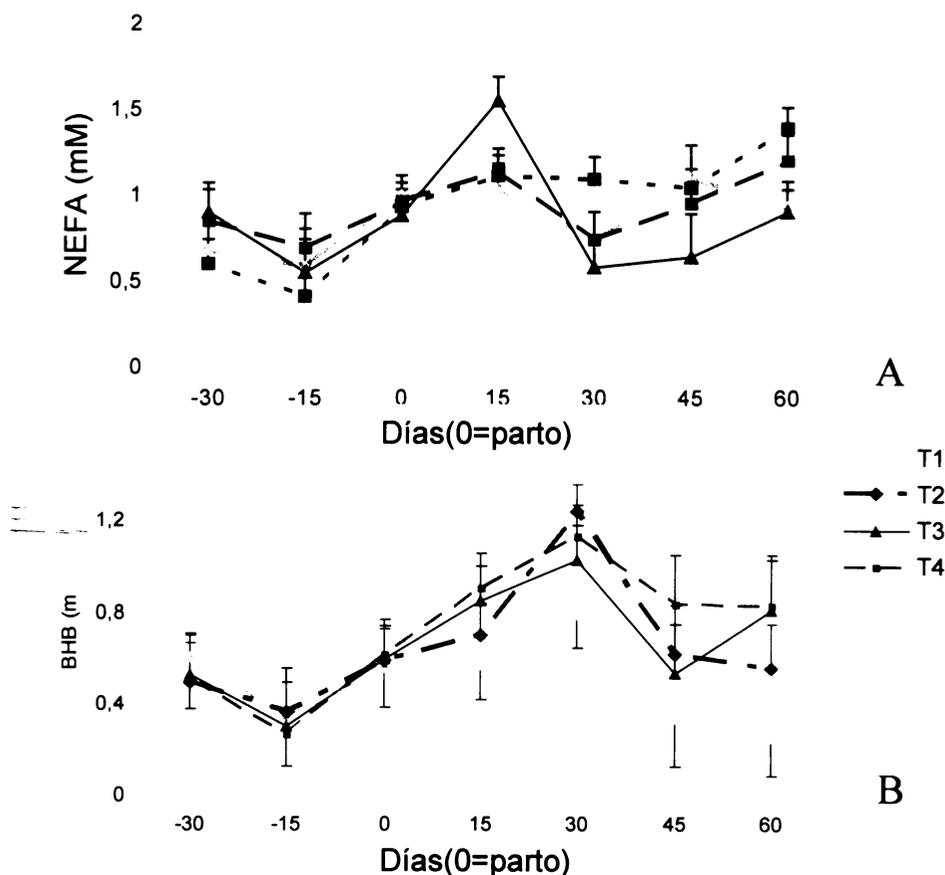


Figura 5. Evolución de los niveles plasmáticos de NEFA (A) y BHB (B).

Los niveles de colesterol descendieron al parto y aumentaron luego del mismo en todos los tratamientos, exceptuando el T1 donde los niveles aumentaron a los 30 dpp (Figura 6A). Los menores niveles de colesterol luego del parto los presentó el T1 durante todos los periodos. El grupo T2 presentó mayores niveles que T4 a los 45 dpp. A los 60 dpp T3 tendió a tener mayores niveles que T4 y se diferenció de T2.

Los niveles de urea (Figura 6B) disminuyeron 2 semanas previas al parto pero aumentaron al mismo en todos los grupos. En todos los grupos los niveles aumentan hasta los 45 dpp, pero se destaca que los tratamientos T1 y T2 en el posparto tardío (45-60 dpp) presentaron los mayores niveles de urea.

En todos los tratamientos las concentraciones de proteínas totales descendieron al parto y aumentaron hasta el mes posparto (Figura 6C). Los tratamientos T1 y T3 registraron los mayores niveles de proteína en el posparto, mientras que T2 y T4 los menores. No hubieron diferencias de tratamiento en los niveles de albúmina (Figura 6D). Al igual que en los niveles de proteína, la albúmina descendió al parto para todos los tratamientos y siguió disminuyendo en los grupos T2 y T4.

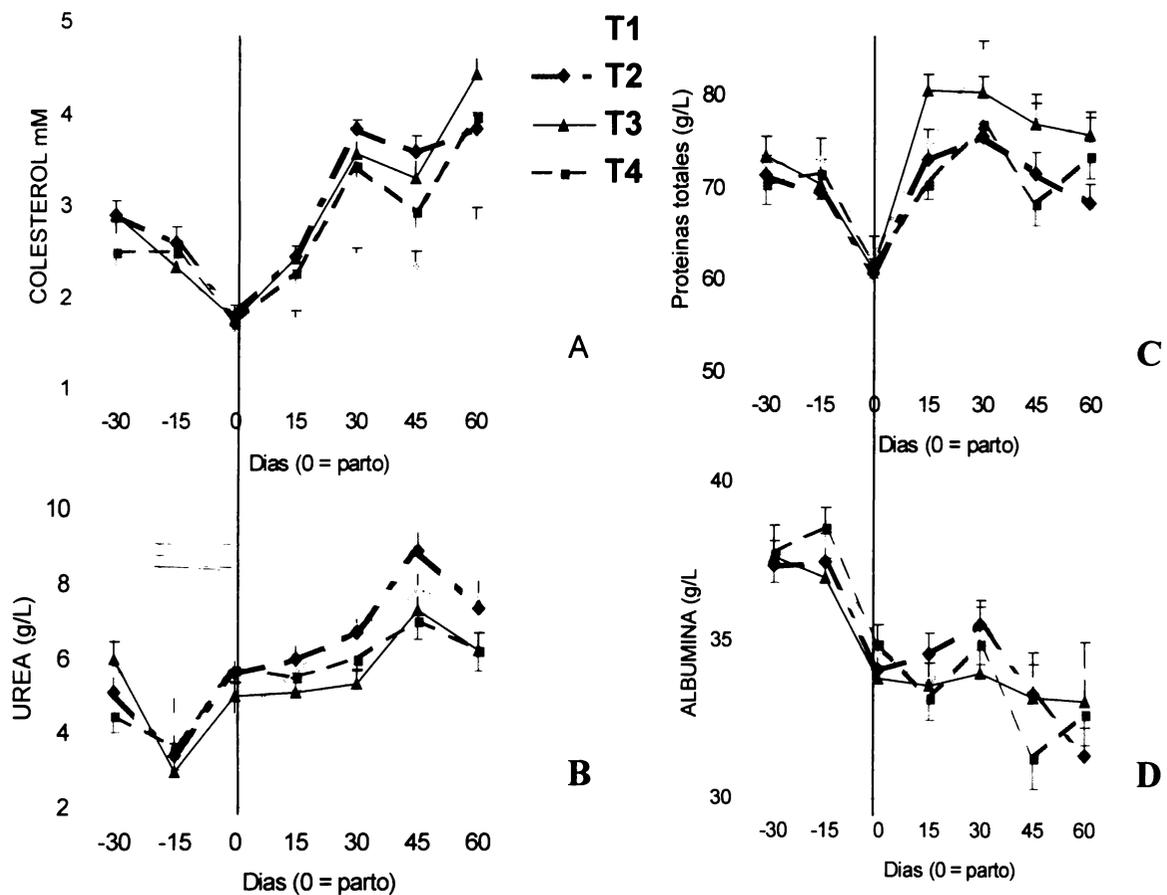


Figura 6. Evolución de los niveles plasmáticos de Colesterol (A), Urea (B), Proteína total (C) y Albúmina (D).

6.4. Parámetros Reproductivos

6.4.1 Reinicio de la ciclicidad ovárica posparto.

No hubieron diferencias en la longitud del anestro entre grupos: los días al reinicio promedio fueron 29 ± 14 , 29 ± 14 , 30 ± 15 , y 34 ± 17 días para los tratamientos T1, T2, T3 y T4 respectivamente.

En la figura 7 se representa la probabilidad que tienen las vacas reiniciar la ciclicidad ovárica. No existieron diferencias significativas entre tratamientos. Es interesante destacar que el grupo T4 presentó menos animales ciclando durante el periodo estudiado.

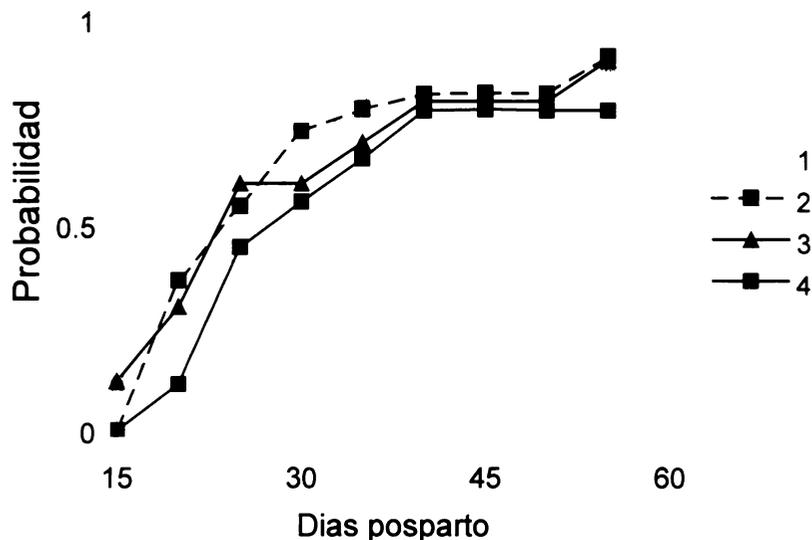


Figura 7. Probabilidad de reinicio de la ciclicidad ovárica

El T2 presentó una alta probabilidad de ciclar temprano en el posparto, el T1 presentó probabilidades más bajas durante el posparto temprano, pero la misma fue similar al T2 al día 35 posparto.

Se estudió la asociación entre la longitud del anestro y el EC al parto, el EC a los 10 días antes de la primera ovulación (es decir, día probable de emergencia de la primera onda ovulatoria) y EC al momento de la ovulación. Se encontró una correlación negativa y significativa entre la longitud del anestro y los EC en estos tres momentos (Tabla IV); es decir las vacas con peor EC presentaron anestros más largos. El coeficiente de correlación más alto y significativo fue para el EC 10 días previos a la primera ovulación ($r=-0.53$; $p<0.001$).

Así como se demostró una asociación entre la longitud del anestro y el EC 10 días previos a la ovulación y al momento de la misma, también se encontró una correlación negativa entre los tratamientos y estos dos EC (Tabla IV). Esto es consistente con el

efecto de los tratamientos sobre la EC posparto y con las curvas de probabilidad de los tratamientos descritas anteriormente.

Tabla IV. Correlaciones para las variables reproductivas.

Variable	N	EC al parto	EC10 días antes de ovulación	EC a la primera ovulación	Pérdida de EC primeros 30 dpp	Tamaño Folicular
Tratamiento	38	-	r=- 0.36 P<0.03	r=- 0.61 P<0.0001	r=0.56 P<0.0001	r=-0.28 P= 0.09
Tamaño Folicular	37	-	-	r=0.32 P<0.05	r=-0.54 P<0.001	-
Longitud de anestro	38	r=-0.32 P<0.05	r=-0.53 P<0.001	r=-0.39 P=0.01	-	-
Pérdida de EC	38	-	r=-0.43 P<0.01	r=-0.66 P<0.0001	-	-
EC10 días antes de la ovulación	38	r=0.65 P<0.0001	-	r=0.83 P<0.0001	-	-
EC al parto	38	-	-	r=0.52 P<0.001	-	-

6.4.2 Diámetro del fólculo dominante a los 57 días posparto

Los tratamientos T1, T2 y T3 presentaron fólculos de mayor tamaño con respecto al T4 (Figura 8). El tamaño de los fólculos al inicio de los tratamientos de sincronización estuvo correlacionado negativamente con la pérdida de EC durante los primeros 30 dpp ($r=-0.54$, $p<0.001$) y positivamente con la EC al momento de la primera ovulación posparto.

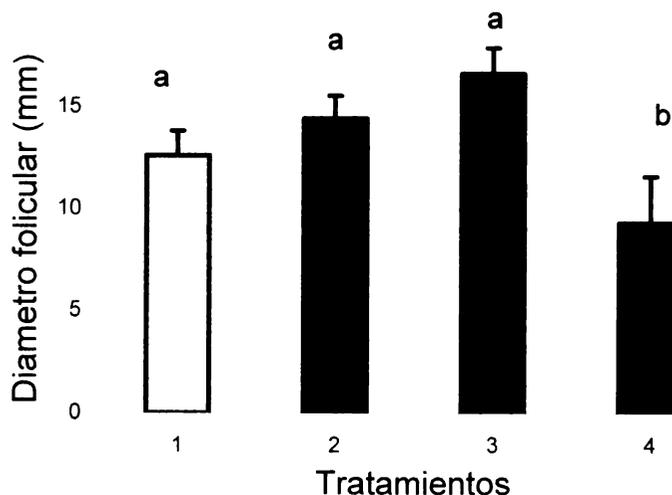


Figura 8. Diámetro del fólculo dominante a los 57 días posparto. Barras con diferentes letras difieren $p<0.05$

6.4.3 Respuesta al tratamiento de sincronización de celos

El 44 % de las vacas respondieron con celos al tratamiento de sincronización. Sin embargo, más vacas (58 %) respondieron con ovulación. Cinco vacas ovularon pero no se les detectó el celo; una de cada tratamiento y dos vacas del T2. Se analizará solo la respuesta al tratamiento en términos de ovulación (niveles de progesterona luteales) ya que en la detección de celos se incluyen otros factores (hombre) y no los implícitos del animal.

No hubo un efecto del tratamiento en la respuesta a la sincronización. En cambio si se presentan los datos acorde a la fase del ciclo estral en la cual se encontraban las vacas al inicio de los tratamientos, los resultados son diferentes: las vacas con mejor respuesta (ovulación) estaban en la fase luteal (Figura 9).



Figura 9. Probabilidad de respuesta con ovulación al tratamiento de sincronización en vacas en fase luteal o folicular del ciclo estral al inicio del tratamiento. Barras con diferentes letras difieren $p < 0.05$

Del total de vacas en anestro al inicio del tratamiento (14% de todo el rodeo), el 40% de las mismas presentaron ovulación, pero solo un animal correspondiente al T1 presentó ovulación con celo.

7. DISCUSION

Considerando la producción total de leche durante el período experimental, el tratamiento 100% TMR (T1) produjo 5 % y 23% más de leche que los tratamientos sobre pastoreo con mayor y menor nivel de producción (T2 y T4) respectivamente. El incremento en la producción de leche puede atribuirse a la mayor cantidad de almidón disponible que permite una mayor producción de propionato (Cooke y Bernard, 2005).

Esto es consistente con el mayor porcentaje de lactosa encontrado en este grupo, ya que el propionato es el sustrato glucogénico principal. Bargo y col (2002a) al obtener un 33% más de leche con un tratamiento TMR con respecto a un tratamiento a base de pastura y concentrados sugirieron que esto se debe además de un consumo diferencial de energía, a las diferencias en los requerimientos en energía de mantenimiento generados por la caminata y la actividad de pastoreo. White y col (2002) y Reis y Combs (2000) obtuvieron un 11% y 19 a 28 % menos de leche respectivamente en sistemas pastoriles con suplementación con granos, comparados con sistemas de confinamiento basados en TMR. Algunas de las causas que pueden explicar éstas diferencias de producción de leche de TMR vs pastoreo son el mérito genético, la etapa de lactación y la calidad de la pastura utilizada (Bargo y col, 2002b). En este estudio se demostró la importancia del estado de la pastura que se le ofrece al animal, ya que el grupo de menor disponibilidad, produjo un porcentaje de leche muy inferior al de mayor asignación y al TMR.

Por otro lado, es interesante destacar que las vacas con mayor asignación de pastura (T2) superaron en producción de leche al tratamiento 100% TMR (T1) durante las primeras 2 semanas posparto. Es probable que esto sea el resultado de una deficiente adaptación del ambiente ruminal a la dieta TMR posparto. Esto estaría apoyado por los escasos casos de acidosis que se observaron en el posparto temprano. La acidosis es una enfermedad multifactorial y en este experimento factores como los del tamaño y humedad del ensilaje de maíz utilizado, bajo aporte de fibra efectiva y momento del día con acceso al agua, pueden haber predisuesto a la acidosis (Bach, 2002 y Garcia, 1999). Según Bargo y col (2001), luego de un período de ingesta de concentrado o pastura de buena calidad (por ejemplo la *Avena Sativa*), se produce un descenso en el pH ruminal que está por debajo de los niveles óptimos para asegurar la correcta digestión de la fibra detergente neutra. Los problemas de adaptación a las dietas también suelen ocurrir en casos contrarios, es decir, cuando se pasa de sistemas de confinamiento a sistemas pastoriles, a pesar de existir un período de acostumbramiento a la dieta (Bargo y col, 2002a). Luego del primer mes posparto, y probablemente debido a los cambios profilácticos efectuados en la dieta (ver materiales y métodos) y por la adaptación del tracto gastrointestinal a la ingesta posparto, el T1 se diferenció claramente superando en producción a los otros tratamientos.

Entre los tratamientos con pastoreo, aquellos animales que presentaron mayor oferta de forraje con el correr de los días, fueron los que produjeron más leche. El T2 produjo aproximadamente un 20% más de leche con respecto al T4 que fue el que presentó mayores restricciones en la oferta de forraje, y un 7% más con respecto al T3. Es probable que las bajas producciones obtenidas por el tratamiento T4 y T3 hayan sido producidas por un descenso en el consumo de forraje en función de un menor peso del bocado determinado por la altura del forraje disponible, coincidiendo con Wu y col (2001). Además, las menores producciones se pueden explicar por la menor calidad del forraje, es decir en los tratamientos T4 y T3 los animales tenían que consumir mayor proporción de tallos y menos hojas, aumentando la cantidad de FDN así como componentes de menor digestibilidad. Por otra parte, vacas con alta asignación (40 KgMS/día/vaca) de forraje, realizan un mayor número de bocados con respecto a las de baja asignación (25KgMS/día/vaca), es decir logran mayor consumo de alimento (Bargo

y Müller, 2005). Sin embargo, en otro experimento Bargo y col (2002b) suplementaron animales que pastoreaban altas y bajas asignaciones de pastura (25 Kg y 40 Kg respectivamente), encontrando una mayor respuesta a la suplementación en aquellos que tenían una baja asignación. Estos resultados fueron explicados por una diferencia en la eficiencia de utilización del concentrado suministrado, es decir los animales con baja asignación produjeron más leche por Kg de concentrado, pero ambas asignaciones llegaron a un mismo nivel de producción de leche con suplementación.

La grasa de la leche puede ser afectada por la nutrición (Bradford y Allen, 2004) y por el estatus metabólico de los animales (de Vries y Veerkamp, 2000). El tratamiento T1 fue el que produjo menor nivel de grasa a partir de la quinta semana posparto. Esto puede deberse a una disminución de la FDN en la dieta como fue reportado previamente (Pereira y Armentano, 2000). Dietas con mayor cantidad de almidón (ej: grano o ensilaje de maíz) con respecto a los que proveen menor cantidad (ej: pulpa de citrus) provocan una menor producción de grasa (Leiva y col, 2000; Bradford y Allen, 2004). El almidón aportado en éste caso por el maíz favorece la formación de precursores glucogénicos, mientras que la fibra favorece a los lipogénicos (y por ende la formación de la grasa butirosa). Holden y col (1994) mencionan que las vacas que son alimentadas con pasturas tienen mayor producción de butirato debido a una mayor población de protozoarios a nivel ruminal. No solo estos factores pueden estar determinando los bajos niveles de grasa en la leche del T1: dietas con harina de pescado - como el TMR de este experimento- pueden deprimir el tenor graso de la leche debido a una alta concentración de ácidos grasos insaturados de cadena larga (Hussein y Jordan, 1991, citados por Schroeder y Gangliostro, 2000). Por otro lado, Carroll y col (1994) y Schroeder y Gangliostro (2000) suplementaron animales en pastoreo en lactancia temprana no encontrando efectos negativos de la harina de pescado sobre la grasa de la leche, sugiriendo que fue debido al bajo estrato etéreo de la harina utilizada. Los datos obtenidos en éste experimento son contradictorios con los obtenidos por Bargo y col (2002a), en los que se determinaron mayores niveles de grasa con los tratamientos TMR respecto a los pastoriles y sugirieron que se debe a la alta digestibilidad de la fibra de pasturas de buena calidad. Sin embargo en este experimento a pesar de utilizar este tipo de forraje, es decir pasturas templadas, compuestas por una mezcla de leguminosas y gramíneas no se evidenció el efecto mencionado por Bargo y col (2002a). El porcentaje de grasa en la leche descendió en todos los tratamientos durante el posparto y esto puede deberse a un efecto dilución (Schroeder y Gangliostro 2000), ya que coincide con un aumento en el volumen de leche producido en todos los tratamientos hasta la cuarta semana. Además éste comportamiento puede estar explicado por el estado metabólico en el posparto temprano, es decir, hasta la cuarta semana posparto las vacas perdieron EC, reflejando la movilización de reservas y manifestándose en la leche los mayores niveles de grasa. Estos aspectos ya fueron mencionados por Lotthamer (1992) y de Vries y Veerkamp (2000).

La proteína de la leche descendió simultáneamente con el aumento de producción de leche, al igual que la grasa, también puede ser debido al efecto dilución (Schroeder y Gangliostro, 2000). La mayor producción de proteína en el T1 puede ser debida al

efecto de la suplementación con un alto nivel de carbohidratos necesarios para la síntesis de proteína microbiana (Cooke y Bernard, 2005 y Khalili y col, 2001). Según Reis y Combs (2000), el incremento de aminoácidos a nivel del intestino delgado, asociado con la glucosa representan el mayor sustrato para la síntesis de proteína láctea. Esto también fue observado por Bargo y col (2002a), encontrando un 41% más de proteína con respecto a los tratamientos basados en pasturas, atribuyendo la causa a un mayor consumo de energía en los tratamientos 100% TMR. Estos últimos autores explican que las dietas con pulpa de citrus o de componentes más fibrosos determinan menor porcentaje de proteína en la leche, debido a una ineficiencia en la utilización del nitrógeno producido por la falta de compuestos energéticos. Otros autores (Holden y col, 1994; Bargo y col ,2002; Cajarville y Repetto, 2005; Kolver y Müller, 1998) reportaron que animales que están en pastoreo sobre pasturas de buena calidad tienen menor cantidad de nutrientes disponibles en el intestino delgado, debido a la alta digestibilidad en rumen.

El EC fue el parámetro utilizado para medir de forma indirecta el balance energético de los animales y sus reservas corporales. Estuvo relacionado a los niveles de alimentación de los animales, ya que aquellos que tuvieron mayor cantidad de alimento disponible, fueron los que perdieron menor grado de reservas y que comenzaron sobre el final del período experimental a recuperar EC. Como era esperable en todos los animales al inicio de la lactación se observó pérdida de EC -reflejo de la lipomovilización- que se genera por un déficit en la capacidad de consumo y por un aumento de los requerimientos al inicio de la lactación (Grummer, 1995, 2004; Drackley 1999; de Vries y Veerkamp, 2000; Reist y col, 2003; Butler y col, 1981 y Meikle y col, 2004); incluso en el T1 (100% TMR) a pesar de existir alimentación *ad libitum*. Esta lipomovilización se reflejó en los niveles de NEFA circulantes, ya que estos fueron máximos en las primeras dos semanas posparto como ha sido reportado previamente en condiciones de pastoreo (Cavestany y col. 2005). Según Vazquez-Añon y col (1994), existen dos causas posibles del aumento de los niveles de NEFA: por un lado el descenso en el consumo previo al parto y por otro, el incremento de las hormonas lipolíticas. Los NEFA son utilizados por diversos tejidos como fuente de energía durante este periodo de restricción, entre ellos la glándula mamaria lo que determina la presencia de los mismos en la leche (Drackley, 1999). Los niveles de NEFA a las dos semanas posparto fueron mayores en el grupo T3 y no tenemos una explicación obvia para este hallazgo; es posible que este grupo movilizara mayores reservas para mantener la producción con niveles limitados de consumo. No contamos con los niveles de grasa en leche para este grupo en ese momento, lo que limita nuestra explicación. Por otro lado, niveles mas altos de NEFA se encontraron en el T2, que pueden ser atribuidos a los kg de grasa producidos en este grupo (si bien un porcentaje de grasa similar a T3 y T4, la producción de leche fue mayor). En acuerdo con el balance energético negativo, se observaron aumentos de BHB un poco más tardíos indicativos de cetogénesis aumentada. Los niveles de este metabolito en el T1 (100 % TMR) fueron menores que en los grupos de pastoreo, lo que podría explicarse por una cetogénesis hepática menor y porque el butirato ruminal que en dietas altas en concentrados es más bajo (Grum et al. 1996; Arieli y col, 1996). En el grupo T4 los niveles de BHB, en el posparto tardío (45-60 dpp) se mantienen elevados durante mas tiempo con respecto a los otros animales, lo que estaría indicando el desbalance

energético por el cual estaban pasando los animales. En general, los resultados de NEFA y BHB son consistentes con la evolución en el estado corporal.

Los resultados de EC coinciden con otros (Kolver y Müller, 1998; Bargo y col, 2002a) donde las vacas en pastoreo presentaron menor peso y estado corporal que aquellas alimentadas con TMR conjuntamente con mayores niveles de BHB y NEFA durante el período de transición. Bargo y col (2002b) no encontraron variaciones ni en el peso, ni EC de vacas que pastoreaban altas y bajas asignaciones y que eran o no suplementadas, aunque los niveles de NEFA fueron mayores para las vacas que no fueron suplementadas para ambas asignaciones. Además, en este último ensayo la producción de leche en lactancia temprana lograda por el tratamiento con asignación baja y alta, fue muy similar (24.2 vs 25.7 Kg leche/día), atribuyendo esta pequeña diferencia en producción, a la movilización de reservas del tratamiento de baja asignación evidenciado por los mayores niveles de NEFA. El incremento de los niveles de NEFA no es correlativo con el incremento del estrato etéreo de las dietas (Chilliard, 1993).

El colesterol descendió al parto y aumentó durante el posparto. Patrones similares han sido descritos en nuestro país por Cavestany y col (2005), y lo atribuyeron a la recuperación del balance energético. En este sentido, Ruegg y col (2002) reportaron que las vacas que pierden mayor EC tienen menores niveles de colesterol en suero. Sin embargo, niveles de colesterol elevados fueron relacionados a la demanda energética que existe al inicio de la lactancia (Wittwer y col, 1987). En nuestro trabajo, el T1 fue el grupo de animales que presentó los menores niveles de colesterol en sangre y presentó un mejor EC que el resto de los grupos, esto apoyaría lo reportado por Cavestany y col (2005). Por otro lado, el grupo T2 presentó niveles de colesterol más altos y sin embargo, fue el que tuvo mejor EC que el resto de los grupos de pastoreo. Esto sugiere que no solo el balance energético incide en la síntesis del colesterol, sino también el tipo de dieta. Por último, se ha vinculado los niveles de colesterol con el transporte del mismo, ya que las lipoproteínas de alta densidad aumentan en sangre a medida que aumentan los días posparto (García-Bojalil y col, 1998).

El descenso en los niveles de proteína total al parto puede ser debido a la captación de las mismas por parte de la glándula mamaria para la producción de calostro y por las grandes demandas energéticas de la lactancia y al bajo consumo periparto (Cavestany et al. 2005). No hubo diferencias en los niveles de albúmina, pero hubo efecto del tratamiento en las proteínas totales. El grupo con mayor restricción de forraje presentó menores niveles proteicos. El grupo T1 tuvo mayores niveles proteicos en plasma que el resto de los grupos – así como también un mayor porcentaje de proteína en leche- lo que puede deberse a un mejor aporte nitrogenado en la dieta. El grupo T3 también presentó niveles mayores y no encontramos una explicación obvia para este hallazgo. La disminución de urea fue anterior respecto a los otros metabolitos y puede deberse al bajo consumo; el aumento al parto puede ser reflejo de la movilización de las reservas proteicas (catabolismo de las proteínas). Según Komaragiri y col (1998) las proteínas tienen capacidad limitada para la movilización y ello es posible hasta la quinta semana posparto. Niveles superiores de urea fueron observados para T1 y T2 en el posparto tardío, que estarían indicando la mayor capacidad de consumo de esos animales

(mayor oferta de alimento). Esto no concuerda con lo sugerido por Reis y Combs (2000), donde vacas suplementadas presentaban menores niveles de urea, y que esto era un signo de una mejor utilización del nitrógeno a nivel del rumen, ni tampoco con Bargo y col (2001) donde animales suplementados con proteína no presentaron diferentes niveles de urea. Nuestros resultados fueron consistentes con los reportados por Chapa y col (2001) y Garcia-Bojalil y col (1998), en donde los niveles de urea en sangre fueron mayores para animales alimentados con niveles altos de proteínas. En el ensayo de Chapa y col (2001) los animales con altos niveles de proteína en la dieta, presentaron menor EC, y lo atribuyeron que el exceso de proteínas provoca un gasto extra de energía para su metabolización.

Los parámetros reproductivos evaluados en este trabajo fueron el reinicio de la ciclicidad ovárica posparto, el diámetro del folículo dominante a los 57 días posparto y la respuesta con ovulación a un protocolo de sincronización de celos. La longitud del anestro no estuvo afectada por los tratamientos. Drackley (1999) reporta que al trabajar con vacas durante el período de transición se hace necesario contar con un gran número de vacas debido a los desórdenes de salud que existen en éste período y que aportan variabilidad a los datos que se obtienen. Este trabajo de tesis se enmarca dentro de una cooperación existente entre Facultad de Agronomía y Veterinaria, y los grupos fueron definidos buscando respuestas a otras variables no incluidas en este trabajo; esto limitó el número de animales por grupo. Aunque no significativos, los T1 y T2 presentaron mayor porcentaje de vacas ciclando durante el experimento, siendo el grupo con mayor restricción en la oferta del forraje el que presenta los peores valores durante todo el experimento. Es interesante destacar que el T2 tuvo mejor performance que el T1 durante el primer mes posparto lo que coincide con la curva de producción y podría explicarse por la adaptación de los animales a las dietas posparto. Los días al reinicio promedio para todos los tratamientos están dentro de los rangos mencionados en la bibliografía (Schams y col, 1978; Butler y col, 1981; Lucy, 2001; Blanc y col 2002; Taylor, 2003 y Darwash y col, 2001). Las variaciones en los días al reinicio están explicadas por las características del rodeo, la estación del año y la paridad de las vacas (Darwash y col, 2001). Los intervalos a la primera ovulación fueron menores a los reportados previamente en la misma estación experimental (30 vs 45 días; Meikle y col 2004) y a nivel nacional en vaquillonas en pastoreo (Ibarra y Chilibroste, CONAPROLE, 2004). En el trabajo de Meikle y col (2004) se evidenció la interacción entre el EC al parto y los días al reinicio de la ciclicidad ovárica, tal como sucedió en nuestro estudio, pero cabe decir que las vaquillonas del presente ensayo, tuvieron mayor EC al parto que en el previamente publicado.

Los días a la primera ovulación están directamente relacionados a la recuperación del balance energético negativo que sufren los animales en el posparto. El reinicio de la ciclicidad estuvo condicionado por la evolución de EC desde el parto, es decir aquellas vacas que perdieron más EC, demoraron más en reiniciar su actividad. Esto ya fue mencionado por Butler y col (1981) establecen que la primera ovulación posparto se produce 10 días después de que ocurra el máximo BEN (nadir), lo que concuerda con nuestros datos ya que EC a 10 días previos a la primer ovulación estuvo relacionado con el reinicio de la ciclicidad ovárica. Los tratamientos alimenticios fueron efectivos en lograr los balances energéticos que permitieron estudiar estos factores ya que los

tratamientos más restrictivos provocaron mayor pérdida de EC y por lo tanto provocaron BEN más intensos que tuvieron un impacto negativo sobre estos parámetros reproductivos.

La falla en la primera ovulación se acompaña con bajas concentraciones de estradiol, diámetro folicular pequeño y bajos niveles de IGF-1. Aparentemente, el BEN afecta más los niveles de LH que los de FSH, ya que a pesar de existir BEN el crecimiento folicular continua (Roche y Diskin, 2005). A medida que el BEN se reduce, se incrementan los pulsos de LH, incrementando el diámetro del FD y la producción de estradiol (Butler, 2000). En nuestro estudio, los animales que presentaron mayor EC al reinicio de la ciclicidad y que perdieron menos EC a los 30 dpp, presentaron mayor diámetro del folículo dominante a los 57 dpp. Es probable que los cambios metabólicos y el EC en el posparto temprano afecten la población de folículos destinados a ovular semanas más tarde (Cavestany, 2002). El grupo con menor oferta de forraje (T4) presentó un diámetro folicular más pequeño y esto es consistente con estudios que demostraron que animales en subnutrición aguda presentaron folículos de menor diámetro (Mackey y col, 2000). Aquellos folículos con un diámetro menor a 9 mm, tienen una probabilidad de ovular menor al 20%, debido a una baja concentración de estradiol y menor concentración de LH en el pico preovulatorio. El T4 determinó que los animales en promedio presentarían folículos de 9.3 ± 1.2 mm, lo que sugiere que las vacas de este tratamiento estaban con un alto riesgo de obtener bajas probabilidades de ovular, según lo mencionado anteriormente.

No hubo efecto del tratamiento sobre el número de vacas que ovularon postratamiento, y la debilidad de este ensayo en contestar esta respuesta reside en el bajo número de animales utilizados por grupo. La respuesta al tratamiento de sincronización de celos depende de varios factores. Para que la GnRH desencadene la ovulación es necesario que exista un nivel previo de progesterona al momento de la administración (Garverick y Smith, 1986; Smith y col, 1987). Las dosis que se utilizaron nuestro ensayo provocan la ovulación, pero de folículos maduros (>10 mm) debido a la presencia de suficientes receptores de LH en los mismos (Ljaz y col, 1987; Keisler y Garverick, 1982). Roche y Diskin (2005), agregan que en vacas con $EC=2.75$ y con 60 dpp o más, la GnRH provocará la ovulación. En este estudio las vacas que perdieron mayor EC presentaron folículos más pequeños y con menor chance a ovular. Cavalieri y col (2004) en un estudio realizado en Australia en condiciones pastoriles, explica que la reducción en la respuesta a las gonadotrofinas puede ser debida a: la diferencia entre vacas en anestro y ciclando, una menor síntesis de estradiol por el folículo dominante y posibles diferencias en la concentración de P4 antes y durante el tratamiento.

Existió una respuesta interesante al clasificar a las vacas teniendo en cuenta la fase del ciclo estral en la cual de encontraban al momento de la inserción del dispositivo intravaginal de progesterona, y esto ya fue reportado previamente (Cumming y col, 1982): el momento del ciclo estral en el cual se coloca el dispositivo puede afectar el momento en que ocurre la ovulación y por ende la sincronización. En nuestro ensayo, los animales que entraron al tratamiento en fase luteal, presentaron una mejor respuesta. Se ha sugerido que la presencia de niveles de P4 elevados al inicio de los tratamientos indicaría la presencia de folículos de tamaño adecuado que nos aseguren

la respuesta al tratamiento (Moreira y col, 2000).

El bajo número de animales en anestro al momento del tratamiento de sincronización no permite análisis; el único animal en anestro al momento que respondió con celo y ovulación perteneció al 100 % TMR. En los ensayos realizados por Cavalieri y col (2004) el 97% de las vacas en anestro manifestaron celo, pero en cambio se utilizó BE en vez de GnRH, y el BE -perteneciente a la familia de los estrógenos- provoca efectos de comportamiento estral directamente en el sistema nervioso central. Otro factor que es citado por otros autores que pueden afectar las respuestas, es la profundidad del anestro posparto (Cavestany, 2000 y Wright y Malmo, 1992). Además de estos factores, se mencionan a la paridad, el EC e inclusive factores aún no conocidos, que pueden influenciar la respuesta. Por último según Lucy y col (2004) los animales de diferentes establecimientos responden de diferente manera a los mismos programas de sincronización dependiendo de la nutrición, la etapa posparto, salud y genética de los animales tratados.

8. CONCLUSIONES

En éste experimento se evidenciaron los comportamientos productivos y reproductivos en respuesta a la interacción pastura-animal. Cuando la pastura se ofreció a los animales en forma restrictiva (T4), se lograron las menores producciones de leche, las mayores pérdidas de estado corporal y desempeño reproductivo pobre en respuesta al déficit de energía. El TMR 100 % presentó una pobre capacidad de respuesta en las primeras dos semanas posparto; una vez superado este período de transición logró buenos índices productivos y comportamiento reproductivo. Es de destacar el grupo con buena asignación de pastura (T2), que presentó una excelente y más estable respuesta al tratamiento y que puede ser la meta a lograr en varias empresas lecheras de nuestro país. En este trabajo se evidenció que las vacas durante el periodo de transición pasan por un estado metabólico muy delicado, que no se puede evitar con el manejo de las dietas. Esto se demostró por la evolución del estado corporal y perfiles de NEFA. Es el período de la vida productiva de las vacas que aún ofrece muchas incógnitas que faltan por dilucidar, y es el periodo en el cual el manejo nutricional tiene un mayor impacto. La información recolectada en este estudio permite decir que es fundamental tener en cuenta la condición, cantidad y calidad de la pastura que se ofrece a los animales para lograr los objetivos que debe perseguir toda empresa agropecuaria; principalmente la optimización de la producción de leche por ha, sin descuidar la eficiencia reproductiva que es quien determina, a largo plazo, gran parte los ingresos de misma.

9. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

1. Arieli y col (1996). Effect of degradation of organic matter and crude protein on ruminal fermentation in dairy cows. *J Dairy Sci.* 79:1774-1780.
2. Bach, A. Trastornos ruminales en el vacuno lechero: un enfoque práctico. XVIII Curso de especialización FEDNA. Barcelona, 4 y 5 de noviembre de 2002. pp: 119-139.
3. Beam, SW y Butler, R (1996). Energy balance, metabolic hormones, and early postpartum follicular development in dairy cows fed prilled lipid. *J Dairy Sci.* 81:121-131.
4. Bargo, F y Müller, LD (2005). Grazing behavior affects dairy ruminal pH and NH₃ oscillations of dairy cows on pasture. *J Dairy Sci.* 88: 303-309.
5. Bargo y col (2002b). Milk response to concentrate supplementation of high producing dairy cows grazing at two pasture allowances. *J Dairy Sci.* 85:1777-1792.
6. Bargo y col (2002a). Performance of high producing dairy cows with three different feeding systems combining pasture and total mixed rations. *J Dairy Sci.* 85:2948-2963.
7. Bargo y col (2001). Ruminal digestion by cows grazing winter oats pasture supplemented with different levels and sources of protein. *J Dairy Sci.* 84:2260-2272.
8. Beam, SW y Butler, WR (1997). Energy balance and ovarian follicle development prior to the first ovulation postpartum in dairy cows receiving three levels of dietary fat. *Biology of reproduction.* 56: 133-142.
9. Blanc y col (2002). Manejo reproductivo tradicional vs Inseminación a tiempo fijo en vacas Holando primíparas en el Uruguay. X Congreso Latinoamericano de Buiatría, XXX Jornadas Uruguayas de Buiatría. Paysandú, Uruguay. pp 308-311.
10. Block y col (2001). Decreased concentration of plasma leptin in periparturient dairy cows is caused by negative energy balance. *J Endocrinology.* 171:341-50.
11. Bradford, BJ y Allen, MS (2004). Milk fat responses to a change in diet fermentability vary by production level in dairy cattle. *J Dairy Sci.* 87:3800-3807.
12. Butler, WR (2000). Nutritional interactions with reproductive performance in dairy cattle. *Anim. Reprod. Sci.* 60-61: 449-457.
13. Butler WR, Everett RW y Coppock CE (1981). The relationships between energy balance, milk production and ovulation in postpartum Holstein cows. *J. Anim. Sci.* 53-3:742-748.
14. Carroll, DJ, Hossain, FR y Keller, MR (1994). Effect of supplemental fish meal on the lactation and reproductive performance of dairy cows. *J Dairy Sci.* 77: 3058-3072.
15. Cavalieri, J, Hepworth, G y Fitzpatrick, LA (2004). Comparison of two estrus synchronization and resynchronization treatments in lactating dairy cows. *Theriogenology.* 62:729-747.
16. Cavestany y col (2005). Studies of the transition cow under and pasture-based milk production system: metabolic profiles. *J Vet Med A.* 52:1-7.
17. Cavestany, D (2000). Manejo reproductivo en vacas lecheras. Serie técnica 115, INIA La Estanzuela. pp. 1-10.

18. Cavestany, D (2000). Temas de lechería: reproducción. Serie técnica 116, INIA La Estanzuela. pp. 25-46 y 53-57.
19. Cavestany, D (2002). Sincronización y/o inducción de celos con o sin inseminación a tiempo fijo en rodeos del Uruguay. X Congreso Latinoamericano de Buiatría, XXX Jornadas Uruguayas de Buiatría. Paysandú, Uruguay. pp 143-153.
20. Cavestany, D (2004). Sincronización de celos y tratamientos hormonales. Curso a distancia: manejo de la reproducción en ganado lechero. Módulo 4. Facultad de Veterinaria-CONAPROLE. pp:1-30.
21. Chapa y col (2001). Supplemental dietary protein from grazing dairy cows: reproduction, condition loss, plasma metabolites and insulin. *J Dairy Sci.* 84:908-916.
22. Chilliard, Y (1993). Dietary fat and adipose tissue metabolism in ruminants, pigs, and rodents: A review. *J Dairy Sci.* 76:3897-3931.
23. Chilbroste, P (2002). Evaluación de los modelos detallados de rumen para predecir disponibilidad de nutrientes en sistemas intensivos de producción de leche bajo pastoreo. *Archivos Latinoamericanos de Producción Animal.* 10(3):232-240.
24. Chilbroste, P, Ibarra, D y Laborde, D (2004). Producción de leche y Alimentación: resultado del relevamiento de 37 predios comerciales durante el período Abril-Noviembre del 2003. Proyecto: "Interacción alimentación-reproducción" Informe final 2003. CONAPROLE. pp: 4-52.
25. Chilbroste y col (2003). Proyecto alimentación reproducción, CONAPROLE 2002. Informe final. pp 1-28.
26. Cirio, A y Tebot, I (2000). Fisiología metabólica de los rumiantes. Departamento de Fisiología. Facultad de Veterinaria. Universidad de la República. Uruguay. pp: 1-45.
27. Cooke, KM y Bernard, JK (2005). Effect of length of cut and kernel processing on use of corn silage by lactating dairy cows. *J Dairy Sci.* 88:310-316.
28. Crajarville, C y Repetto, JL (2005). Uso de concentrados para optimizar el aprovechamiento digestivo de las pasturas. XXXIII Jornadas Uruguayas de Buiatría. Paysandú, Uruguay. pp: 121-128.
29. Cumming y col (1982). The time of oestrus and ovulation following various synchronisation techniques using progesterone impregnated intravaginal devices. *Australian Veterinary Journal.* 59:14-20.
30. Darwash, AO; Lamming, GE y Royal, MD (2001). A protocol for initiating oestrus and ovulation early postpartum in dairy cows. *Anim. Sci.* 72:539-546.
31. de Vries, MJ y Veerkamp, RF (2000). Energy balance of dairy cattle in relation to milk production variables and fertility. *J Dairy Sci.* 83:62-69.
32. Drackley, JK (1999). Biology of dairy cow during the transition period: the final frontier? *J Dairy Sci.* 82: 2259-2273.
33. Edmonson y col (1989). A body condition scoring chart for holstein dairy cows. *J Dairy Sci.* 72:68-78.
34. Ernst, O (2004). Uso del suelo en los tambos relevados. Proyecto: "Interacción alimentación-reproducción" Informe final 2003. CONAPROLE. pp:1-52.
35. Galina, CS y Arthur, GH (1991). Reinicio de la actividad ovárica posparto. Factores que la afectan. XIX Jornadas Uruguayas de Buiatría. Paysandú,

Uruguay. pp: F1-F17.

36. Garcia, A (1999). Importancia de la digestibilidad de la fibra sobre la producción animal. XXVII Jornadas Uruguayas de Buiatría. Paysandú, Uruguay. pp:24-30.
37. Garcia-Bojalil y col (1998). Protein degradability and calcium salts of long-chain fatty acids in the diets of lactating dairy cows: Productive responses. *J Dairy Sci.* 81:1374-1384.
38. Gatica, R (1993). Causas, incidencia, control y tratamiento de Anestro. XXI Jornadas Uruguayas de Buiatria. Paysandú, Uruguay. pp: C1-C24.
39. Grum y col (1996). Production, digestion, and hepatic lipid metabolism of dairy cows fed increased energy from fat or concentrate. *J Dairy Sci.* 79:1836-1849.
40. Grummer, RR (1995). Impact of changes in organic nutrient metabolism on feeding the transition dairy cow. *J Anim Sci.* 73: 2820-2833.
41. Grummer, RR; Mashek, DG y Hayirli, A (2004). Dry matter intake and energy balance in the transition period. *Vet .Clin. N.A Food Anim.Pract.* 20:447-470.
42. Holden y col (1994). Ruminant digestion and duodenal nutrient flows in dairy cows consuming grass as pasture, hay, or silage. *J Dairy Sci.* 77:3034-3042.
43. Holtenius y col (2003). Effects of feeding intensity during the dry period. 2. Metabolic and hormonal responses. *J Dairy Sci.* 86:883-891.
44. Huszenicza y col (2001). Plasma leptin concentration and its interrelation with some blood metabolites, metabolic hormones and the resumption of cyclic ovarian function in postpartum dairy cows supplemented with Monensin or inert fat in feed. In *Fertility in the high-producing dairy cow.* Ed MG Diskin. Edinburgh: British Society of Animal Science. pp 405-409.
45. Ibarra, D (2002). Indicadores reproductivos de la cuenca lechera de CONAPROLE en los servicios de otoño 2001. X Congreso Latinoamericano de Buiatría, XXX Jornadas Uruguayas de Buiatría. Paysandú, Uruguay. pp: 256-258.
46. Ibarra, D y Chilbroste, P (2004). Evolución de la condición corporal y variables reproductivas. Proyecto: "Interacción alimentación-reproducción" Informe final 2003. CONAPROLE. pp:1-52.
47. Kadokawa y col (2000). Relationships between changes in plasma concentrations of leptin before and after parturition and the timing of first postpartum ovulation in high-producing Holstein dairy cows. *Reprod Fertil Dev.* 12: 405-411.
48. Khalili y col (2001). Effects of type and treatment of grain and protein source on dairy cow performance. *Anim. Sci.* 72:573-584.
49. Kolver, ES y Müller, LD (1998). Performance and nutrient intake of high producing Holstein cows consuming pasture or a total mixed ration. *J Dairy Sci.* 81:1403-1411.
50. Komaragiri, VS; Casper, DP y Edman, RA (1998). Factors affecting body tissue mobilization in early lactation dairy cows. 2. Effect of dietary fat on mobilization of body fat and protein. *J Dairy Sci.* 81:169-175.
51. Krall, E y Bonnacarrere, LM (1997). Relación entre el estado corporal y la producción de leche y su composición. *Revista Cangué (EEMAC).* N°11. pp: 2-6.
52. Laborde, D (2004). Las estrategias de mejoramiento genético del ganado lechero en Uruguay: coincidencias y contradicciones. XXXII Jornadas Uruguayas de Buiatría. Paysandú, Uruguay. pp: 79-88.
53. Lammoglia y col (1998). Induced and synchronized estrus in cattle: dose titration

- of estradiol benzoate in peripuebertal heifers and postpartum cows after treatment with an intravaginal progesterone-releasing insert and prostaglandin F2 alfa. *J. Anim. Sci.* 76:1662-1670.
54. Leiva, E, Hall, MB y Van Horn, HH (2000). Performance of dairy cattle fed citrus pulp or corn products as sources of neutral detergent-soluble carbohydrates. *J Dairy Sci.* 83: 2866-2875.
 55. Lemaire, C (18/05/2005). Manejo reproductivo en rodeos lecheros. Comunicación Oral. Sociedad Rural de Rio Negro, Young.
 56. Lotthamer, KH (1992). Influencia de algunos factores nutricionales sobre metabolitos, enzimas y minerales en el suero sanguíneo y leche de vacas lecheras. VII Congreso Latinoamericano de Buiatría, XX Jornadas Uruguayas de Buiatría. Paysandú, Uruguay. pp:K1-K20.
 57. Louca, A y Legates, JE (1976). Production losses in dairy cattle due to days open. *J Dairy Sci.* 51:573-583.
 58. Lucy, MC (2000). Regulation of Ovarian Follicular Growth by Somatotropin and Insulin-Like Growth Factors in Cattle. *J Dairy Sci.* 83:1635–1647.
 59. Lucy, MC (2001). Reproductive loss in high-producing dairy cattle: Where will it end? *J Dairy Sci.* 84:1277-1293.
 60. Lucy y col (2001). Efficacy of an intravaginal progesterone insert and an injection of PGF2 α for synchronizing estrus and shortening the interval to pregnancy in postpartum beef cows, peripubertal beef heifers, and dairy heifers. *J. Anim. Sci.* 79:982-995.
 61. Lucy, MC; McDougall, S y Nation, DP (2004). The use of hormonal treatments to improve the reproductive performance of lactating dairy cows in feedlot or pasture-based management systems. *Anim. Reprod. Sci.* 82-83:495-512.
 62. Mackey y col (2000). The effect of acute nutritional change on follicle wave turnover, gonadotropin, steroid concentration in beef heifers. *J Anim Sci.* 78:429-442.
 63. McDougall, S y Loeffler, S (2004). Resynchrony of postpartum dairy cows previously treated for anestrus. *Theriogenology.* 61:239-253.
 64. Meikle y col (2004). Effects of parity and body condition at parturition on endocrine and reproductive parameters of the cow. *Reproduction.* 127: 727-737.
 65. Morrow, DA (1980). Record essential for reproductive herd health in cattle. In: current therapy in theriogenology. I. Ed. By DA Morrow. B Saunders. NY. pp:552-559.
 66. Nakao, T (1998). El uso de GnRH y PGF2 α para mejorar la eficiencia reproductiva en los Bovinos. XXVI Jornadas Uruguayas de Buiatría. Paysandú, Uruguay. pp 30-32.
 67. Noseir, W (2003). Ovarian follicular activity and hormonal profile during estrous cycle in cows: the development of 2 versus 3 waves. *Reproductive Biology and Endocrinology.* 1:50.
 68. Pereira, MN y Armentano, LE (2000). Partial replacement of forage with nonforage fiber sources in lactating cow diets. II. Digestion and rumen function. *J Dairy Sci.* 83:2876-2887.
 69. Pereira y col (2003). Effect of different forages preserved in silage form on feed intake and milk production of lactating cows. *Semina Ciências Agrárias, Londrina.* V24, N° 1. pp:103-112.

70. Petit, HV (2002). Digestion, milk production, milk composition of dairy cows fed whole flaxseed. *J Dairy Sci.* 85:1482-1490.
71. Petit, HV, Germiquet, C y Lebel, D (2004). Effect of feeding whole, unprocessed sunflower seeds and flaxseed on milk production, milk composition, and prostaglandin secretion in dairy cows. *J Dairy Sci.* 87:3889-3898.
72. Reis, RB y Combs, DK (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.
73. Reist y col (2003). Postpartum reproductive function: association with energy, metabolic and endocrine status in high yielding dairy cows. *Theriogenology.* 59:1707-1723.
74. Reynolds y col (2004). Visceral tissue mass and rumen volume in dairy cows during the transition from late gestation to early lactation. *J Dairy Sci.* 87: 961-971.
75. Rhodes y col (2002). Effect of treatment with progesterone and oestradiol benzoate on ovarian follicular turnover in postpartum anoestrus cows and cows which have resumed oestrous cycles. *Anim. Reprod. Sci.* 69:139-150.
76. Roche, JF y Diskin, MG (2005a). Efecto de la nutrición sobre la eficiencia reproductiva de los Bovinos. XXXIII Jornadas Uruguayas de Buiatría. Paysandú, Uruguay. pp:21-26.
77. Roche, JF y Diskin, MG (2005). Inducción hormonal de la ovulación y sincronización del celo en Bovinos. XXXIII Jornadas Uruguayas de Buiatría. Paysandú, Uruguay. pp:27-32.
78. Roche, JR; Kolver ES y Kay, JK (2005). Influence of precalving feed allowance on periparturient metabolic and hormonal responses and milk production in grazing dairy cows. *J Dairy Sci.* 88: 677-689.
79. Ruegg y col (1992). Relation among body condition score, milk production, and serum urea nitrogen and cholesterol concentrations in high-producing Holstein dairy cows in early lactation. *Am J Vet Res.* 53 (1): 5-14.
80. Schams y col (1978). Profiles of LH, FSH and progesterone in postpartum dairy cows and their relationship to the commencement of cyclic functions. *Theriogenology.* 10:453-468.
81. Schroeder, GF y Gangliostro, GA (2000). Fishmeal supplementation to grazing dairy cows in early lactation. *J Dairy Sci.* 83:2899-2906.
82. Smith y col (1984). Insemination of Holstein heifers at a present time after estrous cycle synchronization using progesterone and prostaglandin. *J Anim. Sci.* 58(4):792-800.
83. Soliman y col (2002). Serum leptin levels during the periparturient period in Cows. *J. Vet. Med. Sci.* 64(11): 1053-1056.
84. Stevenson, JS y Britt, JH (1979). Relationships among luteinizing hormone, estradiol, progesterone, glucocorticoids, milk yield, body weight and postpartum ovarian activity in Holstein cows. *J Anim Sci.* 48:570-577.
85. Taylor y col (2004). Relationships between the plasma concentrations of insulin-like growth factor-1 in dairy cows and their fertility and milk yield. *The Veterinary Record,* 155: 583-588.
86. Taylor y col (2003). Metabolic profiles and progesterone cycles in first lactation dairy cows. *Theriogenology.* 59:1661-1677.

87. Vazquez-Añon y col (1994). Peripartum liver triglyceride and plasma metabolites in dairy cows. *J Dairy Sci.* 77: 1521-1528.
88. Webb y col (1980). Plasma progesterone and gonadotrophin concentrations and ovarian activity in postpartum dairy cows. *J Reprod Fertil.* 59:133-143.
89. White y col (2002). Milk production and economic measures in confinement or pasture systems using seasonally calved Holstein and Jersey cows. *J Dairy Sci.* 85:95-104.
90. Wiltbank, MC; Gumen, A y Sartori, R (2002). Physiological classification of anovulatory conditions in cattle. *Theriogenology.* 57:21-52.
91. Wittwer y col (1987). Análisis de los resultados de perfiles metabólicos obtenidos en rebaños lecheros en Chile. *Arch Med Vet.* XIX (2):35-44.
92. Wright, PJ y Malmø, J (1992). Pharmacologic manipulation of fertility. *Vet. Clinics of North America: Food Animal Practice.* Vol 8. N°1. pp:57-89.
93. Wu y col (2001). Milk production of fall-calving dairy cows during summer grazing of grass or grass-clover pasture. *J Dairy Sci.* 84: 1166-1173.
94. Zanoniani y col (2004). Manejo del pastoreo y producción del forraje: resultados del monitoreo realizado durante el año 2003. Proyecto: "Interacción alimentación-reproducción" Informe final 2003. CONAPROLE. pp:1-28.
95. Direcciones electrónicas:
www.mgap.gub.uy/Diea- fecha de consulta 30 de julio de 2005.