

**UNIVERSIDAD DE LA REPÚBLICA**

**FACULTAD DE AGRONOMÍA**

**DESEMPEÑO DE VACAS HEREFORD GESTANDO Y  
AMAMANTANDO TERNEROS PUROS Y CRUZA BONSMARA EN  
CONDICIONES PASTORILES DEL URUGUAY**

por

**Martín ALVAREZ LOURENCO  
Pablo GÓMEZ PÉREZ  
Martín TAULLARD SILVA**

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

**MONTEVIDEO  
URUGUAY  
2011**

Tesis aprobada por:

Director: -----

Ing. Agr. Phd. Ana C. ESPASANDIN

-----

Ing. Agr. Phd. Jorge I. URIOSTE

-----

Lic. en Biol. Jimena LAPORTA

Fecha: 30 de marzo del 2011

Autor: -----

Martín ALVAREZ LOURENCO

Autor: -----

Pablo GÓMEZ PÉREZ

Autor: -----

Martín TAULLARD SILVA

## AGRADECIMIENTOS

A nuestra docente y orientadora de tesis Ana C. Espasandín y las docentes Ana Laura Astesianos, Mariana Carriquiry y a Verónica Gutiérrez, por su respaldo en la realización y comprensión de los diferentes datos experimentales obtenidos.

A nuestras familias por el invaluable apoyo brindado durante el transcurso de la carrera.

Al personal de la Estación Experimental “Dr. A. Mario Cassinoni” que brindó su apoyo en las tareas realizadas, así como también a los estudiantes Néstor Tecco y Paula Batista, con los cuales compartimos labores para las respectivas tesis de grado.

## TABLA DE CONTENIDO

	Página
PÁGINA DE APROBACIÓN.....	II
AGRADECIMIENTOS.....	III
LISTA DE CUADROS E ILUSTRACIONES.....	VII
1. <u>INTRODUCCIÓN</u> .....	1
1.1. OBJETIVOS .....	5
1.2. HIPOTESIS.....	6
2. <u>REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA</u> .....	7
2.1. MARCO GENERAL.....	7
2.2. METABOLITOS EN SANGRE Y SU IMPORTANCIA....	9
2.2.1. <u>Proteína</u> .....	9
2.2.2. <u>Urea</u> .....	11
2.2.3. <u>Colesterol</u> .....	13
2.2.4. <u>Glucosa</u> .....	15
2.3. EL BALANCE DE ENERGÍA Y CAMBIOS METABÓLICOS EN EL PREPARTO.....	17
2.4. CAMBIOS METABÓLICOS EN EL POSPARTO.....	23
2.5. REINICIO DE LA CICLICIDAD.....	28
2.6. CONDICIÓN CORPORAL.....	29
2.6.1. <u>Desarrollo de la escala de condición                 corporal para Uruguay</u> .....	31
2.6.2. <u>Relación entre la condición corporal de las                 vacas al parto y el reinicio de la ciclicidad</u> .....	36

2.7. EFECTO DEL CRUZAMIENTO EN EL LARGO DE GESTACIÓN .....	38
2.8. EFECTO DEL CRUZAMIENTO EN EL PESO AL NACIMIENTO.....	40
2.9. CARACTERIZACIÓN DE LA RAZA BONSMARA.....	42
3. <u>MATERIALES Y METODOS</u> .....	47
3.1. UBICACIÓN DEL EXPERIMENTO.....	47
3.1.1. <u>Características de la estación experimental</u> .....	47
3.2. CARACTERÍSTICAS DEL EXPERIMENTO.....	48
4. <u>RESULTADOS Y DISCUSIÓN</u> .....	56
4.1. EVALUACIÓN DE PARÁMETROS CLIMÁTICOS Y CANTIDAD DE FORRAJE.....	56
4.2. EVOLUCIÓN DEL PESO EN LAS VACAS.....	59
4.3. EVOLUCIÓN DE LA CONDICIÓN CORPORAL .....	63
4.4. EVOLUCIÓN DE LA CONDICIÓN CORPORAL Y PESO, Y SU RELACIÓN CON LOS NIVELES DE METABOLITOS.....	65
4.4.1 <u>Evolución sérica de proteína</u> .....	67
4.4.2 <u>Evolución sérica de urea</u> .....	69
4.4.3 <u>Evolución sérica de colesterol</u> .....	72
4.4.4 <u>Evolución sérica de glucosa</u> .....	74
4.5. LARGO DE GESTACIÓN .....	75
4.6. PESO AL NACIMIENTO.....	77
5. <u>CONCLUSIONES</u> .....	79
6. <u>RESUMEN</u> .....	80

7. <u>SUMMARY</u> .....	82
8. <u>BIBLIOGRAFIA</u> .....	83
9. <u>APÉNDICES</u> .....	108

## LISTA DE CUADROS E ILUSTRACIONES

Cuadro No.	Página
1. Principales características de las diferentes categorías de condición corporal.....	34
2. Medias fenotípicas de la raza Bonsmara obtenidas en diferentes Estaciones Experimentales de Sudáfrica.....	44
3. Correspondencia del periodo post y preparto con los momentos en estudio.....	54
4. Composición y disponibilidad de forraje de la pastura ofrecida durante el período experimental.....	58
5. Largo de gestación (en días) de vacas gestando terneros machos y hembras BH y HH .....	76
6. Pesos al nacimiento de los terneros según genotipo y sexo.....	77

### Figura No.

1. Evolución de la ingestión de materia seca durante el periodo pre y posparto.....	21
2. Equivalencias entre dos escalas, del 1 al 5 y del 1 al 8.....	35
3. Esquema de actividades realizadas en el periodo experimental.....	49
4. Régimen hídrico registrado en el año en estudio y valores de la serie histórica registrados en Paysandú.....	56
5. Serie histórica y temperaturas media registradas en el año en estudio en Paysandú.....	57

6. Evolución del peso vivo de las vacas en función de los diferentes momentos en estudio (media y error estándar).....	60
7. Evolución de la condición corporal de las vacas según raza del ternero en función de los momentos (media y error estándar).....	63
8. Evolución del peso y evolución de la condición corporal media de las vacas .....	66
9. Evolución de la concentración sérica de proteína en función de los diferentes momentos (media y error estándar).....	68
10. Evolución de la concentración sérica de urea en función de los diferentes momentos (media y error estándar).....	70
11. Evolución de la condición corporal y la concentración sérica de urea en función de los momentos.....	71
12. Evolución de los niveles séricos de colesterol en función de los diferentes momentos (media y error estándar).....	73

## 1. INTRODUCCIÓN

La producción ganadera nacional está basada en la alimentación de los animales en forma extensiva. A pesar del aumento de la producción agrícola, la ganadería continúa ocupando actualmente el 80% de la superficie agropecuaria total según información de URUGUAY. MGAP. DIEA (2009).

No obstante, la presente coyuntura de precios hace del negocio agrícola una mejor opción que la ganadería, viéndose esta última desplazada de zonas que tradicionalmente eran ganaderas. En este cambio, la fase del ciclo que más se ha visto perjudicada es la cría, que al ser la menos eficiente desde el punto de vista biológico (y por ende económico), ha quedado relegada a recursos forrajeros de menor calidad y los suelos de menor fertilidad.

La ineficiencia del uso de la energía en el proceso de la cría, dado que una vaca de cría destina el 70% de la energía que consume a mantenimiento de sus funciones vitales (Dickerson, 1978); ha sido la principal causa por la cual la cría se sitúa cada vez más sobre pastizales nativos donde no se pueda desarrollar la invernada (Orcasberro et al., 1992).

La restricción en la oferta de forraje que ocurre durante el invierno en los pastizales nativos no permite satisfacer los elevados requerimientos nutricionales de vacas en gestación debido a una insuficiente ingestión de energía (Orcasberro, 2000).

El balance energético negativo en vacas se debe a las interacciones de diferentes variables como cantidad y calidad de forraje consumido, nutrientes almacenados como reservas corporales, y prioridad de otras funciones

fisiológicas sobre la reproducción en el uso de los nutrientes. Esto, junto al amamantamiento lleva a un prolongado anestro post parto (Short et al., 1990).

Los rumiantes al enfrentarse a fluctuaciones estacionales en cantidad y calidad de forraje, siguen un patrón cíclico de cambios en el peso vivo y en la composición corporal, alternando periodos de balance energético positivo y negativo (Robinson et al., 1999).

Los cambios en la condición corporal (CC) a lo largo de la gestación van acompañados de cambios a nivel metabólico. La contribución al perfil metabólico del tejido corporal movilizado fluctúa según el estado fisiológico de la vaca, la época del año y el balance de nitrógeno (Robinson et al., 1999).

Es así que durante el último tercio de la gestación se produce un aumento sustancial de las necesidades energéticas debido al desarrollo fetal y a las necesidades de síntesis de calostro. El 60% de la acumulación de masa fetal se da en los últimos dos meses de gestación, periodo en el que la demanda de nutrientes específicos, como glucosa y amino-ácidos (aa), aumenta significativamente (Bell, 1995). Al presentar un balance energético negativo, los niveles de glucosa e insulina en sangre decaen, llevando como consecuencia la movilización de reservas (Grummer, 1995).

Este escenario deriva en resultados poco satisfactorios, y muy sujetos a las condiciones climáticas de cada año. La situación se ve aún más agravada en la región norte de nuestro país, donde los indicadores de humedad y temperatura mantienen duraciones promedio entre 8 y 16 horas por día de estrés en bovinos de las razas utilizadas en el país (Saravia y Cruz, 2003).

El uso de recursos genéticos capaces de sobrellevar con menor estrés condiciones de temperatura y humedad, aliado a un menor uso de medicamentos podría derivar en mayores indicadores en las fases de cría e invernada, así como disminuir los costos de producción asociados al uso de productos veterinarios (Frisch y Vercoe, 1979).

Existen otras alternativas para levantar estas limitantes como lo son las genéticas, entre ellas la selección entre y dentro de razas y cruzamientos (Cardellino y Rovira, 1987). En los últimos años, ha sido introducida en la región la raza Bonsmara, de origen Africano. Esta raza, considerada sintética por su composición (5/8 Afrikánder, 3/16 Shorthorn y 3/16 Hereford) fue creada y seleccionada en la estación Mara de la Universidad de Pretoria (Sud África) (Bonsma, 1985). Se destaca por características de adaptabilidad como tolerancia a altas temperaturas, mayor resistencia a parásitos y altas tasas de fertilidad, según reportes.

En nuestro país la raza fue introducida en el año 2005 por un productor (Johannes van Eeden) de la zona de Castillos, Rocha. En dicho año se importaron 80 embriones y 400 dosis de semen, tanto desde Argentina como desde Estados Unidos, principalmente por no contar en el país con un acuerdo sanitario que permitiera la importación directa desde Sudáfrica.

En noviembre de 2005 nacieron los primeros terneros Bonsmara x Hereford, y en febrero de 2006 nació el primer Bonsmara puro, producto del transplante de embriones.

Hasta la fecha 12 productores en los departamentos de Tacuarembó, Salto, Florida y Rocha han probado la raza en sus rodeos.

En mayo del 2010 se aprobó el protocolo sanitario que permitirá la importación de material genético desde el continente Africano, con lo cual se abre una puerta a un incremento en las entrada de genética que eventualmente se traducirán en una vía de incremento para la producción nacional.

Debido a barreras sanitarias, su uso en el mundo es de reciente aparición, siendo evaluada en algunas estaciones experimentales en su potencial como raza terminal para producción de carcasas de calidad (Cundiff, 2005). No obstante, en nuestros sistemas de producción presenta grandes atractivos para los sistemas criadores, tanto como raza pura o en sus cruzas.

A partir del año 2008 la Estación Experimental “Dr. Mario A. Cassinoni” en convenio con el sector productivo comenzó la evaluación de esta raza en su cruce con la raza Hereford, con el objetivo de evaluar las generaciones cruza obtenidas. En base a esto, es importante el estudio bajo nuestras condiciones de los cambios en el peso vivo, CC y así como metabolitos (proteína, urea y colesterol) indicadores de movilización de tejidos, y que tienen lugar en el periparto en vacas gestando terneros puros Hereford vs. cruce Bonsmara x Hereford.

## 1.1 OBJETIVOS

Este trabajo tiene como objetivo estudiar la evolución del largo de gestación, peso vivo, condición corporal, proteína, urea, colesterol y glucosa en sangre, de vacas multíparas Hereford gestando terneros Hereford puros o Bonsmara x Hereford.

Como objetivos específicos se plantea:

- el análisis de las variables peso al nacer, facilidad-dificultad de parto y porcentaje de preñez logrado en el siguiente período de inseminación.
- el estudio del efecto de los padres Bonsmara sobre las variables registradas.
- la descripción de la evolución del peso vivo, condición corporal y la concentración de los diferentes metabolitos en sangre: urea, proteína total, colesterol y glucosa, en el último tercio de gestación y peri parto de vacas multíparas Hereford gestando terneros puros (Hereford x Hereford) o terneros cruza (Bonsmara x Hereford).
- se estudió la relación entre la concentración de dichos metabolitos con los cambios en la condición corporal y peso vivo durante el periodo evaluado.

## 1.2 HIPOTESIS

Los objetivos anteriormente expuestos son planteados sobre la hipótesis que la evolución de los diferentes indicadores antes mencionados, será diferente en relación al genotipo del ternero. Esto es que la inclusión de una nueva raza sobre la base del rodeo nacional podría traer aparejados beneficios y/o perjuicios que se analizarán mediante las variables estudiadas.

El genotipo del ternero (puro o cruza) afecta la concentración de metabolitos séricos (proteína, urea, colesterol y glucosa) de la vaca durante la gestación y lactancia, pudiendo incidir en la tasa de preñez e intervalo parto concepción siguiente.

El genotipo del ternero (puro o cruza) afecta el largo de gestación, el peso al nacimiento y la facilidad-dificultad al parto.

## 2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

En esta revisión bibliográfica intentaremos realizar una descripción de los indicadores que tienen importancia en la gestación y la concepción siguiente. Comenzaremos analizando los metabolitos en sangre (proteína, urea, colesterol y glucosa). Luego se estudiará el balance de energía y los cambios metabólicos en el pre y posparto, sus efectos en el reinicio de la ciclicidad, y cómo se relaciona con la condición corporal.

A continuación se procederá al estudio del largo de la gestación, peso al nacimiento, finalizando con una descripción de la raza Bonsmara.

### 2.1 MARCO GENERAL

En nuestro país tiene importancia central elegir la época de entore correcta ajustando los requerimientos nutritivos de los vientres a la disponibilidad de la pastura a lo largo del año.

La época de entore debe coincidir con un buen momento en el que normalmente el estado corporal de los vientres sea el adecuado (puntaje no menor a 5). En nuestro país, esta época coincide con servicios de fines de primavera y comienzos de verano con el fin de obtener mayor fertilidad en el rodeo, conllevando pariciones a fines de invierno, principio de primavera. Como consecuencia de esto encontramos que el último tercio de gestación, que es la parte de mayor demanda de nutrientes, coincide con la época de menor aporte de forraje del campo natural. Por ende, las vacas paren en baja condición corporal trayendo aparejado un anestro post parto prolongado.

Las pasturas naturales en el Uruguay constituyen la principal fuente de alimentación en los establecimientos ganaderos, y la única en la gran mayoría de ellos. La producción de forraje de estas pasturas naturales está estrechamente relacionada con los parámetros climáticos y meteorológicos, sobre todo con las precipitaciones, que muestran una gran variabilidad estacional y entre diferentes años (Berretta et al., 1999).

La producción de forraje primavera-estival, puede variar desde el 60 al 85% y la invernal entre el 6 y el 15%, dependiendo del tipo de suelo (Bemhaja, 1991).

El invierno se presenta como la estación de menor tasa de crecimiento promedio. Esta restricción en la oferta de forraje no permite satisfacer los elevados requerimientos nutricionales de vacas en gestación avanzada, sobre todo debido a una insuficiente ingestión de energía. Debido a la baja disponibilidad de forraje se produce un elevado gasto energético por actividad del pastoreo (Orcasberro, 2000).

Cuando los requerimientos de nutrientes son mayores al consumo neto de nutrientes, los animales usan sus reservas corporales para satisfacer este déficit, lo cual se manifiesta en el balance de energía neta (Robinson et al., 1999).

Los efectos de la nutrición durante la gestación sobre el desarrollo y crecimiento del feto dependen en gran medida del momento considerado del período de gestación (Robinson et al., 1977).

Durante el último tercio de la gestación el crecimiento del feto es más rápido, su peso asciende a un 85% del peso al nacimiento (Robinson et al.,

1977). Las necesidades nutritivas (como por ejemplo glucosa y amino-ácidos) aumentan considerablemente como consecuencia del crecimiento y desarrollo del útero grávido (feto, anexos fetales y útero), desarrollo mamario y aumentos en la producción de calor que se producen en un animal gestante. En esta etapa de la gestación, la alimentación materna ejerce una gran influencia sobre el desarrollo del feto y por lo tanto, sobre el peso de los terneros al nacimiento.

## 2.2 METABOLITOS EN SANGRE Y SU IMPORTANCIA

La concentración de metabolitos sanguíneos se ha utilizado más comúnmente para determinar el estado nutricional y sanitario de los animales. Varios estudios han demostrado diferencias en los parámetros metabólicos debidas a variaciones en la temperatura (estacional), así como también a variaciones asociadas a la raza y al estado fisiológico en el que se encontraban (Grünwaldt et al., 2005). De la misma manera, en ganado de carne se han asociado los metabolitos séricos (glucosa, ácidos grasos no esterificados y nitrógeno ureico) con el crecimiento de los animales (Ellenberger et al., 1989).

Muchos metabolitos sanguíneos y hormonas metabólicas ofician de señales y forman parte de las relaciones de causa-efecto entre la nutrición energética y la reproducción (Caton y Dhuyvetter, 1997).

### 2.2.1 Proteína

La mayoría de las proteínas plasmáticas se sintetizan en el hígado, exceptuando a las inmunoglobulinas que se forman en las células plasmáticas del bazo, los nódulos linfáticos y la médula ósea. Las dos causas generales de

la alteración de la proteína total sérica son cambios en el volumen de agua plasmática y cambios en la concentración de una o varias proteínas séricas.

Las proteínas sanguíneas adquieren fundamental importancia en funciones vitales para el animal. Entre dichas funciones se encuentran participación en la presión coloidosmótica de la sangre (presión osmótica debida a las proteínas plasmáticas que aparece entre el compartimiento vascular e intersticial), tiene un rol fundamental en el equilibrio ácido base, interviene en la coagulación sanguínea. Además existen muchas proteínas con actividades enzimáticas y otras que se comportan como fracciones del complemento o reactantes de fase aguda (Coppo, 2001).

El nivel de proteínas totales presentes en el suero nos indica a priori el estado nutricional y metabólico de la vaca. Un buen nivel de proteínas en suero indica un correcto estado de la vaca (Blum et al., 2000); por su parte la disminución de los contenidos séricos puede asociarse con situaciones de hiponutrición (Rodríguez et al., 1985).

La hiperproteïnemia puede ser debida a deshidratación (aportes insuficientes de agua, diarreas severas y ceto-acidosis), o a un aumento de la concentración de proteínas específicas (inmunoglobulinas en infecciones). La hipoproteïnemia se puede producir a causa de una hemo dilución (síndrome de retención salina), por un defecto en la síntesis proteica (mal nutrición severa, enfermedades hepáticas crónicas, mala absorción intestinal) o por pérdidas excesivas debidas a enfermedades renales crónicas (Tietz 1986, Friedman y Young 1997).

A pesar de que los aminoácidos no son el sustrato primario, estos contribuyen de manera importante a la gluconeogénesis en rumiantes, excepto

leucina y lisina, los cuales son completamente cetogénicos; alanina y glutamina contribuyen entre el 40 y 60% del potencial glucogénico de todos los aminoácidos (Wolf et al. 1972, Bergman y Heitman 1978, Bergman 1986). La posibilidad de adaptaciones específicas en el metabolismo de los aminoácidos durante la preñez; en particular la del músculo esquelético, también deben ser examinados.

En un estudio realizado en ovejas se observó una importante capacidad de movilización de los aminoácidos de los tejidos de la madre y se pudo apreciar la disminución de los depósitos de proteína del tejido y el peso del músculo semitendinoso en dichas ovejas alimentadas con una dieta baja en proteína (8% PC) al final de la gestación (McNeill, citado por Bell, 1995).

En otro estudio realizado, a pesar de un aumento de la ingesta de proteínas en ovejas a finales de gestación, se redujeron las concentraciones de urea en sangre en comparación con los controles no gestantes (Herriman et al., 1976), lo que implica una reducción del catabolismo de los aminoácidos a nivel hepático.

### 2.2.2 Urea

La urea es el metabolito resultante de la detoxificación hepática del amoníaco; este último es el residuo final del metabolismo de las proteínas.

Es sintetizada en el hígado como un producto de la desaminación de los aminoácidos. Su eliminación en la orina representa la principal vía de excreción de nitrógeno.

Se encuentran concentraciones elevadas de urea en plasma como consecuencia de una dieta hiperproteica, aumento del catabolismo proteico, luego de hemorragias gastrointestinales, ligeras deshidrataciones o tratamientos con glucocorticoides.

En los rumiantes, la urea es devuelta al rumen por vía sanguínea y salival, constituyendo un importante sustrato para la síntesis microbiana de aminoácidos. Además interviene en el mantenimiento de la presión osmótica y en la generación de hiperosmolaridad en la médula renal (Coppo, 2001).

El incremento en el consumo de proteína sobre pasante aumenta las concentraciones séricas de urea, debido a que al menos una parte de esta proteína no solamente es absorbida sino también catabolizada (Swanson et al., 2000), pero la principal fuente de variación, es la concentración de  $N-NH_3$  ruminal (Schor y Gagliostro, 2001).

En un trabajo realizado por Nevárez et al. (2000) en cabras gestantes y lactantes en pastoreo, encontró que la mayor concentración de urea plasmática se registró cuando el promedio de proteína del forraje consumido por los animales fue de 15,3% (época de lluvias); y las más bajas cuando el forraje consumido contenía 11,5% de proteína cruda (época seca).

Según Nevárez et al. (2000) esto permite comprender como es el metabolismo del nitrógeno en rumiantes, ya que cuando los mismos consumen menos de 13% de proteína en su dieta, es posible que se produzca, por una parte, una deficiencia de nitrógeno degradable en rumen y por otra parte, que los animales utilicen las reservas de urea sanguínea y entren en un balance negativo de nitrógeno provocado por la degradación de los tejidos corporales,

con el propósito de proporcionar el nitrógeno requerido para la síntesis de proteína microbiana en forma de urea.

No obstante, es desfavorable que el valor hemático de urea se eleve por encima de su intervalo de referencia pues ello estaría indicando exceso de amoníaco ruminal y desaprovechamiento del nitrógeno de la dieta por haber sido superada la capacidad de síntesis proteica de los microorganismos (Balbuena et al., 1998), como sucede al suplementar ganado con productos de elevada concentración proteica. Por lo tanto excesos en el contenido de proteína en la dieta (mayor a 16% de PC), puede no ser recomendado.

Estudios donde la dieta base estaba compuesta por altos niveles de proteína (15%), de alta degradabilidad ruminal, reportaron 66 % de incidencia del síndrome de vaca caída con alta tasa de muerte, comparado a una dieta de baja proteína (8% PC) (Julien et al., 1977).

### 2.2.3 Colesterol

El colesterol y los ésteres de colesterol son lípidos importantes en la dieta y provienen de las grasas y fosfolípidos de las plantas; es el esteroide más abundante en los tejidos animales, tanto libre como esterificado. Proviene como derivado del ciclopentanoperhidrofenantreno que posee el -OH del C<sub>3</sub> en posición cis o beta y un doble enlace entre el C<sub>5-6</sub>. Se presenta como un sólido de color blanco, insoluble en agua, muy soluble en cloroformo, benceno, etc. (Aranda et al., 2002).

El colesterol es un lípido estructural anfipático, el principal esteroide (núcleo esteroide de cuatro anillos fusionados) en los tejidos animales. Se sintetiza a

partir del acetil-CoA en el hígado (Lehninger et al., 1995). El acetil-CoA sirve como único precursor para la biosíntesis del colesterol. Aunque el hígado es el lugar principal de la síntesis del colesterol, se sabe que muchos otros tejidos sintetizan este esteroide, por ejemplo: intestino, piel, corteza adrenal, pared arterial y otros (Aranda et al., 2002).

Además, es un componente clave en las membranas en los animales superiores, teniendo una función específica como regulador de su fluidez. La concentración normal de colesterol en el plasma sanguíneo oscila entre 1,3 y 2,6 gramos/litro (Mac Donald et al., 1995).

El colesterol es el principal precursor de los ésteres de colesterol, ácidos biliares y hormonas esteroideas; el cual puede absorberse desde el intestino o sintetizarse por la mayoría de los tejidos a partir del acetato (Kaneko et al., 1997). Para que la molécula de colesterol pueda ser transportado en el plasma o linfa, debe unirse a una lipoproteína que lo solubiliza en el agua intravascular (Coppo et al., 2003).

Estas lipoproteínas son macromoléculas que incluyen un núcleo de lípidos hidrófobos y una zona superficial hidrofílica (fosfolípidos, colesterol no esterificado y apoproteínas). En los bovinos la mayor parte del colesterol se transporta en forma de lipoproteínas de alta densidad, principal precursor de las hormonas esteroideas (Grummer y Carroll 1988, Coppo et al. 2003).

La síntesis de colesterol es un proceso complejo y energéticamente caro, por lo que está finamente regulada. Cuando el colesterol sintetizado más el obtenido en la dieta supera la cantidad requerida para la síntesis de membranas, sales biliares y hormonas, la velocidad de síntesis se reduce

significativamente. Su alto costo hace inviable la acumulación del exceso intracelular del colesterol (Lehninger et al., 1995).

La biosíntesis está regulada en parte por el aporte de colesterol. Niveles dietéticos altos de colesterol o la presencia de precursores del mismo, dan lugar a una depresión de su síntesis hepática; los factores que causan disminución en los niveles de colesterol sirven para estímulo de la biosíntesis (Aranda et al., 2002).

El colesterol puede influir en la performance reproductiva de vacas de carne por ser precursor de hormonas esteroideas como la progesterona (Kappel et al. 1984, Ruegg et al. 1992). El descenso en los niveles de colesterol es detectado por el ovario perjudicando la síntesis de estas hormonas (Cook et al., 1996).

#### 2.2.4 Glucosa

La glucosa es la principal fuente de energía del organismo. La insulina, producida en el páncreas (en las células de los islotes del páncreas), facilita la entrada de glucosa en las células de los tejidos. Una deficiencia de insulina o una disminución de su actividad ocasionan un aumento de glucosa en la sangre.

La glucosa es un metabolito básico para el desempeño fisiológico, productivo y reproductivo del individuo (Araujo, 2002). Además, es necesaria para la producción de lactosa y por consiguiente limitante en la galactopoyesis (Grummer 1995, Rossato 2000). Es el nutriente principal que necesita el

metabolismo del útero grávido ya que éste, oxida la glucosa como combustible metabólico primario.

El dato de glucosa en sangre tiene un valor moderado de diagnóstico en la evaluación de la condición nutricional del ganado, ya que varía ligeramente en la sangre. La ingesta insuficiente de nutrientes puede reducir los valores séricos de la misma. En condiciones de desnutrición, los niveles en sangre de los precursores de propionato y otros derivados de la dieta, disminuyen, causando así una reducción en la velocidad de síntesis de la glucosa (Reynolds et al., 2003).

El estado fisiológico del animal afecta a la concentración de glucosa (Otto et al., 2000). Las concentraciones fueron más altas en vacas no gestantes y en vacas que no se encontraban en lactancia, en comparación con vacas en lactancia, debido a la alta demanda de energía para la producción de leche.

Los niveles de glucosa disminuyen en los animales con un aumento de la temperatura corporal y la tasa de respiración, normalmente esto se da en el verano. La calidad del alimento también afecta los niveles de glucosa en sangre. Por ejemplo, Chimonyo et al. (2000), observó una reducción significativa de los niveles de glucosa en plasma en invierno en las vacas.

En animales con balance energético negativo, tanto las concentraciones de glucosa como de insulina se presentan disminuidas (Beam y Butler 1999, Butler 2000).

### 2.3 EL BALANCE DE ENERGÍA Y CAMBIOS METABÓLICOS EN EL PREPARTO

El balance energético es el resultado de la diferencia entre las necesidades del animal y los aportes alimentarios. Durante las 2-4 últimas semanas de gestación se produce un aumento sustancial de las necesidades energéticas debido al desarrollo fetal y a las necesidades de síntesis de calostro. El 60% de la acumulación de masa fetal se da en los últimos dos meses de gestación, período en el que la demanda de nutrientes específicos, como glucosa y aminoácidos (aa), aumenta significativamente. En este mismo periodo, la tasa metabólica del feto en cuanto al consumo de oxígeno en relación a su peso específico, es aproximadamente el doble que la madre gestante (Bell, 1995).

Del total de sustratos que son oxidados a nivel del feto, la glucosa constituye del 50 al 70%. El 25% es aportado por el lactato, que proviene de la glucólisis placentaria anaeróbica de la glucosa materna (Bauman y Currie, 1980). Según Robinson et al. (1999), al existir subnutrición, se reduce significativamente el consumo de glucosa materna por parte del feto. A su vez dado que el transporte de glucosa a través de la placenta se produce por difusión facilitada (Stacey et al., 1978), éste depende del gradiente de concentración de glucosa del plasma materno-fetal y por lo tanto responden a los cambios en la glucemia materna. Ovejas privadas de energía, y presumiblemente vacas, son especialmente susceptibles a la hipoglucemia al final de la gestación (Bergman, 1973), lo que conduce a la reducción de la absorción de la glucosa por parte del útero y el feto (Hay et al. 1984, Leury et al. 1990).

Entre el 30 y el 40% del sustrato para la oxidación parecerían ser aminoácidos, los cuales en base a las mediciones de producción de urea del feto, son ampliamente catabolizadas por él (Faichney y White, 1987). De hecho, sólo el 32% del nitrógeno proveniente de los aminoácidos es tomado por el feto en la gestación tardía y es depositado como proteína en el tejido. Esto significa que el requisito del feto para metabolizar aminoácidos es aproximadamente tres veces el requerimiento neto proteico para el crecimiento. Se ha reportado una tasa promedio de deposición de proteína cruda de 74 g/d en fetos Holstein de entre 190 y 270 días de gestación, con una proyección de peso medio al nacer de 45kg (Bell et al., 1992). En base a estos resultados se estableció que el requisito de aminoácidos metabolizables para el crecimiento fetal es de alrededor de 220 g/d (Bell, 1995).

A diferencia de lo que pasa con la glucosa, la desnutrición materna (o por lo menos, ayuno durante 5 días) tiene poco efecto sobre la captación fetal de aminoácidos en ovejas a fines de gestación, presumiblemente debido a que el activo transporte placentario de la mayoría de los aminoácidos es en gran parte independiente de los cambios en la concentración de la sangre materna (Bell, 1993). Sin embargo, el destino de esta fuente fetal relativamente inalterada de aminoácidos metabólicos es notablemente distinto. La mayoría, si no todo, el déficit en glucosa disponible para la oxidación está cubierto por el aumento del catabolismo de los aminoácidos, a expensas de la síntesis de proteínas y la deposición en los tejidos fetales. Como resultado, se reduce el crecimiento fetal asociado al aumento de la síntesis y excreción de la urea por parte de la placenta (Bell, 1995).

Esto implica que la capacidad de la placenta para mantener el transporte de aminoácidos a pesar de una disminución de la oferta derivada de la madre, no es ilimitado. Por lo tanto, si la glucosa o los aminoácidos son los principales

nutrientes limitantes para el crecimiento fetal, durante una privación de energía o proteína, respectivamente, la disponibilidad de aminoácidos para la síntesis de proteína del tejido fetal parece ser de importancia central (Bell, 1995).

El metabolismo de los aminoácidos durante la preñez, fue analizado en vacas lecheras (Ling et al., 1987), y mostró evidencia preliminar del aumento de la síntesis de proteína hepática, a pesar de cambios en la ingesta proteica<sup>1</sup>. Esto es consistente con la moderada hipertrofia del hígado observado en ovejas a finales de la gestación (Campbell y Fell, 1970).

El menor consumo de materia seca y por ende el menor consumo de glucosa, son responsables de un balance energético negativo que inicia unas semanas antes del parto. Las estrategias maternas para acomodar el sustancial requerimiento de glucosa y aminoácidos del feto, incluyen cambios no sólo en el metabolismo de los hidratos de carbono y de las proteínas, sino también en el metabolismo de los lípidos. El embrión, o por lo menos en su porción fetal, no puede tomar ventaja directa de sustratos lipídicos movilizados por su madre. No obstante, el aumento de metabolización de estos sustratos por parte de la madre, sirve de sobra para la utilización de glucosa por parte de la madre y quizás, los aminoácidos usados por el embrión (Bell, 1995).

Cuando el animal presenta un balance energético negativo, los niveles de glucosa e insulina en sangre decaen, llevando como consecuencia la movilización de reservas (grasa principalmente). La degradación de la grasa corporal trae aparejado un aumento de ácidos grasos no esterificados en sangre que posteriormente serán utilizados por el hígado como combustible.

---

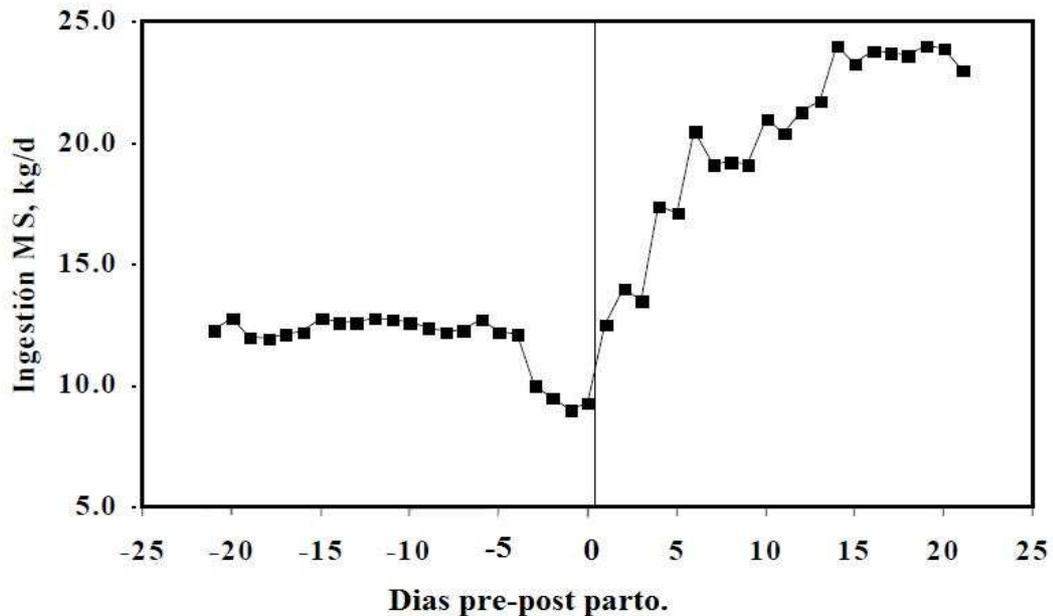
<sup>1</sup> Bell, A. W. 1995. Animal models for the study of adipose regulation in pregnancy and lactation (sin publicar).

Estos ácidos grasos se utilizan como fuente de energía en un proceso de oxidación, pero cuando la movilización de los ácidos grasos no esterificados es excesiva, se saturan las vías de metabolización y exportación de lípidos, y se generan vías hepáticas alternativas, entre las que la formación y exportación de cuerpos cetónicos, la formación y almacenamiento hepático de triglicéridos, son las más frecuentes (Grummer, 1995).

En caso de que esta situación se dé en el parto, esto traerá aparejado una disminución en la adaptación del hígado para el periodo post parto, lo que predispone al desarrollo del síndrome cetosis-hígado graso. Además, existen una serie de condicionantes que favorecen la movilización de grasa, entre los que destacan la situación estrogénica propia del parto (que favorece la movilización de grasa), el estrés causado por el manejo inadecuado o el exceso de calor (que libera cortisol y catecolaminas endógenas), y la hipocalcemia (que se asocia a una disminución de la ingestión de materia seca y el consecuente déficit energético) (Grummer, 1995).

Durante mucho tiempo se ha concentrado la atención de la movilización de grasa en el período postparto, donde el balance energético es más importante. Sin embargo, el balance energético negativo empieza a producirse en las semanas previas al parto, y la saturación hepática generada es una causa predisponente importante (Bertics et al., 1992). La concentración de ácidos grasos no esterificados (AGNE) en sangre se duplica entre los días -17 y +2 respecto al parto, y el contenido de triglicéridos en el hígado se triplica el día del parto respecto a 28 días preparto. Aunque parte de esta movilización se debe al estado endócrino del animal, la reducción en la ingestión de materia seca es el factor más importante (Grummer et al., 1990). Esta reducción en el consumo preparto, se puede observar en la Figura 1.

Figura 1. Evolución de la ingestión de materia seca durante el periodo pre y posparto



Fuente: Bertics et al. (1992).

Bertics et al. (1992) compararon los perfiles metabólicos, la ingestión y la producción postparto, y la incidencia de patologías en dos grupos de animales que se diferenciaron por su nivel de ingestión. Los animales cuya ingestión no se redujo en el preparto movilizaron menos grasa, moderaron el balance energético y proteico, y tuvieron una ingestión y producción lechera postparto mayor que aquellos animales cuya ingestión fue inferior durante el preparto. Vazquez - Añon et al. (1994), obtuvieron resultados similares. Estos trabajos sugieren que la ingestión de materia seca es el factor más importante en el control de ingestión de energía y en la generación del balance energético negativo, y su control en el preparto es fundamental (Chase 1993, Grummer 1995).

Cuando la movilización de grasa es excesiva, la aparición de cetosis e hígado graso es inevitable. La movilización de grasa en el parto es la responsable del engrasamiento del hígado, que en casos de balance energético negativo en el parto, éste se encuentra saturado el día del parto, y predispone a cetosis y el síndrome del hígado graso, que como consecuencia provoca disminución de la producción (Skaar et al. 1989, Bertics et al. 1992, Vazquez-Añon et al. 1994).

Tanto el peso vivo como la condición corporal, aunque preciso o subjetivo, son indicadores del estatus nutricional de los animales. Inadecuados niveles nutricionales (baja condición corporal), estarán afectando el comportamiento reproductivo del animal por mecanismos que controlan la actividad ovárica (Randel, 1990).

La glucosa y los aminoácidos son los principales nutrientes limitantes para el crecimiento fetal, por lo que una privación durante el final de esta etapa parece ser de gran importancia, afectando directamente la disponibilidad de aminoácidos para la síntesis de proteína del tejido fetal (Bell, 1995). En contraste, los requerimientos nutricionales de los rumiantes para deposición de grasas son insignificantes. Estudios realizados por Bell et al. (1992), estimaron que el requerimiento de grasas es menor al 5%, esto concuerda con lo citado por Ellenberger et al. (1950), que afirma que el contenido corporal de grasa es menor a 30 gr/kg para terneros recién nacidos.

Vacas que han tenido restricciones alimenticias en el parto y en pos parto, presentan una disminución en el tejido adiposo y baja concentración de insulina en el plasma. Frente a esta baja concentración de insulina, los ovarios van a requerir mayor tiempo (periodo post parto) para responder a la señal del pico de la hormona luteinizante (LH) y reiniciar la actividad ovárica. Esto sería la

explicación del bajo desempeño reproductivo de las vacas que llegan al parto con pobre condición corporal, producto de una baja nutrición preparto (Wiley et al., 1991).

La insulina cumple un rol tanto en la partición de nutrientes, así como influencia de los procesos reproductivos indirectamente. Aunque esa influencia en los procesos reproductivos aun no está clara, es posible que el mecanismo este dado por la capacidad de ejercer la misma acción que ejercen las gonadotrofinas pituitarias sobre el ovario, logrando estimular la producción de andrógenos y aumentando los receptores de LH (Rendel, 1990).

#### 2.4 CAMBIOS METABÓLICOS EN EL POSPARTO

Los procesos de lactación y gestación, donde intervienen hormonas del metabolismo, como lo son la somatotropina, insulina y cortisol, son responsables por la movilización de reservas energéticas y de la disponibilidad de colesterol para la síntesis de hormonas esteroideas, fundamentales en esos procesos metabólicos (Francisco et al., 2003).

Las concentraciones de colesterol en la etapa de lactogénesis van en aumento, atribuido esto a la movilización lipídica y el aumento en la síntesis de lipoproteínas plasmáticas como consecuencia de un balance energético negativo en la lactancia temprana (Rossato, 2000).

Muchos investigadores han propuesto que el aumento de los niveles plasmáticos de colesterol lleva a un aumento en la síntesis de progesterona (Park et al. 1983, Talavera et al. 1985, Williams 1989, Hawkins et al. 1995). Los niveles medios de colesterol total aumentaron paulatinamente desde la segunda

semana postparto hasta la décimo tercera (Delazari et al., 2000). Resultados similares fueron descritos en varios experimentos (Kronfeld et al. 1980, Kweon et al. 1986, Carroll et al. 1990). Se encontró que concentraciones elevadas de colesterol en plasma estimulan la división celular y la producción de IGF-1 en células de la granulosa (Bao et al. 1995, Thomas y Williams 1996). Este podría ser el mecanismo mediante el cual se afectaría los procesos reproductivos en vacas en anestro postparto, sin embargo en algunos casos no se observan estos efectos (Delazari et al., 2000).

La disminución más drástica de lipoproteínas de alta densidad (HDL) encontradas en los animales de menor condición corporal es un indicador de un déficit energético que no fue resuelto en la lactancia temprana y pueden estar relacionados con una disminución en la salida de lípidos desde el hígado con riesgo de sufrir engrasamiento hepático (Ceballos et al., 2002).

Los niveles ascendentes de lipoproteínas de baja densidad (LDL) que aparecen en animales de buena condición corporal es un indicador de una movilización de grasa compensada que se confirma por la escasa variación de la CC de dichos animales, habiendo transcurrido un mes luego del parto. Este fenómeno puede deberse a las bajas exigencias productivas, sumado a una alta reserva energética y a una nutrición que compensa en buena parte los requerimientos de las hembras (Giraldo et al., 2008).

El mismo autor trabajando en vacas Brahman, encontró que el colesterol total no presentó cambios significativos en el posparto, sin embargo la fracción HDL mostró una disminución altamente significativa ( $P < 0,005$ ) entre el pre ( $2,8 \pm 0,7$  mmol/L) y el posparto ( $2,2 \pm 0,3$  mmol/L), siendo más notorio en las hembras de menor CC. A su vez, no determinó efectos estadísticos significativos en las variaciones de las concentraciones sanguíneas de los

metabolitos estudiados, por el contrario, la fracción LDL sufrió un aumento altamente significativo ( $P < 0,005$ ), sobretodo en las hembras de mayor condición corporal, aumentando de  $0,4 \pm 0,2$  mmol/L en el parto a  $0,9 \pm 0,3$  mmol/L un mes después del parto.

Otros autores han relacionado, los aumentos posparto en las concentraciones plasmáticas de colesterol con la movilización energética en vacas que disminuyen su CC en este período (Ruegg et al. 1992, Whitaker y Kelly 1994, Ruas et al. 2000, Cavestany et al. 2005, Meikle et al. 2005).

Disminuciones en las concentraciones de glucosa luego del parto, independientemente de las dietas suministradas a los animales, han sido reportadas por diversos investigadores (Bell y Barman 1997, Ingvarsen y Andersen 2000) y fueron relacionadas con la alta demanda de glucosa de la glándula mamaria para la lactogénesis

En el inicio de la lactancia, la concentración de glucosa plasmática puede disminuir hasta un 25% a causa de una mayor utilización por parte de la glándula mamaria para la síntesis de lactosa, estímulo osmótico para la producción de leche (Ceballos, citado por Giraldo et al., 2008). En caso de vacas muy productivas, las fallas en el aporte de nutrientes originan una deprecación de las reservas del organismo durante la lactancia temprana que pueden provocar efectos negativos en el tiempo de retorno a la actividad ovárica, tasa de concepción y fertilidad (Boland y Lonergan, 2003).

A su vez, trabajos realizados por (Bauman y Vernon, citados por Wylie et al., 2008) sostienen que en lactación temprana, la resistencia a la insulina (disminución en la captación de glucosa al interior de la fibra muscular en respuesta a la hormona) en el músculo y en el tejido adiposo, indica que más

glucosa es particionada hacia la glándula mamaria para la síntesis de lactosa y de grasa en la leche. Por lo tanto la rápida caída en los valores de glucosa obtenidos en trabajos realizados por Wylie et al. (2008) pueden significar simplemente que su destino era la producción de leche para vacas de alto mérito genético.

En la lactancia temprana se presenta un marcado déficit energético, debido a la incapacidad del individuo de satisfacer sus requerimientos por medio de la ingesta. La situación metabólica hormonal es caracterizada por un estado de balance energético negativo que se expresa con hipoglicemia e hipoinsulemia. La hipoinsulinemia en la lactación temprana es parte de una serie de cambios coordinados que ocurren alrededor del parto para soportar la lactación. Bajos niveles de insulina plasmática reducen el consumo de glucosa por tejidos periféricos (adiposo y muscular) y facilita un mayor consumo de glucosa por la glándula mamaria (Butler, 2003).

Según Montiel y Ahuja (2005), vacas con balance energético negativo (niveles de glucosa por debajo de 30 mg/dL) la fertilidad es reducida. Otros estudios han encontrado que concentraciones alteradas de insulina (niveles bajos) pueden afectar el desarrollo folicular, madurez y sensibilidad al estímulo de la LH, lo que podría conducir a anovulación y formación de quistes (Vanholder et al., 2005).

Investigaciones recientes han demostrado que vacas productoras de carne durante el anestro pos parto con bajas concentraciones plasmáticas de insulina son incapaces de ovular un folículo dominante en respuesta al amamantamiento restringido, a pesar de presentar un incremento en la frecuencia pulsátil de LH (Diskin, citado por Giraldo et al., 2008).

Los bajos niveles de glucosa y colesterol HDL hallados un mes posparto, en vacas de menor condición corporal ( $\leq 7$ , en una escala del 1 al 9 siendo 1 muy flaca), indican una baja habilidad para la producción láctea y además pueden marcar un balance energético negativo peligrosamente prolongado, el cual podría comprometer el desempeño reproductivo de las hembras de menor condición corporal, afectando parámetros como el intervalo parto primer estro y la tasa de supervivencia embrionaria (Disking, citado por Giraldo et al., 2008).

Entre tanto, los valores de colesterol en la fracción lipoproteína de muy baja densidad ( $0,1 \pm 0,02$  mmol/L para  $CC \geq 8$  y  $0,1 \pm 0,04$  mmol/L para  $CC \leq 7$ ) no sufrieron cambios significativos, e indican una movilización lipídica compensada que no afecta de forma significativa las reservas corporales del organismo.

Las hembras con menor condición corporal ( $\leq 7$ ) sufrieron un descenso significativo ( $P < 0,05$ ), en la glicemia entre el pre ( $4,4 \pm 1,2$ ) y el posparto ( $3,2 \pm 0,8$ ), puesto que disponían de menores reservas para compensar el déficit energético (Giraldo et al., 2008). Esto confirma que la concentración de glucosa en plasma es afectada por la condición corporal y puede influenciar el desempeño reproductivo de las vacas (Vizcarra et al., 1998).

En dichos animales en estudio, el balance energético negativo no afectó de forma significativa sus reservas corporales de energía, debido posiblemente a una baja exigencia en la producción láctea, unido a un buen aporte nutricional. Vacas flacas que al momento del parto perdieron CC y vacas gordas que ganaron CC exhibieron bajas tasas de preñez, comparadas con vacas que mantuvieron una moderada CC al parto, o que alcanzaron una moderada condición en el postparto. Dichos resultados sugieren que las vacas deben ser

alimentadas para obtener una moderada CC en la estación reproductiva y alcanzar altas tasas de preñez (Giraldo et al., 2008).

El aumento de la insulina en rumiantes, se asocia a una disminución de la lipólisis y a un aumento de la glucosa en sangre. Estos absorben limitadas cantidades de glucosa como tal desde el tracto gastrointestinal, pero sí son capaces de absorber ácidos grasos volátiles y primeramente el propionato como precursores de la glucogénesis. El aumento en la concentración de ácidos grasos volátiles, determina el aumento de la glucogénesis, lo que además es acompañado por un aumento de insulina en sangre. La ocurrencia de la glucogénesis y el aumento de insulina, serían señales metabólicas de que la energía disponible no proviene de la degradación de tejidos y sí de la degradación de alimentos en el rumen. Esto sería captado por el eje hipotálamo-pituitaria-ovario, incrementando la secreción de la hormona liberadora de gonadotrofina (GnRH) en el hipotálamo, lo que estimula la pulsatilidad de la LH, determinando la estimulación de la función ovárica que resulta en el retorno al estro, ovulación y futura formación de cuerpo lúteo funcional (Randel, 1990).

## 2.5 REINICIO DE LA CICLICIDAD

Durante el periodo post parto, la LH tiene baja frecuencia de pulsos (1 pulso cada 6-8 horas), y el estradiol también presenta efectos inhibitorios. Una vez que se reduce la sensibilidad al estradiol ovárico, se produce un aumento en los pulsos de LH, que estimulará el crecimiento folicular y la producción de estrógenos, induciendo al estro y al pico pre ovulatorio de LH. La subnutrición prolonga el anestro post parto en vacas a través de varios mecanismos posibles, dentro de los que sobresalen: el impedimento de la respuesta del

ovario a la LH, reduciendo la respuesta pituitaria a la GnRH, y disminuyendo la liberación pulsátil de GnRH (Orcasberro, 1997).

Dietas deficientes en proteína o energía, inducen la menor liberación de LH. Esto indica que la concentración de gonadotrofinas almacenadas en la pituitaria aumenta, pudiendo ser liberadas con el suministro de GnRH. Esto evidencia que la liberación de GnRH está siendo suprimida. Dicha supresión, puede ser explicada por la baja respuesta del hipotálamo al estradiol, quizás por un descenso de los receptores de éste, así como por la falta de síntesis, secreción y almacenaje de GnRH en el hipotálamo. El sitio donde la nutrición controla la reproducción post parto en vacas, estaría en el hipotálamo (Randel, 1990). Se puede concluir que la condición corporal al parto es el factor más importante que afecta el desempeño reproductivo, el intervalo del parto al primer estro, la actividad luteal y la concepción.

## 2.6 CONDICIÓN CORPORAL

El uso del peso vivo como forma de medir el nivel de reservas corporales, presenta muchas desventajas, pues presenta una correlación muy variable con el nivel de reservas corporales (Dennis y Spott 1990, Kunkle 1994).

En rodeos donde existe una variabilidad importante de razas y biotipos, el peso vivo queda sujeto a las diferencias raciales y no tanto a su nivel de reservas. El peso vivo del ganado de carne aumenta hasta los 5 años de edad del animal, no sucediendo lo mismo con la condición corporal, ya que no es afectada por las variaciones de los pesos de los animales (Mortimer et al., 1991). En el caso de las vacas preñadas normalmente ganan peso durante el

desarrollo del feto, no estando esto relacionado con un aumento de reservas corporales.

El peso vivo es afectado por el nivel de llenado del tracto digestivo debido a la variación diaria que existe en el nivel de alimentación. Por cada kilogramo de materia seca consumida por el animal, puede existir hasta cinco kilos extras de contenido ruminal (Ndlovu et al., 2007).

La asignación de grados para clasificar animales por condición corporal es un método subjetivo que permite estimar la cantidad de energía almacenada como grasa y como músculo, evaluando de esta forma su nivel nutricional (Orcasberro, 1994).

En un trabajo con 64 vacas Charolais x Angus, manejadas con diferentes niveles nutricionales, se compararon diferentes métodos predictores de la condición corporal post parto (condición corporal, peso vivo, relación peso vivo/altura). De los resultados se concluyó que la condición corporal ayudada por el peso vivo es el método más preciso para determinar la composición corporal y por ende el estatus nutricional (Houghton et al., 1990), lo que concuerda con los resultados obtenidos por Bullock et al. (1991).

Por otro lado, Houghton et al. (1990) encuentran ventajoso la utilización de la escala de condición corporal como predictor de la composición corporal y del estatus nutricional debido a:

- Los animales no necesitan ayuno
- No son necesarios equipamientos especiales
- La evaluación puede ser realizada con frecuencia.

Para Short et al. (1990), la mejor manera de monitorear un programa nutricional es por medio de los cambios de peso vivo y condición corporal. Sin embargo la medición del peso vivo no es práctica para algunos sistemas de producción, por lo que puede llevarse un control mediante el monitoreo de la condición corporal.

A modo de resumen, la escala de condición corporal es una medida de las reservas nutricionales del animal, cuya principal característica es tener mayor practicidad y seguridad que el peso vivo. Este método permite clasificar los vientres según estatus nutricionales y su posterior manejo (Randel 1990, Mortimer et al. 1991, Scaglia 1996).

#### 2.6.1 Desarrollo de la escala de condición corporal para Uruguay

A partir del modelo desarrollado por Jefferies (1961) para determinar la condición corporal por palpación de ovejas basado en una escala de 0 a 5, donde cero es extremadamente delgada y 5 es muy gorda, Lowman et al. (1973), lo adaptaron a vacas de cría introduciendo dos modificaciones leves:

1) además de palpar la zona lumbar, considerada como la más importante a la hora de designar la puntuación definitiva de la condición corporal, se deben tener en cuenta también otras zonas anatómicas que por orden de importancia son: la zona que rodea la cola, la del muslo, la zona de la cadera y la parte inferior del costillar.

2) la escala de puntuación de 0 a 5 puntos admite niveles intermedios de 0,5 puntos.

A partir de ésta, surgen varias tendencias metodológicas que coinciden en las principales zonas anatómicas a palpar (zona lumbar, y la que rodea el nacimiento de la cola) pero teniendo diferencias en la escala de puntuación y en la aplicación o no de factores de ajustes.

Frente a esta norma generalizada de utilizar la palpación para asignar la puntuación de condición corporal, surge la metodología visual desarrollada en Australia (Earle, 1976), con escala de 1 a 8 puntos, y en Nueva Zelanda (Scott y Smeaton, citados por Broster y Broster, 1998), con una escala de 1 a 10, para clasificar animales en los propios potreros de pastoreo.

Viendo la importancia que presenta este método, se crea la necesidad de contar en el ámbito nacional con una escala calibrada para las condiciones productivas del Uruguay. Esto sería una importante herramienta para la toma de decisiones en los sistemas criadores, principalmente al momento del manejo de los rodeos de cría. Por este motivo, Orcasberro et al. (1987) evaluaron 121 vacas Hereford con el cometido de ver la repetibilidad (correlación entre puntajes de condición corporal asignados por un mismo juez a un mismo animal en diferentes momentos) y reproducibilidad (correlación entre la calificación asignada por distintos jueces al mismo animal) de dos escalas de condición corporal.

Dichas escalas fueron: 1) la desarrollada en la estación experimental de Ellinbank para ganado lechero que considera ocho categorías y se basa en la apreciación visual del animal (Earle, 1976), y 2) la utilizada por la East of Scotland College of Agriculture para ganado de carne, que considera cuatro categorías y se basa en la palpación del lomo del animal. Luego de analizados los resultados de ambas técnicas se pudo concluir que la que más se adaptaba a las condiciones locales era la de Ellinbanck, ya que tenía mejores índices de

repetibilidad y reproducibilidad que la desarrollada por East of Scotland College of Agricultura. Además, desde el punto de vista práctico para las condiciones nacionales este método es más sencillo, ya que no requiere la palpación y por consiguiente el encierre de los animales para dicha práctica.

En base a los resultados obtenidos y basándose principalmente en la escala Australiana de Earle (1976), se crea una escala ajustada para las condiciones de nuestro país (Orcasberro et al., 1992). Dicha escala presenta 8 categorías, donde 1 significa muy flaca; y 8 es muy gorda, y marca los puntos a observar y tener en cuenta al momento de la asignación de una u otra categoría (Orcasberro et al., 1988). Los puntos a observar son: 1) La cantidad de grasa en el área de inserción de la cola; 2) cantidad de grasa de: pelvis, cadera, columna vertebral y costillas.

Por su parte, las diferentes categorías de la escala presentan características que hacen la posible diferenciación a simple vista de una u otra de las categorías (ver apéndice 1). El Cuadro 1 describe las principales características de dichas categorías así como el estado en el cual se encuentra el animal.

Cuadro 1. Principales características de las diferentes categorías de condición corporal

CC	Estado del animal	Descripción
1	Conserva baja	Extremadamente flaca, sin grasa subcutánea. Débil con el lomo arqueado y patas juntas.
2	Conserva	Muy flaca. Anca y área de inserción de la cola muy hundidos.
3	Conserva alta	Flaca. Muy poca grasa subcutánea. Anca y área de inserción de la cola hundidos.
4	Manufactura baja	Moderada liviana. Anca ligeramente marcada, área de inserción de la cola ligeramente hundida.
5	Manufactura alta	Moderada. Anca plana, área de inserción de la cola llena.
6	Abasto	Moderada pesada. Buena cobertura de grasa subcutánea. Anca ligeramente redondeada, área de inserción de la cola cubierta.
7	Gorda	Gorda. Abundante grasa subcutánea. Lomo y anca redondeados. Área de inserción de la cola completamente cubierta pero sin polizones de grasa.
8	Especial	Muy gorda. Acumulación extrema de grasa subcutánea en todo el cuerpo

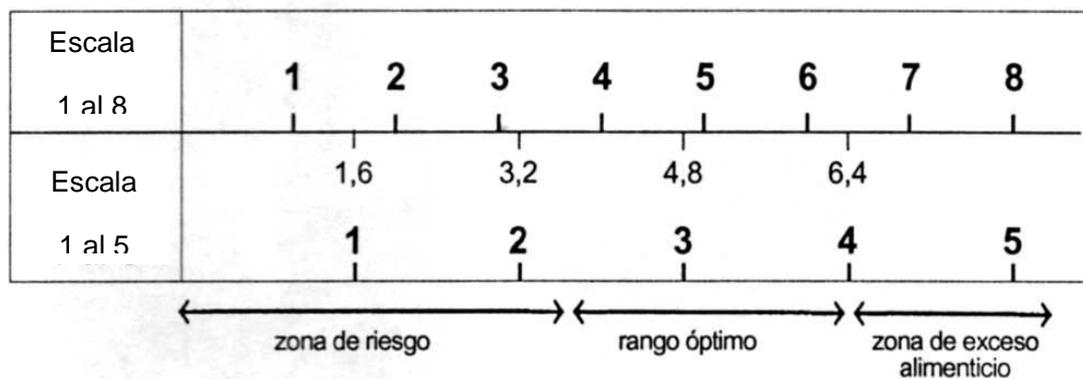
Fuente: Vizcarra et al. (1998)

Al tomar el rodeo nacional las categorías de vacas que más aparecen son 3, 4, y 5, pudiendo encontrarse también animales en las categorías 2 y 6. A

modo general puede observarse que cada punto de condición corporal se corresponde con 25kg de peso vivo aproximadamente (Orcasberro et al. 1992, Orcasberro 1994).

Al existir más de una escala para la asignación de categorías de condición corporal, surge la necesidad de contar con una escala estándar para simplificar la tarea al momento de trabajar con dicha técnica. Esto se simplifica al trabajar con tablas como la planteada por Rovira (1996) entre la escala del 1 al 5 y la del 1 al 8 (ver Figura 2).

Figura 2. Equivalencias entre dos escalas, del 1 al 5 y del 1 al 8



Fuente: Rovira (1996).

### 2.6.2 Relación entre la condición corporal de las vacas al parto y el reinicio de la ciclicidad

Luego del parto las vacas presentan infertilidad por un cierto periodo, siendo las principales causas que provocan el anestro: involución uterina, ciclos estrales cortos, balance energético negativo, enfermedades reproductivas, etc.

La involución uterina es la principal barrera a la fertilidad temprana en el post parto, sin embargo en ganado de carne no resulta un problema de suma importancia ya que no afecta en términos prácticos el anestro post parto. El número de vacas que presentan estro muy temprano es muy bajo como para que la involución pueda ocasionar trastornos. Este proceso, según Rovira (1996), tarda entre 30 y 50 días en completarse, dependiendo de diversos factores, infecciones uterinas, retención de placenta y mala condición corporal de la vaca al parto.

Los ciclos estrales cortos también contribuyen a la infertilidad post parto en los primeros 30 a 40 días después del parto. La mayoría de los ciclos estrales luego de los 40 a 50 días tienen una duración normal, habiendo evidencias de que los ciclos estrales cortos pueden ocurrir tardíamente. El cuerpo lúteo formado durante un ciclo estral corto es pequeño, segrega poca progesterona ( $P_4$ ) y presenta baja respuesta frente a una estimulación (Short et al., 1990).

El anestro post parto es el factor más importante a tener en cuenta, ya que puede afectar la fertilidad por un largo periodo de tiempo. Este es determinado por dos factores mayores, la nutrición y el amamantamiento, y otros factores menores como ser estación del año, raza, edad al parto, distocia,

presencia de toro. Todos estos factores presentan un efecto directo además de poder interactuar entre ellos (Rovira, 1996).

El amamantamiento es probablemente el factor que presenta mayor efecto en el anestro post parto. La regulación de este y de los estímulos de la lactación son opciones de manejo viables para disminuir la duración del anestro post parto. Los efectos nutricionales, son el resultado de una compleja interacción entre muchas variables como ser la cantidad y calidad del alimento suministrado, las reservas corporales y la competencia por nutrientes con otras funciones fisiológicas aparte de la reproducción (Orcasberro, 1997).

El orden aproximado que presenta la partición de nutrientes es la siguiente: 1) metabolismo basal, 2) actividad, 3) crecimiento, 4) reservas energéticas, 5) preñez, 6) lactación, 7) reservas energéticas adicionales, 8) ciclos estrales e iniciación de la preñez, y 9) reservas excesivas. El orden de las diferentes prioridades de cada una de las funciones puede llegar a cambiar dependiendo de qué función está presente y a qué nivel (Short et al., 1990).

El desempeño reproductivo post parto va a depender de la alimentación antes y después del parto. En general, las diferencias nutritivas existentes previas al parto, tomadas como la condición corporal al parto, son más importantes que las diferencias alimenticias luego del parto (Short et al., 1990).

Según Rovira (1996), la condición corporal al parto es el factor más importante en determinar cuán rápido las vacas presentan celo luego del parto, lo que llevaría a pensar que existe una relación entre la CC al parto y el desempeño reproductivo en el post parto.

Por otra parte la condición corporal al parto está asociada a la duración del anestro post parto, a la siguiente lactación, salud y vigor de su cría, y a la incidencia de dificultades al parto en vacas extremadamente gordas (Dennis y Spott, 1990).

## 2.7 EFECTO DEL CRUZAMIENTO EN EL LARGO DE GESTACIÓN

Puede decirse que la gestación comienza cuando se fija el embrión a los 22 días del servicio y finaliza en el parto. Este tiempo varía entre 275 y 290 días dependiendo de las diferentes razas (Rovira, 1996).

El largo de gestación está asociado a la eficiencia productiva, al peso de nacimiento y al intervalo de partos. La reducción del periodo de gestación trae como consecuencia un aumento en el periodo parto-concepción, teniendo más días para que las vacas vuelvan a entrar en celo (Alencar et al., 1998).

Cundiff (2005) encontraron en la mayoría de las razas carniceras evaluadas periodos gestación de 283 días, y 284 días para Shorthorn. Al utilizar razas cebuinas como paternas se alarga el periodo de gestación. En cruzamientos de madres de razas británicas con padres Nelore, se observó en vacas de 3 años gestaciones de 284,9 días y de 286,4 días en vacas adultas.

En el mismo sentido Browing et al. (1995) obtuvieron resultados similares a los anteriores, reportando para el cruzamiento Angus x Brahman un largo de gestación de 284 días, mientras que los Brahman puros tenían un periodo de gestación de 293,7 días.

Gimeno et al. (2002) encontraron datos de largo de gestación de 281 días para la raza Hereford, mientras que para la cruce Nelore x Nelore-Hereford el periodo de gestación duro 9 días más; el periodo más corto fue el cruzamiento Angus x Hereford, 279 días.

Para el caso de la raza Aberdeen Angus y Hereford, Melucci et al. (1993), encontraron largos de gestación iguales a los obtenidos por otros autores, y para la cruce Angus-Hereford se obtuvieron 280 días de gestación. En la cruce entre madres  $\frac{1}{2}$  Nelore  $\frac{1}{2}$  Angus y padres Angus la duración observada fue de 285 días y de 293 días cuando el padre era de la raza Nelore.

Paschal et al. (1991) trabajando con vacas Hereford multíparas cruzadas con Angus, Brahman, Indu-Brasil, Nelore y Gir detectaron diferencias en la duración de esta variable cuando el padre era Angus o Nelore, con un periodo de 282 días y 294 días respectivamente.

En trabajos realizados para la raza Boran (raza africana) y para Brahman, se encontraron 289 y 288 días respectivamente en el largo de la gestación, no siendo diferencias estadísticamente significativas (Herring et al., 1996).

Paschal et al. (1991) encontraron diferencias en el largo de la gestación, con duraciones de 296,1 y 291,3 días en machos y hembras respectivamente. Herring et al. (1996) obtuvieron para el sexo del ternero, que los machos demoraban en promedio 1,9 días más para nacer que las hembras.

Se ha observado que terneros más pesados al nacimiento presentan mayor largo de gestación que terneros más livianos, lo cual podría generar diferencias entre las líneas que componen una raza.

## 2.8 EFECTO DEL CRUZAMIENTO EN EL PESO AL NACIMIENTO

El peso al nacimiento del ternero está claramente relacionado a la raza. Varios trabajos experimentales han demostrado que el efecto de la raza del padre es altamente significativo en las dificultades al parto, relacionado esto último con el peso de los terneros, existiendo gran variación entre toros dentro de una misma raza con esta característica.

En trabajos realizados por Bellows et al. (1972), el peso al nacimiento del ternero estuvo correlacionado positivamente con la ganancia de peso de la madre durante la primera mitad de la gestación, con el peso de la madre al final de la estación de servicio, a mitad de la gestación y pre parto, tanto para las razas Hereford como Aberdeen Angus. A su vez se planteó una correlación negativa, significativa, para madres Hereford, entre condición corporal y largo de gestación, estando esta última correlacionada positivamente con el peso al nacimiento. Es decir que a mayor largo de gestación, mayor peso al nacer del ternero, asociado el primero a la condición corporal.

En general, se asocia el peso o estado con que llega la vaca a la parición con el peso al nacer del ternero, pero se debe tener en cuenta que esto es válido dentro de ciertos límites. Vaquillonas que inmediatamente después de parir pesaban 493, 391 y 276 kg, produjeron terneros de 27,7, 27,7 y 20,9 kg respectivamente. Un aumento en los pesos de las madres (de 391 a 493 kg, 102 kg de diferencia) no provocó un mayor tamaño de terneros, pero en cambio, las sub alimentadas con solo 276 kg sí obtuvieron terneros mucho más livianos (Rovira, 1974).

A su vez, Rovira (1974) trabajando con vacas adultas Hereford en diferentes niveles nutritivos, llegaron al parto con 347 kg y dieron nacimiento a

terneros de 31,5 kg en el nivel nutritivo mas bajo; las que alcanzaron un peso promedio de 413 kg tuvieron terneros de 33,1 kg para el nivel nutritivo alto. Gregory et al. (1950), dan correlaciones positivas de 0,21 entre el peso posparto de la vaca y el ternero al nacimiento.

Según Hight, citado por Rovira (1996), una disminución en el peso de las vacas de aproximadamente 55 kg, en los últimos 80 a 90 días de gestación, reduce en un 20% el peso al nacimiento de sus hijos, con respecto a terneros de vacas bien alimentadas y por ende más pesadas. Se incrementó la mortalidad al nacimiento de los hijos de vacas subalimentadas, debido a una menor vitalidad de los terneros.

Herring et al. (1996) en un experimento realizado con cruzamientos entre madres de la raza Angus y Hereford, y padres Brahman, Boran y Tuli (estas dos últimas Africanas), encontró que la raza del padre era significativa para el peso al nacimiento ( $P < 0,001$ ). Los hijos de padres Brahman fueron los más pesados ( $44 \pm 0,7$  kg), seguidos por Boran ( $40,3 \pm 0,8$  kg), y Tuli ( $36,4 \pm 0,8$  kg) respectivamente. A su vez, los machos pesaban en promedio 4,4 kg más ( $P < 0,001$ ) al nacimiento que las hembras. Se encontró una interacción raza del padre - sexo ternero ( $P = 0,07$ ) para el peso al nacimiento. En los cruzamientos con Brahman, los machos pesaban 5,9 kg más que las hembras, y en cruzas Boran, los machos pesaron 4,5 kg más de las hembras. Sin embargo, entre las cruzas de Tuli, los machos fueron sólo en promedio de 2,8 kg más pesados que las hembras.

Esto concuerda con otros informes (Cartwright, Comerford, Pascual, citados por Herring et al., 1996) basados en interacciones raza padre - sexo del ternero, en el peso al nacimiento, donde grandes diferencias entre sexos fueron encontrados en terneros *Bos indicus* x *Bos taurus*.

Lo anterior concuerda con lo hallado por Gregory et al. (1978), donde trabajando con cruzamientos entre madres Hereford y Angus, con padres Hereford, Angus, Brahman, Sahiwal, Pinzgauer y Tarentaise, los machos pesaron en promedio al nacimiento 4 kg más que las hembras ( $P < 0,01$ ). Estos datos son similares a los obtenidos por Gregory et al. (1979), donde, para otro grupo racial, las diferencias de peso al nacimiento fueron en promedio, 3kg entre los machos y las hembras.

Brown y Lalman (2008) trabajando con toros Bonsmara, Brangus, Gelbvieh, Hereford, y Romosinuano, en cruzamientos sobre vacas Brangus, en dos ambientes distintos (forrajes nativos y forraje mejorado de clima cálido); encontraron que los terneros hijos de toros Bonsmara, Brangus y Hereford tuvieron similares pesos al nacimiento y menor que Gelbvieh en pasturas mejoradas.

## 2.9 CARACTERIZACIÓN DE LA RAZA BONSMARA

La raza Bonsmara está compuesta por  $5/8$  Afrikander –  $3/8$  Bos taurus de origen británico (Hereford, Shorthorn). Según López (2002), la raza Afrikánder (biotipo Sanga) esta adaptada a condiciones climáticas de la región de Sudáfrica. Dicha raza tolera el calor, es resistente a ectoparásitos, es longeva, presenta buena calidad de carne, facilidad de engorde, habilidad materna, fertilidad, precocidad sexual y mansedumbre. En tanto entre las razas británicas, se incluyó la raza Hereford debido a que el comportamiento bajo pastoreo fue el mejor frente a otras razas, presentado además otras características como habilidad materna, precocidad, musculatura moderada. La raza Shorthorn madura más rápido que Hereford, tienen mejor producción de leche, y pelaje rojo uniforme (Bonsma, 1980).

La raza Bonsmara fue originada para zonas cálidas y que prospera en todas las regiones de Sudáfrica, así como América del sur, Estados Unidos y Australia. Presenta un buen comportamiento frente a parásitos tanto internos como externos, probablemente heredado de su componente africano. Esto es debido principalmente a: pelaje corto, piel gruesa con buen suministro de sangre, buena secreción de las glándulas de la piel, musculatura subcutánea bien desarrollada impidiendo a los parásitos externos sujetarse (Bonsma, 1980).

Dicha raza posee según su creador, una superficie cutánea relativamente mayor, piel rica en glándulas, pelo colorado, liso y cavidades de los senos de la cabeza más grande que las razas europeas. Además de su gran capacidad de adaptación, se caracteriza por alta fertilidad, precocidad sexual, facilidad de parto y buena habilidad maternal, temprana madurez, alta longevidad en condiciones extensivas (12 a 14 años), excelente crecimiento a campo o a corral (dado por la alta conversión que lo llevan a obtener ganancias superiores en un 20% en relación a las razas europeas) y sorprendente mansedumbre (Bonsma, 1985).

Bergh y Gerhard, citados por Mac Neil y Matjuda (2007), describen la raza Bonsmara con una media fenotípica para peso al nacimiento de 31 Kg y 214 Kg para peso al destete, en una caracterización de la raza, razas indígenas Africanas (Afrikander y Nguni) y razas Europeas (Hereford y Charolais), en ambientes pastoriles de Sudáfrica. Dicha caracterización fenotípica de la raza se resume en el Cuadro 2.

Cuadro 2. Medias fenotípicas de la raza Bonsmara obtenidas en diferentes Estaciones Experimentales de Sudáfrica.

Característica	Medias Fenotípicas
<b>Vacas</b>	
Peso adulto (kg)	493
Producción de Leche (kg/lactancia)	1102
Tasa de Preñez (%)	86
Sobrevivencia del Ternero (%)	90
<b>Terneros</b>	
Peso al nacer (kg)	31
Peso al destete (kg)	214
<b>Novillos</b>	
Ganancia de peso en feed lot (kg/día)	1.9
Consumo (kg MS/día)	9.6
Peso a faena (kg)	450-500
Edad a Faena (meses)	24
Rendimiento de carcasa (%)	55
Grasa Subcutánea (mm)	4

Fuente: Bergh y Gerhard, citados por Mac Neil y Matjuda (2007).

Cundiff (2005) presenta resultados de varios caracteres evaluados en diferentes cruzas en el MARC (Meat Animal Research Center del USDA en Nebraska, USA). En estos trabajos se observó que vacas Angus y Hereford con

gestaciones promedio de 283 días, presentaban gestaciones más largas (288 en promedio) cuando el padre era de raza Bonsmara, y estas a su vez eran de menor duración que cuando la raza paterna era índica (291 días Brahman, 293 días Nelore y 291 días Boran).

En este trabajo los hijos de toros Bonsmara presentaron un peso al nacer de 40 Kg, siendo menor que el de hijos de toros de Brahman (44,3Kg) y Nellore (42,7Kg), no presentando diferencias significativas con hijos de toros Brangus (40,4Kg) y Hereford (41Kg), y siendo mayor que hijos de toros Angus (38,7Kg). En peso a los 205 días, los hijos de toros Bonsmara presentaron 235 Kg; no presentando diferencias significativas con Angus (240Kg) y Hereford (239Kg), siendo significativamente menor que Brahman y Nellore y mayor que Boran, Romosinuano, Tuli, y Longhorn.

En Argentina, la raza ha demostrado alta capacidad de adaptación en ambientes restrictivos de la cría bovina (Pordomingo et.al., 2009). Estos autores realizaron varios trabajos para caracterizar la performance productiva en engorde de la raza Bonsmara pura y en su cruzamiento con Angus, tanto en pastoreo como en confinamiento y de la calidad de la carne. La información indica que la incorporación de Bonsmara no reduciría la capacidad de terminación, comparado con las razas británicas Hereford y Angus en pastoreo. Se concluye también que la raza pura o en cruzamiento con Angus se adapta bien a las temperaturas de invierno de la región.

En confinamiento, el aumento de peso vivo y el rendimiento a faena resultaron mayores ( $p < 0,01$ ) en los cruzamientos con Bonsmara respecto de Angus o Hereford, destacando el potencial de los biotipos con Bonsmara para alcanzar un mayor peso de faena y con buen rendimiento y grado de

terminación. A su vez estos autores también indican que la incorporación de Bonsmara a los planteos ganaderos de raza británica no comprometería los atributos de calidad de la carne.

En base a la información anteriormente planteada es que se abre la interrogante de la inclusión de una raza sintética como la Bonsmara, que ha sido seleccionada durante muchos años buscando rusticidad, docilidad y sobre todo excelente calidad de carne. Es así que aparece como una alternativa un recurso genético proveniente de Sudáfrica.

### 3. MATERIALES Y METODOS

El trabajo se enmarca en un proyecto de investigación llevado a cabo en la Facultad de Agronomía -Estación Experimental “Dr. Mario A. Cassinoni”, titulado “Caracterización de la raza Bonsmara en Sistemas Pastoriles del Litoral Oeste del Uruguay” para mejorar la actividad reproductiva de la cría vacuna en base a distintas propuestas tecnológicas de bajo costo.

#### 3.1 UBICACIÓN DEL EXPERIMENTO

El trabajo fue realizado en la Estación Experimental Mario A. Cassinoni (Latitud 32 S, 56 W), en el departamento de Paysandú, perteneciente a la Facultad de Agronomía, ubicada en la Ruta nacional No. 3 General Artigas, Km 363.

Dicha estación cuenta con diferentes áreas de investigación, como lo son Bovinos de Carne, bovinos de Leche, Ovinos y Lanar, Agricultura, y Pasturas básicamente.

##### 3.1.1 Características de la estación experimental

La estación consta de 1237 há de las cuales la mayor proporción corresponde a la formación San Manuel. Los suelos predominantes en los potreros donde se realizó el experimento pertenecen al grupo 11.3, encontrándose dentro de estos los Brunosoles Éutricos Típicos, profundos, moderadamente profundos y superficiales como suelos predominantes.

El tapiz dominante es el campo natural; el cual presenta un aporte de cinco toneladas de materia seca anuales, en promedio. El mayor aporte se da en verano con un 34% y el menor en invierno, con un 17%<sup>2</sup>.

### 3.2 CARACTERÍSTICAS DEL EXPERIMENTO

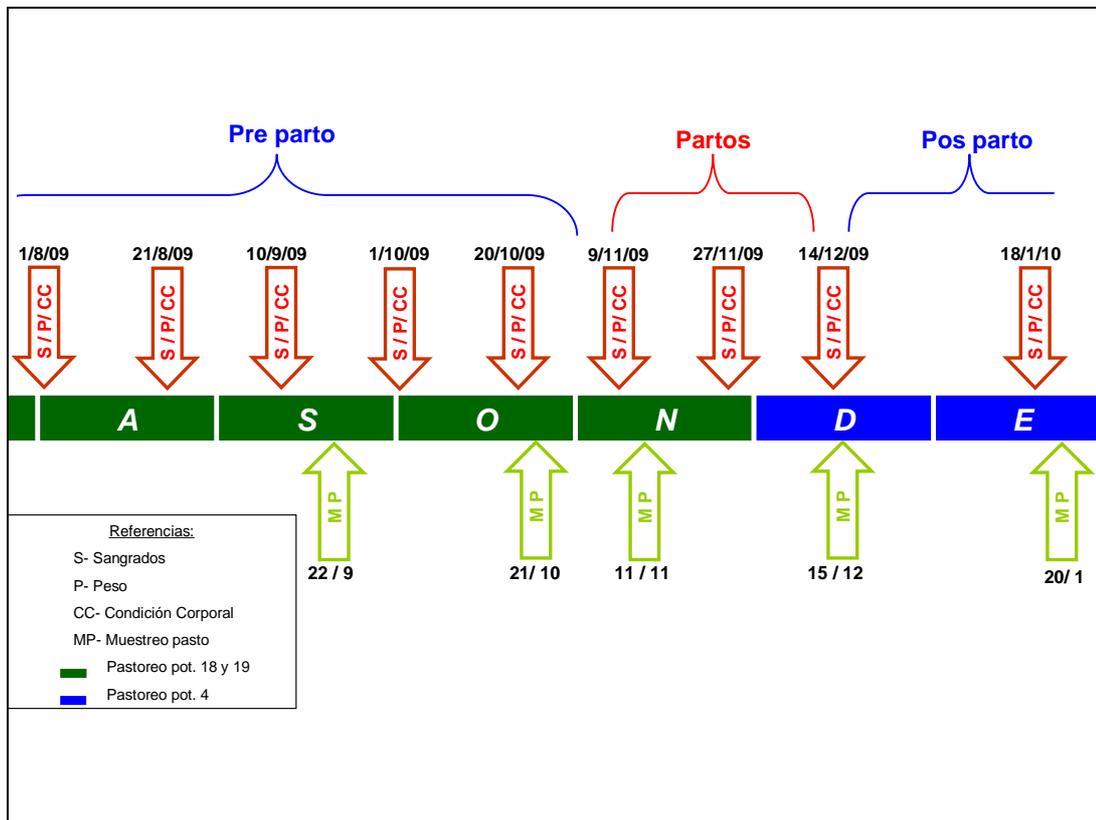
Para la realización del experimento se utilizaron vacas del rodeo Hereford perteneciente a la EEMAC, dentro de las cuales se seleccionó la categoría múltiparas donde las madres usadas estuvieron en iguales condiciones ambientales y de manejo. Cabe aclarar que al momento de la inseminación la asignación de los diferentes padres fue al azar.

En la Figura 3 se presenta el plan de actividades seguido durante el relevamiento de información a nivel de campo.

---

<sup>2</sup> Boggiano, P. 2009. Com. personal.

Figura 3. Esquema de actividades realizadas en el periodo experimental



El período de estudio abarcó desde agosto de 2009 hasta el mes de abril del 2010, donde se realizó el diagnóstico de gestación por parte del personal de la estación experimental (no estando esto último representado en la Figura 3).

Los animales asignados al experimento fueron 86, de los cuales 43 gestaron terneros Bonsmara x Hereford y 43 Hereford x Hereford. Las mismas, pastorearon sobre campo natural, utilizando los potreros 18 con 46,8 há, el potrero 19 con 43,6 há, y el potrero 4 con 83 há.

Se inseminaron las vacas utilizando semen de cinco toros, de los cuales tres pertenecían a la raza Bonsmara y dos a Hereford (1 para cada categoría: multíparas y primíparas) Los toros Bonsmara utilizados fueron Pimentón, Ranger y RP95, y los toros Hereford fueron seleccionados por bajos pesos al nacer, moderados a bajos pesos al destete y adultos y mayores circunferencias escrotales y espesor de grasa subcutánea.

A partir de 3 meses antes de la fecha promedio de parto hasta el destete, cada 20 días, se colectaron muestras de sangre (para posterior análisis de metabolitos), se tomaron registros de peso vivo (sin ayuno previo) (PV) mediante el uso de balanza electrónica y condición corporal (CC) de las madres (mediante apreciación visual).

Las colectas de sangre se realizaron en la arteria coccígea, mediante venopunción. Las muestras obtenidas (sin uso anti coagulantes) se centrifugaron con el fin de extraer el suero y se almacenaron hasta el momento de análisis de laboratorio.

Durante el periodo experimental se tomaron muestras de forraje de los potreros que estaban siendo pastoreados por las vacas en estudio, con el objetivo de evaluar la disponibilidad, así como la calidad de la materia seca ofrecida.

El método utilizado para medir disponibilidad y rechazo fue el de doble muestreo (Haydock y Shaw, 1975). Este método consiste en la determinación de 3 o 5 escalas visuales dependiendo de la heterogeneidad de la pastura al momento del muestreo. Para determinar cada punto de la escala se utilizó un rectángulo de 0,2 m por 0,5 m asociando los valores de la escala según la

disponibilidad de la pastura, siendo ésta estimada de acuerdo a las variables altura y densidad del tapiz.

Una vez definida la escala se cortó por cada punto tres muestras al ras del suelo del área comprendida dentro del rectángulo (previamente se midió altura y composición botánica y porcentaje de suelo desnudo de las mismas).

Posteriormente se realizaron 30 observaciones cada 10 pasos dentro de cada parcela a las que se le mide la altura y se le adjudica un punto de la escala, como forma de obtener un valor promedio de cada variable.

Las muestras de forraje obtenidas en cada corte se pesaron para obtener el peso fresco y luego se secaron a estufa durante 48 horas a 60°C para determinar el peso seco de la misma.

Luego del proceso de secado, se volvió a pesar cada muestra obteniéndose así los datos necesarios para calcular la disponibilidad de materia seca por hectárea, utilizando una ecuación de regresión, entre altura en centímetros y kilogramos de materia seca por hectárea y entre el valor de escala y kilogramos de materia seca por hectárea. De esta forma se determinó cuál de las variables presentó mayor correlación con la disponibilidad.

Una vez verificada la variable con mayor correlación con la disponibilidad, se sustituyó en la incógnita de la ecuación de regresión el promedio de las 30 observaciones, obteniéndose así el valor de disponibilidad por hectárea. Las muestras fueron analizadas en el laboratorio de Nutrición Animal de Facultad de Agronomía.

El análisis de la concentración de metabolitos (Proteína total, Urea y Colesterol), se realizó la técnica de espectrofotometría en Facultad de Medicina (UDELAR). Para cada metabolito se siguió un protocolo específico que se detalla a continuación:

**Proteína total**, consiste en usar la reacción de Biuret. En ésta, la proteína, a pH alcalino, reacciona con el cobre del reactivo de Biuret formando un complejo azul-violeta estable. El incremento de la absorbancia a 560nm debido a la formación del complejo es directamente proporcional a la concentración de proteína.

En este caso la curva estándar, se pipeteo en duplicado con volúmenes de 6 micro litros. Luego se colocaron las muestras por duplicado, en un volumen de 6 micro litros, así también como las sustancias control las que fueron pipeteadas por triplicado. Luego de esto, se agregó 300 micro litros del reactivo específico para el metabolito, y a posteriori se realizó la lectura en el espectrofotómetro.

**Urea**, mediante el método Urease UV, este método enzimático incluye varias etapas. La urea es hidrolizada a amonio e ion carbonato, por medio de una ureasa. El amonio reacciona con el  $\alpha$ -cetoglutarat en presencia de glutamato deshidrogenasa y NADH para dar L-glutamato. Durante esta reacción el NADH es oxidado a NAD<sup>+</sup>. Esta transformación puede ser monitoreada por un cambio en la densidad óptica a 340nm de longitud de onda. El descenso en la concentración de NADH es directamente proporcional a la concentración de urea en la muestra (Fawcett y Scott, 1960).

Para este metabolito, el volumen de pipeteo de la curva estándar fue de 2 micro litros. Luego se pipetearon las muestras en volúmenes de 2 micro litros,

por duplicado. Lo siguiente fue agregar 150 micro litros de reactivo A, para luego dejar reposar la muestra durante 5 minutos en estufa a 37° C. A posteriori se realizo la lectura en espectrofotómetro. Una vez lograda la lectura se paso a agregar el reactivo B en igual volumen que el anterior; al igual que el anterior se reposo 5 minutos a 37°C en estufa, luego se realizo la lectura. Ambas lecturas en el espectrofotómetro se realizaron con una longitud de onda de 620 nanómetros.

**Colesterol**, método CHOD-PAP, el fundamento de este método es que el colesterol es oxidado enzimáticamente por la colesterol oxidasa (CHOD), previa hidrólisis enzimática de los ésteres mediante una lipasa. El agua oxigenada (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>) generada en la oxidación permite la unión oxidativa del fenol con la 4-aminoantipirina mediante una reacción catalizada por la peroxidasa (POD). El indicador final es la quinoneimina (Fowler, 2000).

En este metabolito el volumen de pipeteado fue de 3 micro litros al igual que las muestras de suero. Una vez colocadas las muestras, se agrego el reactivo en un volumen de 300 micro litros y se dejo reposar durante 5 minutos a una temperatura de 37 °C. una vez pasado este tiempo, se realizo la lectura en el espectrofotómetro.

Para todos los metabolitos se realizo una curva estándar específica que consiste en diluciones seriadas del metabolito a una concentración conocida. A partir de estos puntos (absorbancias leídas en cada placa de test de Elisa) se realiza una grafica a partir de la cual se extrapolan los valores de concentración de ese metabolito presente en cada muestra.

El período experimental fue dividido en 8 momentos según el momento fisiológico en que se encontraba cada vaca. Estos momentos abarcan desde

los 110 días previos al parto hasta 10 días posteriores al parto. Un resumen de los momentos se presenta en el Cuadro 3.

Cuadro 3. Correspondencia entre días pre y post parto con los momentos definidos en el estudio

Días pre y post parto	Momento
Mayor 110 pre	1
Pre 110 a 90	2
Pre 90 a 70	3
Pre 70 a 50	4
Pre 50 a 30	5
Pre 30 a 10	6
Pre 10 a 10 post	7
Más de 10 post	8

Las variables Peso Vivo, Condición Corporal y Concentración de metabolitos en sangre (Proteína, Urea y Colesterol) fueron analizadas mediante un modelo de medidas repetidas en el tiempo, usando como efectos fijos el sexo (macho y hembra), genotipo del ternero (Hereford puro o Bonsmara x Hereford), en los diferentes momentos considerados.

Para los pesos al nacimiento, se utilizó un modelo univariado con los mismos efectos mencionados.

Las medias obtenidas (por mínimos cuadrados) fueron comparadas mediante el test "t". Los análisis se realizaron usando el procedimiento MIXED del programa SAS (SAS, 2004).

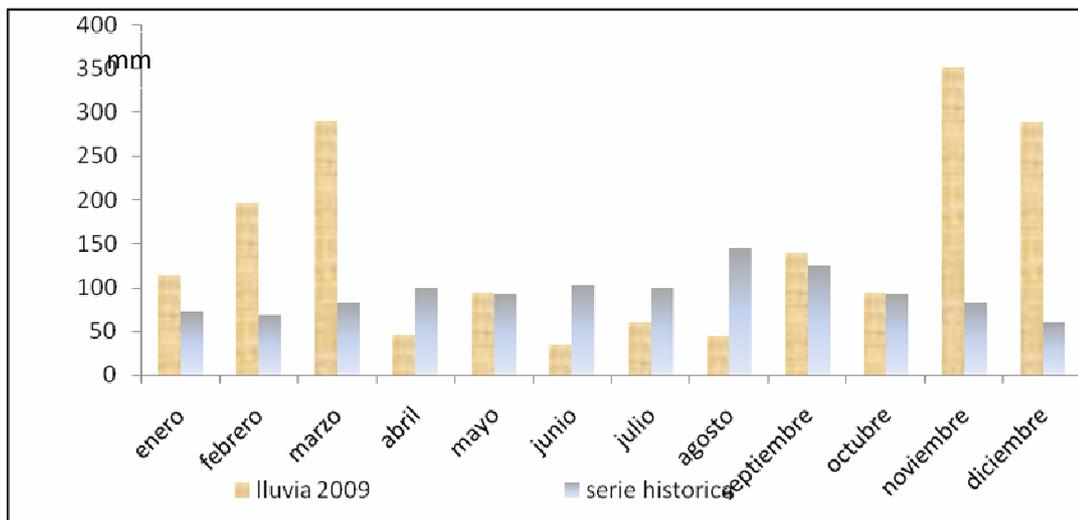
El destete realizado fue precoz, a los 2 meses de edad promedio (18 de enero). Luego del destete, comenzó el período de inseminación de las vacas, siendo realizado el diagnóstico de gestación en el mes de abril. La frecuencia de vacas preñadas (habiendo amamantado terneros BH o HH) fue analizada mediante el test de chi-cuadrado (considerando diferencias significativas cuando  $P < 0.05$ ).

## 4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 4.1 EVALUACIÓN DE PARÁMETROS CLIMÁTICOS Y CANTIDAD DE FORRAJE

El año en el que transcurrió el experimento se caracterizó por una primavera con registros pluviométricos por encima de la media histórica, lo que repercutió directamente en una oferta forrajera superior a lo normal para dicha época. A modo de simplificar la información se presenta la Figura 4 en la que se puede apreciar las lluvias registradas en el año en estudio, así como la serie histórica de precipitaciones registradas en Paysandú.

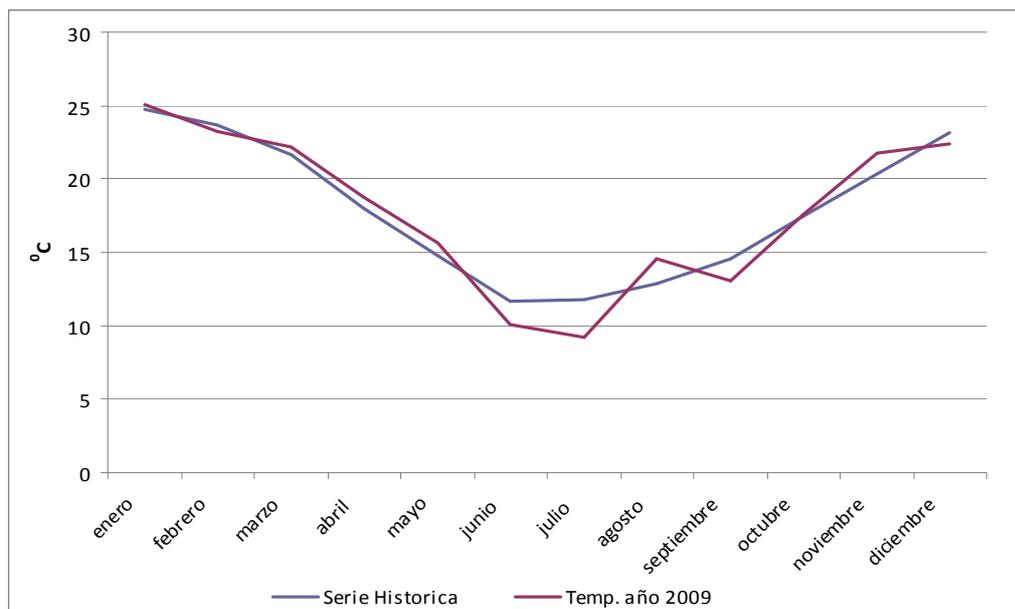
Figura 4. Régimen hídrico registrado en el año en estudio y valores de la serie histórica registrados en Paysandú



Fuente: URUGUAY. MDN. DNM (2010).

En cuanto a las temperaturas medias registradas durante el experimento, éstas fueron similares a las de la serie histórica, con excepción de los meses de invierno (junio–julio) en que se registraron temperaturas por debajo de la media histórica y que el mes de agosto fue más cálido que el mes de septiembre, lo cual puede estar influenciado por las precipitaciones registradas en dichos períodos.

Figura 5. Serie histórica y temperaturas media registradas en el año en estudio en Paysandú



Fuente: URUGUAY. MDN. DNM (2010).

Para la producción de forraje de campo natural no se ha encontrado correlación entre la temperatura media nacional y la producción de materia seca en invierno (Bermúdez y Ayala, 2005). Cabe destacar que la mayor limitante para el crecimiento de las pasturas son las bajas temperaturas registradas en el

invierno ya que afectan el crecimiento de las plantas C4 (mayoritarias en el campo natural).

Se obtuvieron altos niveles en cantidad y calidad de materia seca (Cuadro 4), dada la predominancia de especies estivales del campo natural donde trascurrió el experimento, así como la fuerte correlación existente entre la producción de forraje en primavera, verano y otoño, y las precipitaciones.

Cuadro 4. Composición y disponibilidad de forraje de la pastura ofrecida durante el período experimental

Fecha	22-Sep	21-Oct	11-Nov	14-Dic	20-Ene
MS %	88,39	89,42	91,93	90,68	93,86
C %	15,75	14,28	10,93	18,23	11,54
PC %	16,72	11,87	7,88	7,96	12,08
FDN %	52,17	67,93	65,96	61,5	67,93
FDA %	21,74	26,33	32,07	31,01	32,29
<b>Kg. MS</b>	<b>676</b>	<b>1222</b>	<b>3821</b>	<b>2115</b>	<b>2798</b>

Referencias: M.S. Materia Seca; C. Ceniza; P.C. Proteína Cruda; F.D.N. Fibra Detergente Neutro; F.D.A. Fibra Detergente Acido; Kg. M.S. Kilogramos de Materia Seca disponible por hectárea.

El comienzo del año en el cual se realizó el experimento, se caracterizó por precipitaciones por debajo de la serie histórica, lo que llevó a una baja producción de materia seca invernal. Por el contrario, a partir de septiembre se restableció esta situación llevando a la recuperación de la producción normal de materia seca (MS). Hacia el período estival las precipitaciones estuvieron

ubicadas por encima de la serie histórica repercutiendo también en dicha variable.

Los altos contenidos de proteína cruda (PC) obtenidos en los primeros dos muestreos se debieron a la baja disponibilidad de MS y la altura del tapiz, siendo esta de 5cm. Dicho tapiz estaba compuesto por especies de buena calidad y valor nutritivo, lo cual se ve reflejado en los valores de FDN. Según Balbuena et al. (1998), excesos en el contenido de proteína en la dieta (mayor a 16% de PC), puede no ser recomendable, como se verá más adelante.

La menor calidad de las pasturas registradas en los últimos dos muestreos se debieron a la madurez fisiológica de las distintas especies. Dichos muestreos corresponden al potrero 4, el cual se encontraba sin animales pastoreando al momento del ingreso de las vacas.

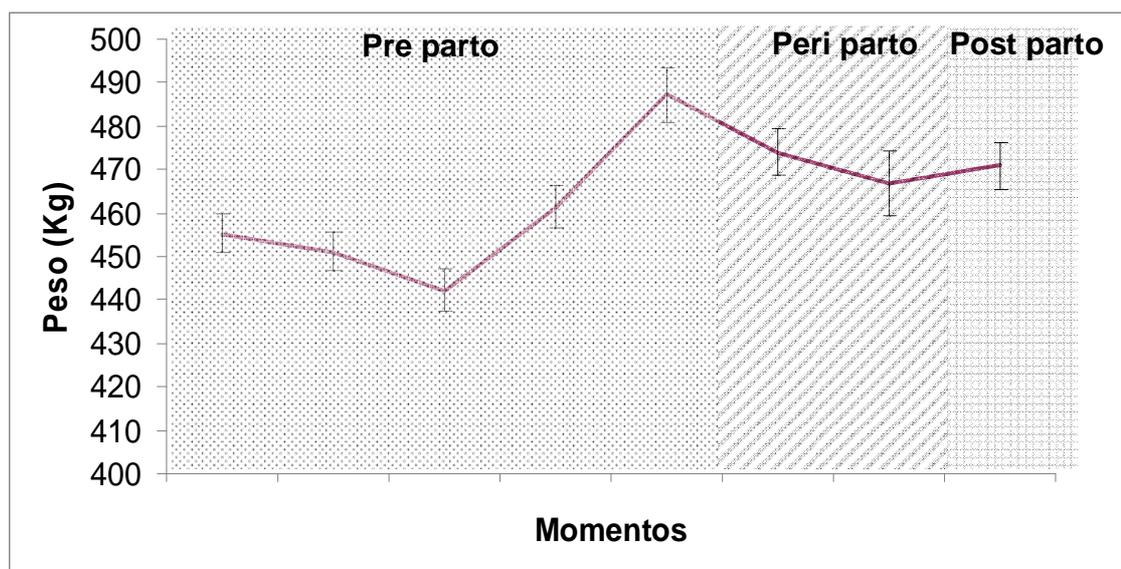
Cabe destacar que según bibliografía nacional, existe estrecha correlación entre cantidad de forraje ofrecido y altura del campo natural, con la evolución de la condición corporal (Orcasberro et al., 1992).

## 4.2 EVOLUCIÓN DEL PESO EN LAS VACAS

El peso vivo en los animales puede ser utilizado como una medida de monitoreo del crecimiento, y es comúnmente utilizada por su facilidad de implementación, la cual no requiere de gran experiencia previa. El crecimiento incluye no sólo la multiplicación celular (hiperplasia), sino que también el alargamiento celular (hipertrofia). A pesar de esto, el peso en un momento dado del animal per se no refleja el estatus nutricional del mismo. Por ejemplo, animales de conformación grande pueden tener altos pesos con bajos niveles

de reservas corporales en comparación a conformaciones de animales pequeños con mayores reservas, es decir, mayor condición corporal. Variaciones grandes en el peso corporal pueden ocurrir como resultado de cambios en los contenidos intestinales, contenido hídrico de los tejidos y contenidos ruminales, así como preñez y parto (Ndlovu et al., 2007).

Figura 6. Evolución del peso vivo de las vacas en función de los diferentes momentos en estudio (media y error estándar)



En la evolución del peso no se encontraron diferencias significativas ( $P > 0,05$ ) entre las diferentes razas de los padres, así como entre los toros de la raza Bonsmara.

Datos del Lincoln Collage adaptados por Rovira (1996), presentan una evolución teórica del peso muy similar a la ocurrida en este experimento. Se

observó una disminución de peso invernal, un leve aumento del mismo durante los dos últimos meses de la gestación, una disminución abrupta debida al parto y recuperación posterior del mismo hacia el comienzo del siguiente entore (ver Apéndice 2).

Rovira (1974) a su vez, en rodeos Hereford de la Estación Experimental “Dr. Mario A. Cassinoni” observó durante cuatro años de estudio, que el peso de los vientres en el otoño fue de 457 kg, en el posparto 415 kg y al comienzo del entore 403 kg. La pérdida de peso promedio desde el otoño al parto resultó de 42 kg lo que representó un 9% del peso otoñal.

Son visibles las diferencias en peso vivo del rodeo de dicha estación experimental en las evaluaciones publicadas por Rovira (1974). Los procesos de selección a favor de caracteres de crecimiento han generado incrementos en el tamaño adulto de los animales. Actualmente, el peso de las vacas adultas al momento del parto es en promedio 460 kg.

Tal como se observa en la Figura 6, el descenso de los pesos registrados al inicio del último tercio de gestación (en el preparto), parecería estar explicado principalmente por la época del año en la cual se encontraban en esta etapa. Dicho periodo se corresponde con el invierno, en el cual existe una menor disponibilidad de forraje, así como condiciones de temperaturas desfavorables (mayor gasto energético en termorregulación) (Rovira, 1996). Por otro lado, las temperaturas medias registradas en el invierno de año experimental fueron inferiores a las registradas en la serie histórica de la localidad de Paysandú (ver Figura 5). A su vez, como fuera citado por Bellows et al. (1972), esta pérdida de peso invernal puede afectar el peso al nacer del ternero.

Los incrementos de peso fueron constantes durante la gestación, siendo debidos probablemente al crecimiento fetal. Según datos reportados por Bell (1995), en los dos últimos meses de gestación se produce un aumento sustancial del desarrollo fetal dándose el 60% de la acumulación de masa fetal en ese momento.

Al final de la gestación, se produce una gran caída de peso. Aparecen varias explicaciones, entre ellas el parto asociado a la expulsión del feto, el líquido amniótico y la placenta; luego le sigue el comienzo de la lactación teniendo aparejado esto el inicio de la lactopoyesis y posterior lactogénesis (Ndlovu et al., 2007).

Los procesos anteriormente citados representan para el animal una gran demanda energética, ya que el total de los procesos entre los que aparecen la involución uterina, producción de leche, etc., significan para el animal un balance energético muy negativo por un lapso de tiempo importante.

Cabe destacar que en dicho momento del experimento, la calidad de la pastura en cuanto a la proteína cruda (PC) disminuyó, y la disponibilidad de materia seca se vio incrementada en forma considerable (Cuadro 4).

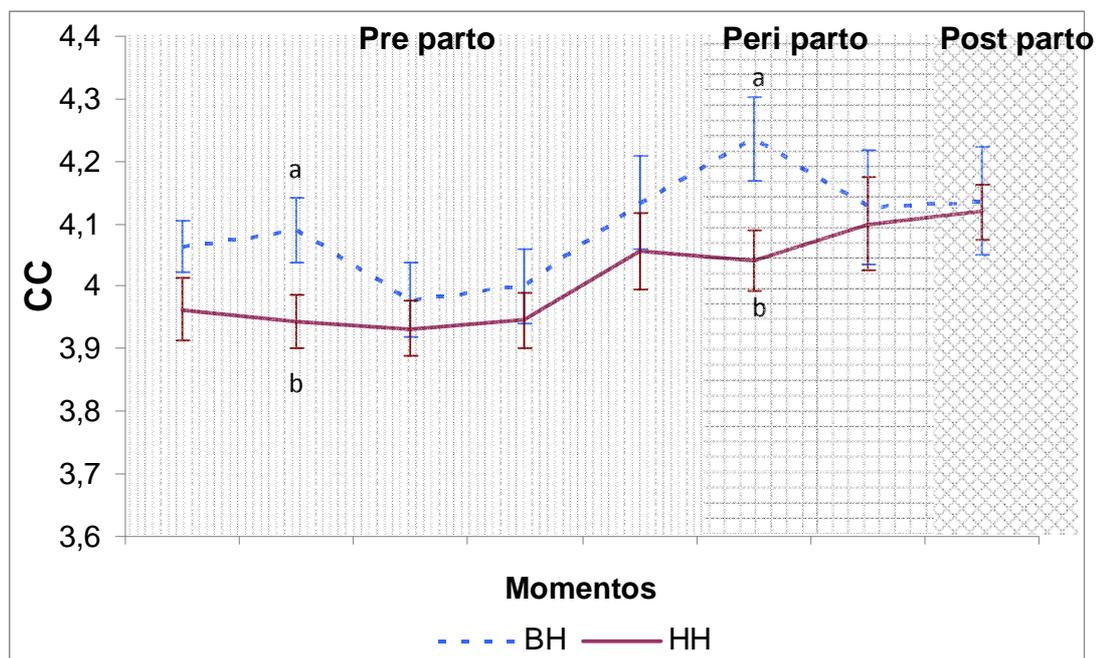
Por lo tanto, la disminución del peso sería debida a los procesos mencionados anteriormente, sumada a menor capacidad física de consumo de MS por parte de los animales antes del parto, y la disminución de la calidad en el forraje, etc. (Bertics et al., 1992).

Tal como lo mostraron los trabajos de Chase (1993), Grummer (1995), la ingestión de materia seca es el factor más importante en el control de ingestión de energía y en la generación del balance energético negativo en el parto.

### 4.3 EVOLUCIÓN DE LA CONDICIÓN CORPORAL

En la Figura 7 se observa la evolución de la condición corporal de las vacas según genotipo del ternero gestante, durante el último tercio de gestación.

Figura 7. Evolución de la condición corporal de las vacas según raza del padre en función de los momentos (media y error estándar).



Referencias: Medias seguidas de letras diferentes indican diferencias significativas.

En el período en estudio, solamente en dos de los momentos se observaron diferencias significativas debidas al genotipo del ternero gestante (P

<0,05), entre los 110 a 90 días y entre los 30 a 10 días preparto, respectivamente. Existieron diferencias significativas para la condición corporal y los días al parto ( $P < 0,05$ ). Cabe aclarar que en el caso de la raza Hereford, se trabajó solamente con un toro para la categoría múltiparas, debido al manejo del rodeo de cría de la EEMAC. Por el contrario, para el cruzamiento Bonsmara x Hereford se utilizaron tres toros diferentes, logrando la variabilidad requerida para estas evaluaciones.

Las diferencias significativas que se observan entre los 110 a 90 días y entre los 30 a 10 días preparto son de 0,15 y 0,2 puntos en la escala de condición corporal, lo cual resulta significativo para el análisis estadístico, pero no lo es en la apreciación visual que se realiza en el animal que tiene variaciones de 0,25 puntos de la CC.

La disminución de peso y de la condición corporal ubicadas entre los días -110 a -70 preparto se explican porque en dicho momento los animales tenían poca disponibilidad de materia seca, lo que los obliga a aumentar la actividad de pastoreo. Esto genera incrementos en los requerimientos energéticos, presentándose un balance energético negativo (Robinson et al., 1999), lo cual lleva a que los niveles de glucosa e insulina en sangre decaigan, teniendo como consecuencia la movilización de reservas, grasa principalmente (Grummer, 1995), reflejándose tanto en el peso como en la CC.

Si bien los pesos al nacimiento no difirieron entre genotipos, la mayor condición corporal lograda entre los días 30 a 10 preparto observada en las vacas gestando terneros Bonsmara x Hereford podría estar explicada por una menor demanda de nutrientes por parte del feto.

La diferencia observada en dicho momento puede traer implicancias en el reinicio de la ciclicidad ya que la condición corporal al parto es el factor más

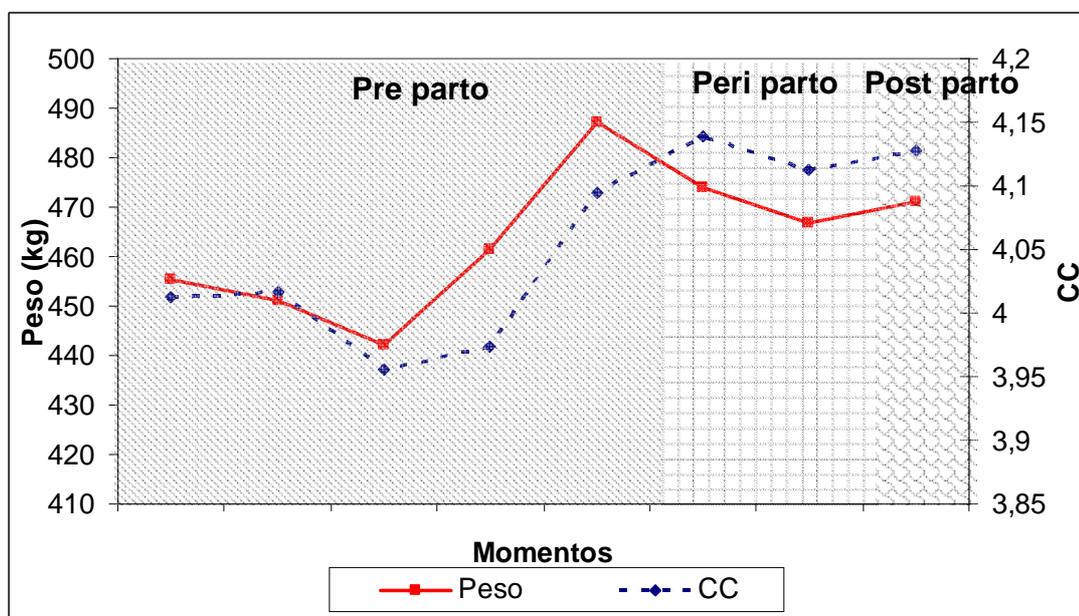
importante en determinar cuán rápido las vacas presentan celo luego del parto (Rovira, 1996). A su vez, afecta el comportamiento en la lactación, salud y vigor de su cría, y a la incidencia de dificultades al parto en vacas extremadamente gordas (Dennis y Spott, 1990).

#### 4.4 EVOLUCIÓN DE LA CONDICIÓN CORPORAL Y PESO, Y SU RELACIÓN CON LOS NIVELES DE METABOLITOS

La condición corporal es un método subjetivo permite estimar la cantidad de energía que tiene almacenada bajo la forma de grasa y músculo (Orcasberro, 1994). Ésta, ayudada por el peso vivo, es el método más preciso para determinar la composición corporal y por ende el estatus nutricional de los animales (Houghton et al., 1990).

En la Figura 8, se presenta la evolución del peso conjuntamente con la condición corporal media de las vacas en función de los distintos momentos.

Figura 8. Evolución del peso y evolución de la condición corporal media de las vacas



A medida que las vacas fueron perdiendo o ganando peso, lo mismo sucedió con la condición corporal. La similitud de las tendencias es importante, ya que la condición corporal es una medida subjetiva, mientras que el peso es objetiva y como anteriormente se citó, permite tener una aproximación de cómo es el estado nutricional de las vacas.

Según Rovira (1996), el aumento de peso durante los dos meses previos a la parición, es en media de 0,400 kg por día, correspondiendo principalmente al crecimiento del feto y no a una mejora de la CC. El aumento en peso de los animales entre 90 y 30 días antes del parto, podría ser atribuible a dicha causa. En dicho periodo la mejora en la CC está relacionada seguramente con la buena disponibilidad y calidad de la pastura ofrecida (ver Cuadro 4).

#### 4.4.1 Evolución sérica de proteína

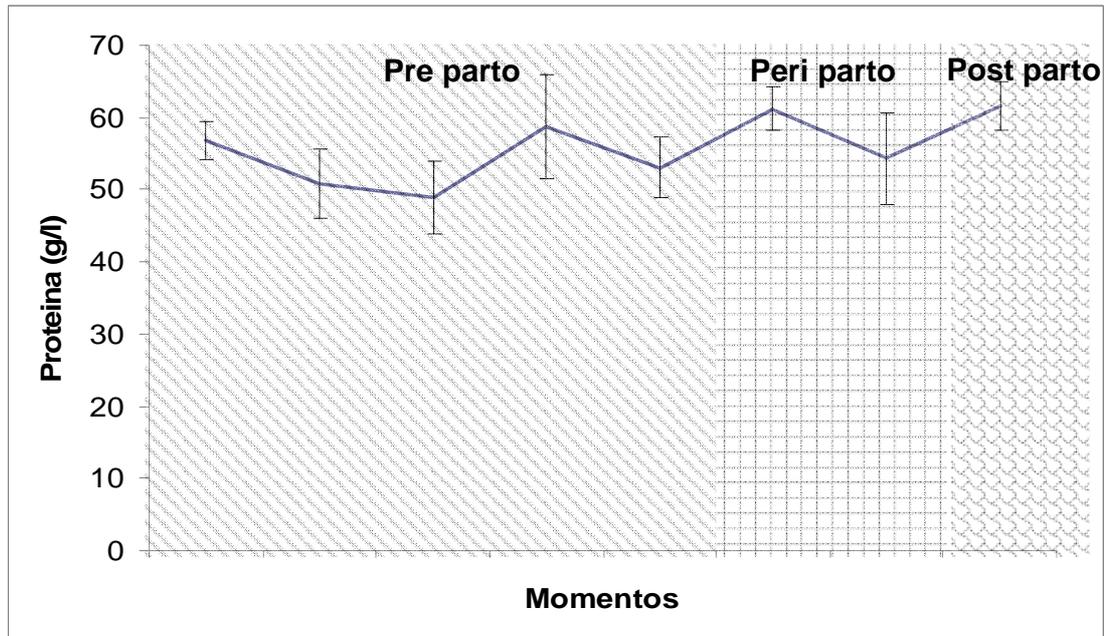
Los requerimientos de proteína durante la gestación son poco importantes hasta los 2 últimos meses, donde la demanda del feto aumenta en forma exponencial. Este aumento tiene su origen en el crecimiento del feto y, en las semanas previas al parto, en la síntesis de calostro. Sin embargo, se dificulta un balance positivo debido a la simultánea disminución en la ingestión de alimentos (Calsamiglia, s.f.).

Según Crempien (2008), vacas adultas preñadas durante los últimos tres meses de gestación, requieren un consumo de proteína de aproximadamente 8% en la dieta.

En nuestro país, en general no se registran déficits proteicos en las pasturas naturales durante el invierno y principios de primavera, No obstante, la escasez de forraje conlleva a deficiencias energéticas que derivan en usos ineficientes de la proteína ingerida (Montossi et al., 2000). Conforme explicado anteriormente, los niveles de urea en sangre dependen del contenido proteico de la dieta, de la degradabilidad de la proteína y del contenido energético de la dieta (Swanson et al., 2000).

Si la energía no es suficiente, las bacterias ruminales no pueden utilizar de manera eficiente las proteínas del forraje, generándose pérdidas de urea a través de la orina (Chimonyo et al., 2002). La evolución de las concentraciones séricas obtenidas en el experimento se presenta en la Figura 9.

Figura 9. Evolución de la concentración sérica de proteína en función de los diferentes momentos (media y error estándar)



No se registraron diferencias significativas entre genotipo del ternero gestante y el nivel de proteína en sangre, ni dentro de este metabolito en los diferentes momentos estudiados ( $P > 0,05$ ).

Como se puede observar en la Figura 9 los valores de proteína fluctuaron entre  $48,82 \pm 5,06$  y  $61,62 \pm 3,36$  g/l. Gestido et al. (2008) trabajando con vacas Hereford del rodeo de la Estación Experimental de San Antonio, reportó valores de proteína que fluctuaban entre 75 y 88 g/l, dependiendo de la condición corporal al parto en que se encontraban las vacas (3,3 a 4,3). Estas diferencias entre ambos trabajos pueden estar explicadas por una mayor CC al parto de las vacas de este experimento en relación al trabajo mencionado.

La disminución de peso y de la CC observada al inicio del último tercio de la gestación (Figura 8), se relacionó con la baja disponibilidad de MS (Cuadro 4), ocasionando un déficit de energía pero no en proteína. Sin embargo, esta reducción de peso y condición corporal no causó una disminución significativa de los niveles séricos de proteína total.

Frente a déficits proteicos provenientes de la dieta, las madres movilizan sus reservas proteicas (músculo) para destinar al feto y mantener constante el transporte activo a través de la membrana placentaria (Bell, 1995). Según este autor, la deposición de proteína en el feto es independiente a los cambios en la concentración séricos de la madre.

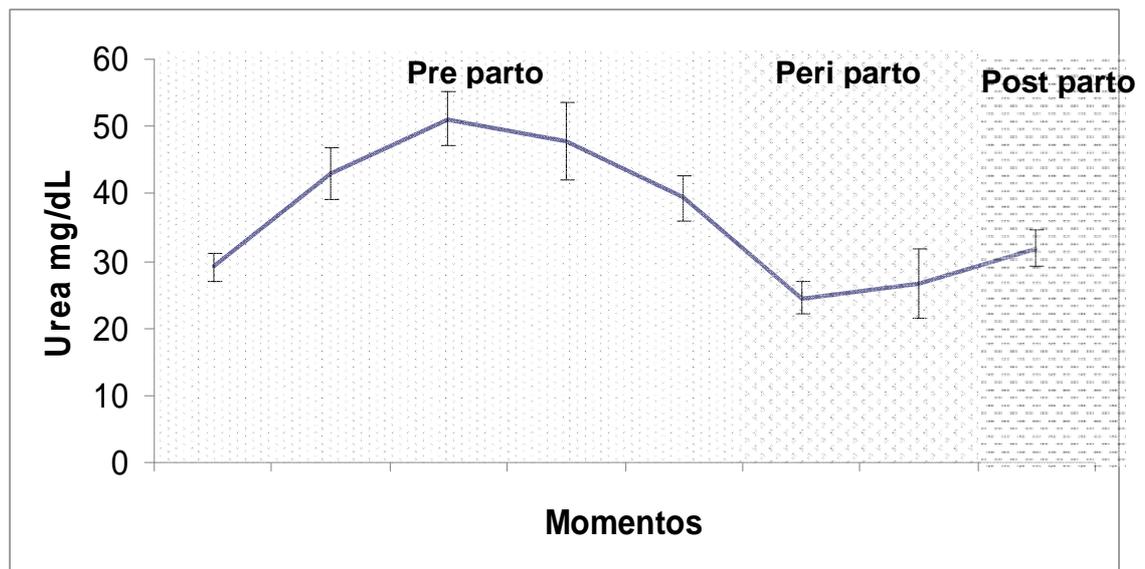
En este trabajo, los niveles de aminoácidos (medidos a través de la concentración de proteína en sangre) fueron altos e independientes del genotipo del feto (terneros puros y terneros cruza), ( $P>0.05$ ), demostrando similar tasa de deposición en ambos genotipos.

#### 4.4.2 Evolución sérica de urea

El valor hemático de urea no debería elevarse por encima de su intervalo de referencia. Valores superiores indican excesos de amoniaco en el rumen e ineficientes usos del nitrógeno de la dieta, al superarse la capacidad de síntesis proteica de los microorganismos (Balbuena et al., 1998).

En la Figura 10 se presenta la evolución de la concentración sérica de urea en los diferentes momentos estudiados.

Figura 10. Evolución de la concentración sérica de urea en función de los diferentes momentos (media y error estándar)



Los niveles séricos de urea, presentados en la Figura 10, no registraron diferencias significativas en las madres debidas al genotipo del ternero gestante ( $P>0,05$ ). Por el contrario, se observaron diferencias significativas para este metabolito en los distintos momentos estudiados ( $P<0,05$ ).

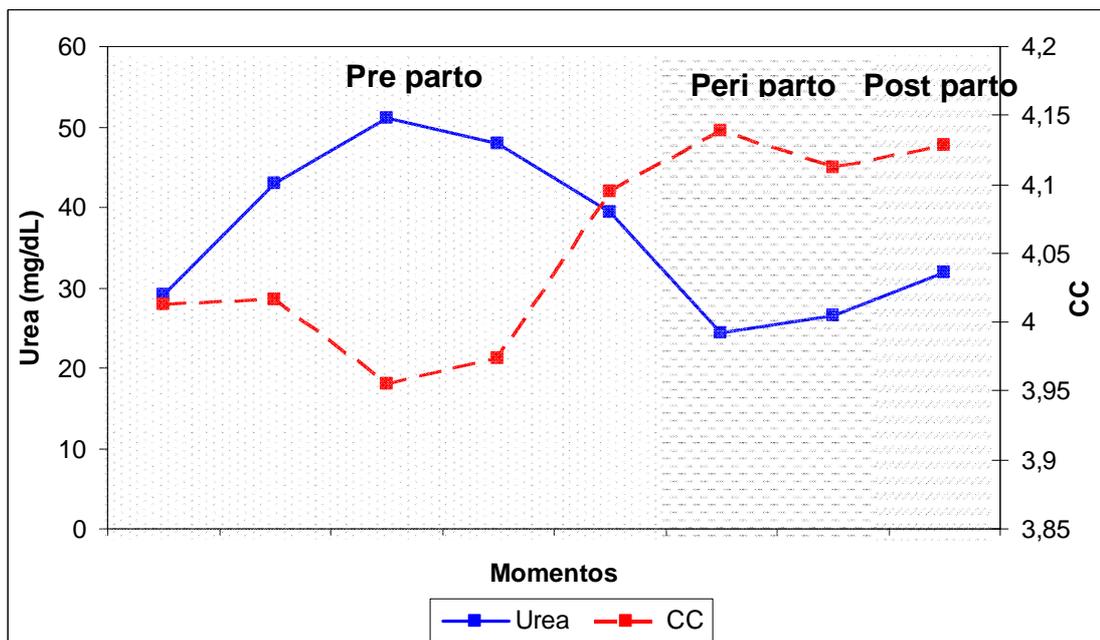
Los valores obtenidos fluctuaron entre  $24,44 \pm 2,43$  mg/dL (equivalente a  $4,05 \pm 0,4$  mmol/L) y  $51,1 \pm 4,04$  mg/dL (equivalente a  $8,48 \pm 0,67$  mmol/L). En vacas de razas carniceras, Gestido et al. (2008) obtuvo valores entre 5 a 8 mmol/L y Grunwaldt et al. (2005), encontraron rangos de variación de urea entre 5 y 7 mmol/L.

El incremento en los niveles séricos de urea en el período 110 a 70 días pre parto puede ser atribuible a aumento en la proteína dietaria y/o al catabolismo de la proteína muscular (Chimonyo et al., 2002). En este trabajo, la

disminución en los niveles de urea ocurridos en el periparto está explicada por una disminución en el consumo total de proteína en la dieta (mayor disponibilidad de MS, pero menor PC%, ver Cuadro 4).

En la Figura 11 se presentan las evoluciones de la concentración de urea en sangre, junto a la condición corporal, durante el período evaluado. Estos dos indicadores presentaron diferencias significativas entre los momentos evaluados.

Figura 11. Evolución de la condición corporal y la concentración sérica de urea en función de los momentos



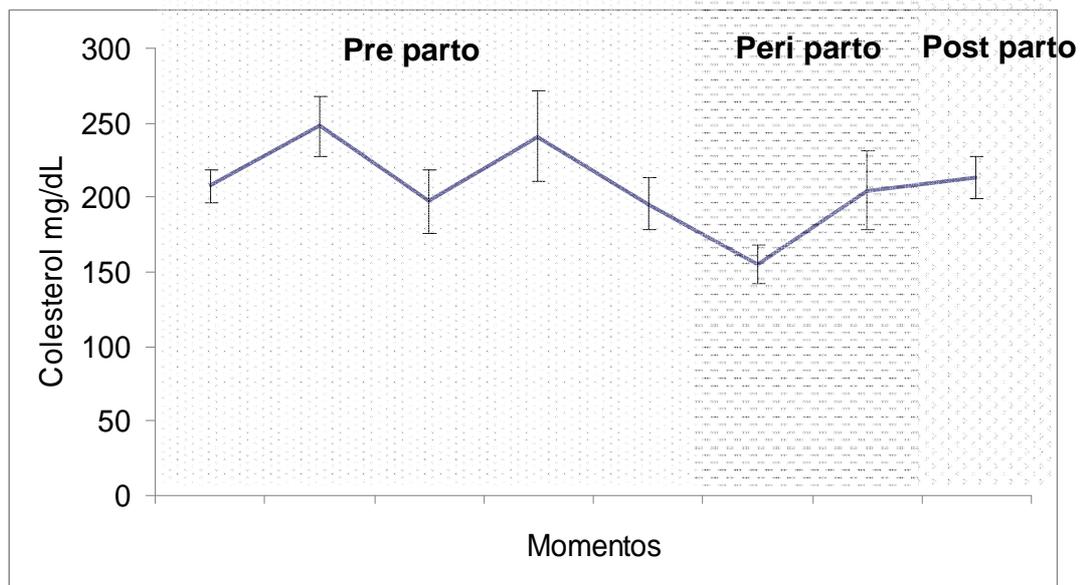
A pesar de que el nivel sérico de urea varía con el contenido de PC de la materia seca consumida (Swanson et al., 2000), este hecho no afectó en gran medida la relación inversa existente con la evolución de la CC. Es decir, al

verse disminuida la CC por el balance energético negativo, aumentó el nivel de urea y viceversa. La disminución de CC no sólo se encuentra relacionada a la movilización de reservas desde el tejido adiposo, sino también del tejido muscular, y por lo tanto, a la degradación de proteínas provenientes de éste tejido para manutención del metabolismo y los crecientes requerimientos de la gestación (Bell, 1995).

#### 4.4.3 Evolución sérica de colesterol

En lo referido a la evolución de las concentraciones séricas de colesterol, se produjeron disminuciones con algunas oscilaciones hasta el parto, a su vez este momento fue el único que presentó diferencias significativas con el resto de los momentos ( $P < 0,05$ ). A continuación se presenta la Figura 12 con la evolución de los niveles séricos de colesterol.

Figura 12. Evolución de los niveles séricos de colesterol en función de los diferentes momentos (media y error estándar)



En este metabolito, así como en los demás no existieron diferencias significativas entre el genotipo del ternero en gestación por las vacas Hereford, ( $P > 0,05$ ). Nuevamente, existieron diferencias significativas en este metabolito debidas al momentos de gestación de las vacas ( $P < 0,05$ ).

Los valores obtenidos fluctuaron entre  $247,75 \pm 20,18$  mg/dL ( $6,41 \pm 0,522$  mmol/L) y  $155,11 \pm 12,81$  mg/dL ( $4,01 \pm 0,33$  mmol/L). El rango de valores de los niveles de colesterol es similar al reportado para vacas de leche por Vasilenko y Roshchevsky (2008), de 3,14 mmol/L en el preparto, de 5,7 a 6,11 mmol/L en el post parto y 5,4 a 6,4 mmol/L durante la gestación temprana.

Los altos niveles de colesterol encontrados a nivel sérico durante todo el preparto, y el hecho de que la síntesis de colesterol es un proceso energéticamente caro (Lehninger et al., 1995), indicarían que las vacas se

encontraban en balance energético positivo y que sólo se vio disminuido el mismo hacia el parto. Probablemente, esto se deba al aumento de los requerimientos energéticos y la disminución en el consumo de materia seca antes mencionado (Bertics et al., 1992).

El colesterol comienza a sintetizarse (aumentando su concentración plasmática), cuando las vacas están comenzando a depositar reservas y su balance energético mejora. Este comportamiento de aumento de los niveles de colesterol, ha sido descrito a partir de la segunda semana postparto, por varios autores (Kronfeld et al. 1980, Kweon et al. 1986, Carroll et al. 1990).

El aumento de colesterol observado en el post parto temprano, ha sido relacionado a la movilización energética en vacas que disminuyen su CC en este período (Rossato 2000, Seifi et al. 2001, Gestido et al. 2008). En este caso, se observó una disminución de la CC en dicho momento (ver Figura 8), que es coincidente con el aumento registrado en el colesterol.

#### 4.4.4 Evolución sérica de glucosa

Tal cual como fuera citado por Reynolds et al. (2003), el dato de glucosa en sangre tiene un valor moderado de diagnóstico en evaluar la condición nutricional del ganado ya que varía ligeramente en la sangre.

Para el caso de la evolución de la glucosa en sangre (ver Apéndice 3), no se registraron diferencias significativas entre los genotipos de los terneros, además no se obtuvieron diferencias entre los distintos momentos de muestreo ( $P > 0,05$ ).

Los valores obtenidos en el experimento variaron entre  $59,2 \pm 6,45$  y  $75,75 \pm 13,67$  mg/dL y se encuentran dentro del rango reportado por Pinto-Santini et al. (2009b), que van desde 52 a 72 mg/dL así también similares a los reportados por Bondi (1989), quien reporta concentraciones de 40 a 70 mg/dL.

La presencia de niveles elevados de glucosa en sangre, probablemente indica a priori que los animales se encontraban durante todo el periodo experimental en muy buen balance energético. Este balance positivo permitió que no se vieran afectados los valores en sangre de este metabolito, a pesar de los importantes eventos sucedidos a nivel fisiológico como lo es el parto.

#### 4.5 LARGO DE GESTACIÓN

Al analizar el largo de gestación se encontró que existieron diferencias significativas entre los dos genotipos en estudio ( $P < 0,05$ ).

Las vacas gestando terneros cruza Bonsmara x Hereford presentaron mayores largos de gestación en comparación de las que gestaron Hereford puro. En el Cuadro 5 se presenta el largo de gestación de las vacas según el genotipo del ternero.

Cuadro 5. Largo de gestación (en días) de vacas gestando terneros machos y hembras BH y HH

Sexo	Raza del ternero	
	BH	HH
<b>Macho</b>	285±2.1 a	279±1.6 b
<b>Hembra</b>	290±2.6 a	279±1.6 b

Referencia: Letras diferentes indican diferencias significativas.

Los datos de este experimento concuerdan con los citados por Paschal et al. (1991), Herring et al. (1996), en los que genotipos cruza tienen mayores largos de gestación que los genotipos puros.

Los valores del largo de la gestación de la raza Hereford son similares a los reportados por la bibliografía, así como en las gestaciones de terneros cruzas (Cundiff et al., 1993).

Avendaño et al. (1996) encontraron que las variables que afectan el largo de gestación son el sexo del ternero, la época de nacimiento, y la raza del padre todos con una  $P < 0,01$ .

En este trabajo, a pesar de no observar diferencias estadísticamente significativas, se destacan las diferencias observadas en hembras y machos, siendo mayores las gestaciones de hembras que en machos para las cruzas Bonsmara x Hereford.

Bellows et al. (1972), plantearon una correlación negativa para el caso madres Hereford entre condición corporal y largo de gestación, ésta última se correlacionó positivamente con el peso al nacimiento. Es decir que a mayor

largo de gestación, mayor peso al nacimiento, asociado el primero a la condición corporal.

#### 4.6 PESO AL NACIMIENTO

Para el peso al nacimiento de los terneros no existieron diferencias significativas entre los genotipos puros respecto a los cruza ( $P>0,05$ ). En el Cuadro 6 se presenta el peso al nacimiento de los terneros según genotipo y sexo.

Cuadro 6. Pesos al nacimiento de los terneros según genotipo y sexo

Raza	Sexo	Peso al nacimiento (kg)
HH	H	33,4±0,7
	M	34±0,7
BH	H	34±1,1
	M	35,2±0,9

Referencia: H-hembra, M-macho. ( $P>0,05$ ).

Las diferencias observadas entre machos y hembras, a pesar de no ser significativas, concuerdan con datos de Herring et al. (1996).

Tanto en los partos de terneros cruza como en el caso de los terneros puros no se registraron problemas de distocia. Este aspecto se destaca como positivo ya que la inclusión de esta raza en los rodeos nacionales no traería aparejados problemas al momento del parto. De un total de 86 vacas estudiadas, apenas 2 requirieron asistencia al momento del parto.

Si bien el número de vacas es reducido para el análisis de variables reproductivas, cabe destacar que los porcentajes de preñez en la inseminación siguiente (2009-2010) fueron superiores para el grupo de vacas que gestaron terneros cruza, con 73%, en tanto las vacas que gestaron HH alcanzaron un 63% de preñez ( $P>0,05$ ).

Es importante el estudio de los porcentajes de concepción siguientes frente al planteo de un esquema de cruzamientos. Gestaciones de mayor duración, o mayores producciones de leche en vacas lactando terneros de genotipos cruza pueden provocar consecuencias en la preñez del ciclo siguiente. No obstante, en este estudio no se observaron consecuencias aparentes debidas al genotipo del ternero.

## 5. CONCLUSIONES

Bajo las condiciones de este estudio, el genotipo del ternero en la cruce Bonsmara x Hereford no afectó:

- ❖ El peso vivo de las vacas durante el último tercio de gestación e inicio de lactancia.
- ❖ La concentración de metabolitos (glucosa, urea, proteína total y colesterol en sangre) en la vaca durante gestación y lactancia, ni a los indicadores reproductivos subsiguientes.
- ❖ El peso al nacimiento ni la escala de dificultad al parto en las vacas Hereford.

El peso al nacimiento no varió con los distintos genotipos en gestación viéndose reflejado en los requerimientos de las vacas que tampoco presentaron diferencias según el genotipo.

Se observan diferencias debidas al genotipo del ternero en el largo de gestación, observándose gestaciones más largas para los genotipos BH en relación a los HH. A su vez se registraron diferencias en la evolución de la condición corporal únicamente en dos momentos (valores mayores de CC para las vacas gestantes de terneros BH, respecto a las gestantes de HH), no trayendo consecuencias en la preñez posterior. Si bien el porcentaje de preñez no fue estadísticamente significativo es importante resaltar el resultado a nivel biológico como un indicador a tener en cuenta.

## 6. RESUMEN

Con el objetivo de estudiar la evolución del largo de gestación (LG), peso vivo (PV), condición corporal (CC), peso al nacer (PN), facilidad-dificultad de parto, porcentaje de preñez logrado en el siguiente período de inseminación y diferentes metabolitos en sangre (proteína, urea, glucosa, colesterol), de vacas multíparas Hereford gestando terneros Hereford puros (HH) o Bonsmara-Hereford (BH), es que se seleccionaron 86 vacas del rodeo de la EEMAC-Facultad de Agronomía-Paysandú. De estas, 43 gestaron terneros BH y 43 HH, pastoreando campo natural. Las variables PV, CC y Concentración de metabolitos en sangre (CM) fueron analizadas mediante un modelo de medidas repetidas en el tiempo, usando como efectos fijos el sexo, genotipo del ternero (HH o BH) en los diferentes momentos considerados. Para PN, se utilizó un modelo univariado con los mismos efectos mencionados. Tanto para las evoluciones del PV, como en la CM, no se encontraron diferencias significativas ( $P>0,05$ ) entre la razas de los padres. En cuanto a la CC, solamente dos momentos registraron diferencias significativas debidas a la raza del ternero gestante ( $P<0,05$ ), entre 110-90 días y entre 30-10 días preparto. Existieron diferencias significativas para la CC y los días al parto ( $P<0,05$ ). Al analizar el LG se encontró que existieron diferencias significativas entre los dos genotipos en estudio ( $P<0,05$ ). Para el PN de los terneros, no existieron diferencias significativas entre los genotipos puros respecto a los cruza ( $P>0,05$ ). Bajo las condiciones de este estudio, el genotipo del ternero BH no afectó el PV de las vacas durante el último tercio de gestación e inicio de lactancia; la CM en la vaca durante gestación y lactancia, ni a los indicadores reproductivos subsiguientes; el PN ni la escala de dificultad al parto en las vacas HH. Se observan diferencias debidas al genotipo del ternero en el LG y en la evolución de la CC, sin consecuencias en la preñez posterior.

Palabras clave: Gestación; Condición corporal; Metabolitos en sangre; Peso al nacimiento; Largo de gestación; Bonsmara.

## 7. SUMMARY

In order to study the evolution of the gestation length (GL), weight (W), body condition (BC), birth weight (BW), calving difficulty, pregnancy rate achieved in the period following insemination and various blood metabolites (protein, urea, glucose, cholesterol), on multiparous Hereford cows gestating Hereford calves pure (HH) or Bonsmara-Hereford (BH) is that 86 cows were selected from EEMAC-Faculty of Agronomy-Paysandu rodeo. Of these, 43 gave birth to calves HH and 43 BH, grazing natural field. Variables W, BC and Concentration of blood metabolites (CM) were analyzed using a repeated measures model in time, using as fixed effects the sex of calf, the genotype (HH or HB) in the different times moments. For BW, a univariate model with the same effects mentioned was used. Neither in the evolution of W, as in the CM, significant differences were observed ( $P > 0,05$ ) between the different races of the parents. For the BC, only two of the moments show significant differences due to race the calf pregnant ( $P < 0,05$ ), between 110 and 90 days and between 30 and 10 days prepartum. Significant differences were observed for BC and days to calving ( $P < 0,05$ ). When analyzing the GL significant differences were found between the two genotypes under study ( $P < 0,05$ ). For BW of calves, there were no significant differences between genotypes compared to pure crosses ( $P > 0,05$ ). Under the conditions of this study, the genotype of the calf BH, did not affect W of cows during the last third of gestation and early lactation, the CM in the cow during pregnancy and lactation, nor the subsequent reproductive indicators, the BW or the scale of difficult calving in cows HH. There are differences due to genotype of the calf in the GL and the evolution of the BC, without consequences in later pregnancy.

Keywords: Pregnancy; Body condition; Blood metabolites; Birth weight; Gestation length; Bonsmara.

## 8. BIBLIOGRAFIA

1. ALENCAR, M. M.; TREMATORE, R. L.; OLIVEIRA, J. L. 1998. Características de crecimiento até a desmama de bovinos da raça Nelore e cruzados Charolês x Nelore. Revista Brasileira de Zootecnia. 27(1): 40-46.
2. ARANDA, M. V.; BRAVE, N.; CASAGRANDE, R. 2002. Colesterol en bovinos. (en línea). Buenos Aires, INTA. 6 p. Consultado jun. 2010. Disponible en <http://www.produccion-animal.com.ar>.
3. ARAUJO, F. O. 2002. Recientes avances en nutrición de rumiantes. In: Congreso Venezolano de Producción e Industria Animal (10º. 2002, Trujillo, Venezuela). Venezuela en la producción animal del siglo XXI. Trujillo, s.e. pp. 1-9.
4. AVEDAÑO PEREIRA, S.; GARCIA RAMPA, P. I. 1996. Cruzamiento entre padres Hereford, Angus, Nelore y Salers con vientres Hereford, largo de gestación y peso al nacer. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. 158 p.
5. BALBUENA, O.; KUCSEVA, D. C.; STAHRINGER, R. C.; GÁNDARA, F. R.; D'AGOSTINI, A.; ARAKAKI, C.; VELAZCO, G. 1998. Uso de la semilla de algodón y del pellet integral de algodón para recría de bovinos para carne. Colonia Benitez, INTA. t.2, pp. 4-26.
6. BAO, B.; THOMAS, M. G.; GRIFFITH, M. K. 1995. Steroidogenic activity, insulin-like growth factor-1 production and proliferation of

granulosa and theca cells obtained from dominant preovulatory and nonovulatory follicles during the bovine estrous cycle; effects of lowdensity and high-density lipoproteins. *Biology of Reproduction*. 53: 1271-1279.

7. BAUMAN, D.; CURIE, B. 1980. Partitioning of nutrients during pregnancy and lactation: a review of mechanisms involving homeostasis and homeorhesis. *Journal of Dairy Science*. 63: 1514-1529.
8. BEAM S. W.; BUTLER W. R. 1999. Effects of energy balance on follicular development and first ovulation in postpartum dairy cows. *Journal of Reproduction and Fertility*. 54: 411-424.
9. BELL, A. W.; RYMPH M. B.; SLEPETIS R.; HOUSE W. A.; EHRHARDT R. A. 1992. Net nutrient requirements for conceptus growth in Holstein cows - implications for dry cow feeding. In: Cornell Nutrition Conference for Feed Manufacturers (1992, New York, USA). Nutrition and feeding. s.n.t. p.102.
10. \_\_\_\_\_. 1993. Pregnancy and fetal metabolism. In: Forbes J. M.; France, J. eds. Quantitative aspects of ruminant digestion and metabolism. Oxford, U. K., CAB International. pp. 310-390.
11. \_\_\_\_\_. 1995. Regulation of organic nutrient metabolism during transition from late pregnancy to early lactation. *Journal of Animal Science*. 73: 2804-2819.

12. \_\_\_\_\_.; BARMAN, D. E. 1997. Adaptations of glucose metabolism during pregnancy and lactation. *Journal of Mammary Gland Biology and Neoplasia*. 2: 265-278.
13. BELLOWS, R. A.; SHORT, R. E.; ANDERSON, D. C.; KNAPP, B. W.; PAHNISH, O. F. 1971. Cause and effect relationships associated with calving difficulty and calf birth weight. *Journal of Animal Science*. 33(2): 407-415.
14. \_\_\_\_\_.; WARNER, L. W.; SHORT, R. E.; PAHNISH, O. F. 1972. Gestation feed level, calf birth weight and calving difficulty. *Journal of Animal Science*. 35:186.
15. BEMHAJA, M. 1991. Forrajeras de invierno en suelos arenosos. Montevideo, INIA. 2 p. (Hoja Divulgación Pasturas no. 1).
16. BERGMAN, E. N. 1973. Glucose metabolism in ruminants as related to hypoglycemia and ketosis. *Cornell Veterinary Medicine*. 63: 341.
17. \_\_\_\_\_.; HEITMANN, R. N. 1978. Metabolism of amino acids by the gut, liver, kidneys, and peripheral tissues. *Federation Proceedings*. 37: 1228-1232.
18. \_\_\_\_\_. 1986. Splanchnic and peripheral uptake of amino acids in relation to the gut. *Federation Proceedings*. 45: 2277-2282.
19. BERMÚDEZ, J.; AYALA, W. 2005. Producción de forraje de un campo natural de la zona de lomadas del este. In: Seminario de Actualización Técnica en Manejo de Campo Natural (2005, Treinta

y Tres, Uruguay). Ciclo conferencias. Montevideo, INIA. pp. 33-39  
(Serie Técnica no. 151)

20. BERRETTA, E. J.; RISSO, D. F.; MONTOSSI, F.; FIGURINA, G. 1999. Problems of animal production related to pastures in South America; Uruguay. In: International Grassland Ecophysiology and Grazing Ecology Symposium (1999, Curitiba, Paraná). Grasses and ecophysiology. Curitiba, s.e. pp. 45-65.
21. BERTICS, S. J.; GRUMMER, R. R.; CADORNIGA-VALINO, C.; STODDARD, E. E. 1992. Effect of prepartum dry matter intake on liver triglyceride concentration early lactation. *Journal of Dairy Science*. 75: 1914.
22. BLUM, J. W.; BRUCKMAIER, R. M.; VACHER, P. W.; MUNGER, A.; JANS, F. 2000. Twenty-four-hour patterns of hormones and metabolites in week 9 and 19 of lactation in high-yielding dairy cows fed triglycerides and free fatty acids. *Journal of Medicine. Veterinary*. 47: 43-60.
23. BOLAND, M. P.; LONERGAN M. P. 2003. Effects of nutrition on fertility in dairy cows. *Advanced Dairy Technology*. 15: 19-33.
24. BONDI, A. 1989. *Nutrición animal*. Acribia, Zaragoza, España. 546 p.
25. BONSMAN, J. C. 1980. *Livestock production, a global approach*. Capetown, Tafelberg Publishers. 201 p.

26. \_\_\_\_\_. 1985. Jan Bonsma and the Bonsmara beef cattle breed. In: Bonsmara cattle breeders society's 21 st anniversary publication. s.n.t. pp. 32-40.
27. BROSTER, W.; BROSTER, V. 1998. Body store of dairy cows. Journal of Dairy Research. 65 (1): 155-173.
28. BROWING, R. JR.; LEITE-BROWING, M. L.; NEUENDORFF, D. A.; RANDEL, R. D. 1995. Prewaning rowth of Angus (Bos Taurus), Brahman (Bos indicus), and Tuli (Sanga) sired calves and reproductive performance of their Brahman dams. Journal of Animal Science. 73: 2558-2563.
29. BROWN, M. A.; LALMAN, D. L. 2008. Prewaning performance of calves from Bonsmara, Brangus, Charolais, Gelbvieh, Hereford, and Romosinuano Sires Bred to Brangus cows managed on native rangeland or improved forages. (en línea). The Professional Animal Scientist. 24: 67-75. Consultado oct. 2010. Disponible en <http://pas.fass.org/content/24/1/67.abstract>.
30. BULLOCK, K. D.; BERTRAND, J. K.; BENYSHEK, L.; WILLIAMS, S. E.; LUST, D. G. 1991. Comparison of real time ultrasound and other live measures to carcass measures as predictors of beef cow energy stores. Journal of Animal Science. 69(10): 3908-3910.
31. BUTLER, W. R. 2000. Nutritional interactions with reproductive performance in dairy cattle. Animal Reproduction Science. 60-61: 449-457.

32. \_\_\_\_\_. 2003. Energy balance relationships with follicular development, ovulation and fertility in postpartum dairy cows. *Livestock Production Science*. 83: 211-218.
33. CALSAMIGLIA, S. s.f. 2002. Nuevos avances en el manejo y alimentación de la vaca durante el parto. *In*: Curso de Especialización FEDNA (16°), Jornadas Científicas y Internacionales de Ovinotecnia y Caprinotecnia (32ª, 2002, Barcelona). Producción ovina y caprina. Barcelona, Universidad Autónoma de Barcelona. pp. 1-40.
34. CAMPBELL, R. M.; FELL B. F. 1970. Observations on hypertrophy of the liver in breeding ewes. *Reserch in Veterinary Science*. 11: 540.
35. CANTET, R. 1983. El crecimiento del ternero. Buenos Aires, Argentina, Hemisferio Sur. 81 p.
36. CARDELLINO, R. A.; ROVIRA, J. 1987. Mejoramiento genético animal. Montevideo, Hemisferio Sur. 253 p.
37. CARROLL, D. J.; JERRED, M. J.; GRUMMER, R. R. 1990. Effects of fat supplementation and immature alfalfa to concentrate ratio on plasma progesterone, energy balance and reproductive traits of dairy cattle. *Journal of Animal Science*. 73: 2855-2863.
38. CATON, J. S.; DHUYVETTER, D. V. 1997. Influence of energy supplementation on grazing ruminants; requirements and responses. *Journal of Animal Science*. 75: 533-542.

39. CAVESTANY, D.; BLANC, J. E.; KULCSAR, M.; URIARTE, G.; CHILIBROSTE, P.; MEIKLE, A. 2005. Studies of the transition cow under a pasture-based milk production system; metabolic profiles. *Journal of Veterinary Medicine*. 52: 1-7.
40. CEBALLOS, A.; GOMEZ, P. M.; VELEZ, M. L. 2002. Variación de los indicadores bioquímicos del balance de energía según el estado productivo en bovinos lecheros de Manizales, Colombia. *Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias*. 15: 13-25.
41. COOK, C. M.; FOGWELL, R. L.; MENON, K. M. 1996. Concentrations of cholesterol in plasma affect concentrations of cholesterol and progesterone in bovine corpus luteum. *Journal of Animal Science*. 74: 222.
42. COPPO J. A. 2001. *Fisiología comparada del medio interno*. Buenos Aires, Dunken. pp. 212-216.
43. COOPO, N. B.; COOPO, J. A.; LAZARTE, M. A. 2003. Intervalos de confianza para colesterol ligado a lipoproteínas de alta y baja densidad en suero de bovinos, equinos, porcinos y caninos. *Revista de Veterinaria*. 14:1-10.
44. CREMPIEN, C. 2008. *Antecedentes técnicos y metodología básica para utilizar en presupuestación en establecimientos ganaderos*. Montevideo, Uruguay, Hemisferio Sur. 72 p.
45. CUNDIFF, L.V. 2005. Performance of tropically adapted breeds in a temperate environment; calving, growth, reproduction and

maternal traits. A compilation of research results involving tropically adapted beef cattle breeds S-243 and S-277. (en línea). Multistate Research Projects. Southern Cooperative Series Bulletin 12. pp. 131-143. Consultado oct. 2010. Disponible en [http://www.lsuagcenter.com/en/crops\\_livestock/livestock/beef\\_cattle/breeding\\_genetics/tropical+breeds.htm](http://www.lsuagcenter.com/en/crops_livestock/livestock/beef_cattle/breeding_genetics/tropical+breeds.htm).

46. CHASE, L. E. 1993. Developing nutritional programs for high producing dairy herds. *Journal of Dairy Science*. 76: 3287-3293.
47. CHIMONYO, M.; KUSINA, N. T.; HAMUDIKUWANDA, H.; NYONI, O. 2000. Reproductive performance and body weight changes in draught cows in a smallholder semi-arid farming area of Zimbabwe. *Tropical Animal Health Production*. 32(6): 405-415.
48. \_\_\_\_\_.; HAMUDIKUWANA, H.; KUSINA, N. T.; NCUBE, I. 2002. Changes in stress-related plasma metabolite concentrations in working Mashona cows on dietary supplementation. *Livestock Production Science*. 73: 165-173.
49. DELAZARI, J. A.; FONSECA, F. A.; DE QUEIROZ, A. C.; PEREIRA, J. C.; CECON, P. R. 2000. Desempenho reprodutivo, concentrações de progesterona e metabólitos lipídicos no pós-parto de vacas mestiças H/Z, submetidas a uma dieta hiperlipidêmica. *Revista Brasileira de Zootecnia*. 29(2): 413-420.
50. DENINIS, B.; SPOTT, L. R. 1990. Body condition, nutrition and reproduction of beef cows. Texas, Texas Agricultor Extension Service. pp. 3-11.

51. DICKERSON, G. E. 1978. Animal size and efficiency; basic concepts. *Animal Production*. 27:367-379.
52. EARLE D. F. 1976. A guide to scoring dairy cow condition. *Journal of Agriculture (Victoria)*. 74: 228-231.
53. ELLENBERGER, H. B.; NEWLANDER, J. A.; JONES, C. H. 1950. Composition of the bodies of dairy cattle. Burlington. Bulletin Vermont Agricultural Experiment Station. no. 558. s.p.
54. ELLENBERGER, M. A.; JHONSON, D. E.; CARSTENS, G. E.; HOSSNER, K. L.; HOLLAND, M. D.; NETT, T. M.; NOCKELS, C. F. 1989. Endocrine and metabolic changes during altered growth rates in beef cattle. *Journal of Animal Science*. 67: 1446-1454.
55. FAICHNEY, G. J.; WHITE G. A. 1987. Effects of maternal nutritional status on fetal and placental growth and on fetal urea synthesis in sheep. *Australian Journal of Biological Science*. 40: 365.
56. FAWCETT, J. K.; SCOTT, J. E. 1960. A rapid and precise method for the determination of urea. *Journal of Clinical Pathology*. 13: 156.
57. FERNANDO, O. H.; RABASA, E. 1999. Zootecnia tropical, campo experimental regional INTA Leales. Leales, Tucumán, Argentina. (2)CONICET. (en línea). *Producción Animal*. 17(2): 243-259. Consultado jul. 2010. Disponible en <http://www.produccion-animal.com.ar>.

58. FOWLER, J. 2000. HDL. LDL. perfil lipídico. Método de rutina, de referencia, alternativo. Triglicéridos. Viña del Mar, Chile, Universidad de Antofagasta. 7 p.
59. FRANCISCO, C. C.; SPICER, L. J.; PAYTON, M. E. 2003. Predicting cholesterol, progesterone, and days to ovulation using post-partum metabolic and endocrine measures. *Journal of Dairy Science*. 86: 2852-2863.
60. FRIEDMAN, R. B.; YOUNG, D. S. 1997. Effects of disease on clinical laboratory tests. Washington, D.C., AACC. s.p.
61. FRISCH, J. E.; VERCOE, J. E. 1979. Adaptative and productive features of cattle growth in the tropics; their relevance to Buffalo production. (en línea). *Tropical Animal Production*. 4(3):214-222. Consultado oct. 2010. Disponible en [http://www.fao.org/ag/aga/agap/frg/tap43/4\\_3\\_2.pdf](http://www.fao.org/ag/aga/agap/frg/tap43/4_3_2.pdf).
62. GESTIDO, V.; PÉREZ CLARIGET, R.; CARRIQUIRY, M.; SOCA, P. 2008. Evolución de la condición corporal en el pre y post parto y su relación con los niveles de metabolitos sanguíneos en vacas de cría promíparas Hereford pastoreando campo natural. *In: Jornadas Uruguayas de Buiatría (36as., 2008, Paysandú, Uruguay). Memorias. Paysandú, CMVP. s.p.*
63. GIMENO, D.; AGUILAR, I.; FRANCO, J.; FEED, O. 2002. Rasgos productivos y reproductivos de hembras cruza. *In: Seminario de Actualización Técnica (2002, Tacuarembó). Cruzamientos en*

bovinos para carne. Montevideo, INIA. Montevideo, INIA. pp. 1-87 (Actividades de Difusión 295).

64. GIRALDO, L. F.; LOAIZA, A. M.; BOTERO, S. A; URIBE-VELASQUEZ, L. F. 2008. Parámetros metabólicos séricos y condición corporal durante el pre y posparto en vacas Brhman. Revista Científica, FCV-LUZ. 19: 350-355.
65. GREGORY, K. E.; BLUNN, C. T.; BAKER, M. L. 1950. A study of some of the factors influencing the birth and weaning weights of beef calves. Journal of Animal Science. 9: 338-346.
66. \_\_\_\_\_.; CUNDIFF, L. V.; KOCH R. M.; LASTER, D. B.; SMITH, G. M. 1978. Heterosis and breed maternal and transmitted effects in beef cattle. Journal of Animal Science. 47: 1031-1041.
67. \_\_\_\_\_.; SMITH, G. M.; CUNDIFF, L. V.; KOCH, R. M.; LASTER, D. B. 1979. Characterization of biological types of cattle-cycle III; I. Birth and weaning traits. Journal of Animal Science. 48: 271-279.
68. GRUNWALDT, E. G.; GUEVARA, J. C.; ESTEVEZ, O. R.; VICENTE, A.; ROUSSELLE, H.; ALCUNTEN, N.; AGUERREGARAY, D.; STASI, C. R. 2005. Bioquímica y hematológica en vacas de carne en las llanuras de Mendoza (Argentina). Tropical Animal Health Production. 37(6): 527-540.
69. GRUMMER, R. R.; CARROLL, D. J. 1988. A Review of lipoprotein cholesterol metabolism; importance to ovarian function. Journal of Animal Science. 66: 3160-3173.

70. \_\_\_\_\_.; BERTICS, S. J.; LACOUNT, D. W.; SNOW, J. A.; DENTINE, M. R.; STAUFFACHER, R. H. 1990. Estrogen induction of fatty liver in dairy cattle. *Journal of Dairy Science*. 73: 1537.
71. \_\_\_\_\_. 1993. Etiology of lipid-related metabolic disorders in periparturient dairy cows. *Journal of Dairy Science*. 76: 3882.
72. \_\_\_\_\_. 1995. Impact of changes in organic nutrient metabolism on feeding the transition dairy cow. *Journal of Animal Science*. 73: 2820.
73. HAWKINS, D. E.; NISWENDER, K. D.; OSS, G. M. 1995. An increase in serum lipids increases luteal lipid content and alters the disappearance rate of progesterone in cows. *Journal of Animal Science*. 73: 541-545.
74. HAY, W. W. JR.; SPARKS J. W.; WILKENING R. B.; BATTAGLIA F. C.; MESCHIA G. 1984. Fetal glucose uptake and utilization as functions of maternal glucose concentration. *Animal Journal Physiology*. 246: E237.
75. HAYDOCK, K. P.; SHAW N. H. 1975. The comparative yield method for estimating dry matter yield of pasture. *Australian Journal of Experimental Agriculture and Animal Husbandry*. 15: 663-670.
76. HERRIMAN, I. D.; HEITZMAN R. J.; PRIESTLEY I.; SANDHU G. S. 1976. Concentrations of intermediate metabolites in the blood and

hepatic tissues of pregnant and non-pregnant ewes. *Journal of Agricultural Science (Cambridge)*. 87: 407.

77. HERRING, A. D.; SANDERS, J. O.; KNUTSON R. E.; LUNT D. K. 1996. Evaluation of F1 calves sired by Brahman, Boran, and Tuli bulls for birth, growth, size, and carcass characteristics. *Journal of Animal Science*. 74: 955-964.
78. HOLGADO, O. F.; REBASA, E. A. 1999. Eficiencia reproductiva de diferentes grupos raciales de bovinos para carne en el subtropico Argentino. *Zootecnia Tropical*. 17(2): 243-259.
79. HOUGHTON, P. L.; LEMENAGER, R. P.; HORSTMAN, L. A.; HENDRIX, K. S.; MOSS, G. E. 1990 . Effects of body composition, pre and postpartum energy level and early weaning on reproductive performance of beef cows and preweaning calf gain. *Journal of Animal Science*. 68: 1438.
80. INGVARTSEN, K. L.; ANDERSEN, J. B. 2000. Integration of metabolism and intake regulation; a review focusing on periparturient animals. *Journal of Dairy Science*. 83: 1573-1597.
81. JEFFERIES, B. C. 1961. Body condition scoring and its use in management. *Tasmanian Journal of Agriculture*. 32: 19-21.
82. JULIEN, W. E.; CONRAD, H. R.; REDMAN, D. R. 1977. Influence of dietary protein on susceptibility to alert downer syndrome. *Journal of Dairy Science*. 60: 210.

83. KANEKO, K.; KAWAKAMI, S.; MIYOSHI, M.; ABUKAWA, T.; YAMANKA, S.; MOCHIZUKI, M.; YOSHIHARA, S. 1997. Effect of retained placenta on subsequent bacteriological and cytological intrauterine environment and reproduction in Holstein dairy cows. *Theriogenology*. 48: 617-624.
84. KAPPEL, L. C.; INGRAHAM R. H.; MORGAN E. B.; ZERINGUE, L.; WILSON, D.; BABCOCK D. K. 1984. Relationship between fertility and blood glucose and cholesterol concentrations in Holstein cows. *Animal Journal of Veterinary Research*. 45: 2607.
85. KRONFELD, D. S.; DONOGHUE, S.; NAYLOR, J. M. 1980. Metabolic effects of feeding protected tallow to dairy cows. *Journal of Dairy Science*. 63: 545-552.
86. KUNKLE, W. E. 1994. Effects of body condition on productivity in beef cattle. In: Field, M. J.; Sands, R. S. eds. *Factors affecting calf crop*. Boca Raton, Florida, CRC. pp. 167-178.
87. KWEON, K. O.; HITOSHI, O.; KIYOSHI, O. 1986. Factors affecting serum total cholesterol level of lactating Holstein cows. *Japanese Journal of Veterinary Science*. 48(3): 481-486.
88. LEHNINGER, A. L.; NELSON, D. L.; COX, M. 1995. *Principios de bioquímica*. 2<sup>a</sup>.ed. New York, Omega. s.p.
89. LEURY, B. J.; BIRD A. R.; CHANDLER K. D.; BELL A. W. 1990. Glucose partitioning in the pregnant ewe; effects of undernutrition and exercise. *Journal of Nutrition*. 64: 449.

90. LING, P. R.; BISTRIAN B. R.; BLACKBURN G. L.; ISTFAN N. 1987. Effect of fetal growth on maternal protein metabolism in postabsorptive rat. *Animal Journal of Physiology*. 252: E380.
91. LOPEZ, D. 2002. Genética y reproducción. Razas bovinas africanas, nueva herramienta genética para aumentar la producción de carne en el trópico y subtrópico. (en línea). Río Cuarto, Universidad Nacional de Río Cuarto. s.p. Consultado oct. 2010. Disponible en <http://www.serbiotec.com.ar/ArtDanLop1.htm>.
92. LOWMAN, B. G.; SCOTT, N.; SOMERVILLE, S. 1973. Condition scoring of cattle. East of Scotland College of Agriculture. Bulletin no. 6. s.p.
93. McDONALD, E.; EDWARDS, R. A.; GREENHALGH, J. F. D.; MORGAN, C. A. 1995. *Animal nutrition*. Singapore, Longman. 217 p.
94. MacNEIL, M. D.; MATJUDA, L. E. 2007. Breeding objectives for Angus and Charolais specialized sire lines for use in the emerging sector of South African beef production. *South African Journal of Animal Science*. 37(1): 1-10.
95. MEIKLE, A.; CAVESTANY, D.; BLANC, J.; KRALL, E.; URIARTE, G.; RODRÍGUEZ-IRAZOQUI, M.; RUPRECHTER, G.; FERRARIS, A.; CHILIBROSTE, P. 2005. Perfiles metabólicos y endocrinos de la vaca lechera sobre pastoreo controlado. *Revista Veterinaria*. 40: 25-40.

96. MELUCCI, L.; NICOLINI, J; MEZZADRA, C.; MIQUEL, M. C.; MOLINUEVO, H.; VILLARREAL, E. 1993. Productividad hasta el destete en sistemas alternativos de cruzamientos en bovinos para carne. In: Reunión sobre Evaluación de Distintos Biotipos con Énfasis en Ganado Cebú y sus Cruzas en Términos de Productividad por Hectárea y Rendimiento de Carne (1991, Corrientes, Argentina). Trabajos presentados. Montevideo, IICA/PROCISUR. pp. 269-276 (Diálogo no. 35).
97. MONTIEL, F.; AHUJA, C. 2005. Body condition and suckling as factors influencing the duration of postpartum anestrus in cattle; a review. *Animal Reproduction Science*. 85: 1-26.
98. MONTOSSI, F.; FIGURINA, G.; SANTAMARINA, I.; BERRETTA, E. J. 2000. Selectividad animal y valor nutritivo de la dieta de ovinos y vacunos en sistemas ganaderos; teoría y práctica. Montevideo, INIA. 84 p. (Serie Técnica no. 113).
99. MORTIMER, R. G.; BOYD, G. W.; MORRIS, D. L. 1991. Evaluating the impact of body condition on production parameters in beef cows. *Veterinary Medicine*. 86(10): 1030-1036.
100. NDLOVU, T.; CHIMONYO, M.; OKOHA, I.; MUCHENJE, V.; DZAMA, K.; RAATS, J. G. 2007. Assessing the nutritional status of beef cattle; current practices and future prospects. *African Journal of Biotechnology*. 6(24): 2727-2734.
101. NEVÁREZ, C. G.; CERRILLO, S. M. A.; JUÁREZ, R. A. S. 2000. Concentración plasmática de glucosa, urea y ácidos grasos no

esterificados en cabras gestantes y lactantes en pastoreo. In: Congreso Nacional de Buiatría (27º., 2000, Guadalajara, México). Actualización veterinaria. s.n.t. pp. 1-43.

102. ORCASBERRO, R.; IBAÑEZ, W.; VIZCARRA, J. A. 1987. Repetibilidad y reproductividad de dos escalas para estimar la condición corporal en vacas Hereford. *Investigaciones Agronómicas*. no.7: 45-47.
103. \_\_\_\_\_.; VIZCARRA, J. A.; MENDEZ, J. 1988. Condición por apreciación visual en vacas Hereford. *Revista Plan Agropecuario*. no. 44: 33-34.
104. \_\_\_\_\_.; SOCA, P.; BERETTA, V.; TRUJILLO, A. I. 1992. Estado corporal de vacas Hereford y comportamiento reproductivo. In: Jornada de Producción Animal (Paysandú, 1992). Evaluación física y económica de alternativas tecnológicas en predios ganaderos. Paysandú, Facultad de Agronomía. Estación Experimental Mario A. Cassinoni. pp. 32-36.
105. \_\_\_\_\_. 1994. Propuesta de manejo para mejorar la eficiencia reproductiva de los rodeos de cría. *Seragro*. 1(12): 12-16.
106. \_\_\_\_\_. 1997. Estado corporal, control del amamantamiento y performance reproductiva de rodeos de cría. In: Carámbula, M.; Vaz Martins, D.; Indarte, E. eds. *Pasturas y producción animal en áreas de ganadería extensiva*. Montevideo, INIA. pp. 158-169 (Serie Técnica no.13).

107. \_\_\_\_\_. 2000. Manejo nutricional del rodeo de cría en las condiciones pastoriles del país. In: Jornada sobre Cría Vacuna (2000, Salto, Uruguay). Tecnologías para el Norte. Salto, Centro Veterinario de Salto y Comisión de Reproducción de la Sociedad de Medicina Veterinaria de Uruguay. s.p.
108. OTTO, F.; BAGGASSE, P.; BOGIN, E.; HARUN, M.; VILELA, F. 2000. Biochemical blood profile of Angoni cattle in Mozambique. *Israel Veterinary Medic Association*. 55(3): 1-9.
109. PARK, C. S.; RAFALOWSKI, W.; MARX, G. D. 1983. Effect of dietary fat supplement on lipid metabolism of Holstein heifers. *Journal of Dairy Science*. 66: 528-534.
110. PASCHAL, J. C.; SANDERS, J. O.; KERR, J. L. 1991. Calving and weaning characteristics of Angus, Gray Brahman, Gir, Indu Brazil, Nellore, and Red Brahman-sired F1 calves. *Journal of Animal Science*. 69: 2395.
111. PEREIRA, G.; SOCA, P. 2000. Plan G: Programa para la toma de decisiones en predios ganaderos. (en línea). s.n.t. 14 p. Consultado may. 2006. Disponible en <http://www.rau.edu.uy/agro/ccss/publicaciones.htm> .
112. PINTO-SANTINI, L. V.; GRIGIONI, G.; CARDUZA, F.; PORDOMINGO, A. B.; PINI, F. MASGORET, S. 2009a. Efectos del cruzamiento con Bonsmara sobre novillos en confinamiento; 1. Aumento de peso y parámetros de res. (en línea). Buenos Aires, INTA. s.p.

Consultado oct. 2010. Disponible en [http://www.inta.gov.ar/anguil/images/posters/produccionanimal/aa\\_pa2009/poster25.pdf](http://www.inta.gov.ar/anguil/images/posters/produccionanimal/aa_pa2009/poster25.pdf).

113. \_\_\_\_\_.; DRESCHER, K.; RUIZ, A.; PÉREZ, R.; DOMÍNGUEZ, C.; BENEZRA, M.; MARTÍNEZ, N. 2009b. Relación entre los niveles de glucosa e insulina sanguínea y el reinicio de la actividad ovárica en vacas de doble propósito con diferentes condiciones corporales al parto y diferente nivel de alimentación posparto. *Interciencia*. 34(5): s.p.
114. PORDOMINGO, A. J.; PORDOMINGO, A. B.; PINI, F.; MASGORET, S. 2009. Efectos del cruzamiento con Bonsmara sobre el peso y el aumento de peso de novillos en pastoreo. (en línea). Buenos Aires, INTA. s.p. Consultado oct. 2010. Disponible en <http://www.inta.gov.ar/anguil/images/posters/Animal/Poster%20Animal%20TPP32.pdf>.
115. RANDEL, R. D. 1990. Nutrition and postpartum rebreeding in cattle. *Journal of Animal Science*. 68: 853-862.
116. REYNOLDS C. K.; AIKMAN P. C.; LUPOLI B.; HUMPHRIES D. J.; BEEVER D. E. 2003. Splanchnic metabolism of dairy cows during the transition from late gestation through early lactation. *Journal of Dairy Science*. 86: 1201- 217.
117. ROBINSON, J. J.; McDONALD, I.; FRASER, C.; CROFTS, R. M. J. 1977. Studies on reproduction in prolific ewes; growth of the products of

conception. *Journal of Agricultural Science (Cambridge)*. 88: 539-552.

118. \_\_\_\_\_.; SINCLAIR, K. D.; RANDEL, R. D.; SYKES, A. R. 1999. Nutritional management of the female ruminant: mechanistic approaches and predictive models. *Nutritional Ecology of Herbivores*. In: International Symposium on the Nutrition of Herbivores (5<sup>th</sup>., 1999, Savoy, Illinois, USA). Proceedings. Ciudad, American Society of Animal Science. s.p.
119. RODRÍGUEZ, E. J.; CARANDE, V. G.; RODRÍGUEZ, V. A. 1985. Efecto de la restricción y la realimentación sobre la concentración de metabolitos sanguíneos. *Producción Animal*. 5: 1-12.
120. ROVIRA, J. 1974. Reproducción y manejo de los rodeos de cría. Montevideo, Hemisferio Sur. 293 p.
121. \_\_\_\_\_. 1996. Manejo nutritivo de los rodeos de cría en pastoreo. Montevideo, Hemisferio Sur. 288 p.
122. ROSSATO, W. 2000. Condição metabólica pós-parto em vacas leiteras de um rebanho do Rio grande do Sul. Porto Alegre, Brasil, Universidad Federal do Rio Grande do Sul. 105 p.
123. RUAS, J. R. M.; TORRES, C. A. A.; BORGES, L. E. 2000. Concentrações plasmáticas de colesterol, glicose e uréia em vacas zebuínas, em relação à condição corporal e ao "status" reproductivo. *Revista Brasileira de Zootecnia*. 29(6): 2036-2042.

124. RUEGG, P. L.; GOODGER, W. J.; HOLMBERG, C. A. 1992. Relation among body condition score, milk production and serum urea nitrogen and cholesterol concentrations in high producing Holstein dairy cows in early lactation. *Animal Journal Veterinary Research*. 53(1): 5-9.
125. SAGEBIEL, J. A.; KRAUSE, G. F.; SIBBIT, B.; LANGFORD, L.; DYER, A. J.; LASLEY., J. F. 1973. Effect of heterosis and maternal influence on gestation length and birth weight in reciprocal crosses among Angus, Charolais, and Hereford cattle. *Journal of Animal Science*. 37: 1273.
126. SARAIVIA, C.; CRUZ, G. 2003. Influencia del ambiente atmosférico en la adaptación y producción animal. Facultad de Agronomía. (Montevideo). Nota técnica no. 50. 36 p.
127. SAS. 2004. SAS user's guide; statistics, version STAT 9.1. Cary, N.C. 5123 p.
128. SCAGLIA, G. 1996. Alternativas para la alimentación de vacas de cría durante el periodo invernal. Montevideo, INIA. pp. 55-62 (Actividades de Difusión no. 110).
129. SCHOR, A.; GAGLIOSTRO, G. A. 2001. Undegradable protein supplementation to early-lactation dairy cows in grazing conditions. *Journal of Dairy Science*. 84: 1597-1606.

130. SEIFI, H. A.; MIRSHOKRAIE, P.; FARZANEH, N. 2001. Metabolic profile test in Iran; variations of metabolites around parturition at dairy cattle. *Acta Veterinaria Scandinavica*. 44: 123-123.
131. SHORT, R. E.; BELLOWS, R. A.; STAIGMILLER, R. B.; BERARDINELLI, J. G.; CUSTER, E. E. 1990. Physiological mechanisms controlling anestrus and infertility in postpartum beef cattle. *Journal of Animal Science*. 68: 799.
132. SKAAR, T. C.; GRUMMER, R. R.; DENTINE, M. R.; STAUFFACHER, R. H. 1989. Seasonal effects of prepartum and postpartum fat and niacin feeding on lactation performance and lipid metabolism *Journal of Dairy Science*. 72: 2028.
133. SOCA, P.; ORCASBERRO, R. 1992. Propuesta de manejo del rodeo de cría en base a estado corporal, altura del pasto y aplicación de destete temporario. In: Jornada de Producción Animal (1992, Paysandú, Uruguay). Evaluación física y económica de alternativas tecnológicas en predios ganaderos. Paysandú, Facultad de Agronomía. Estación Experimental Mario A. Cassinoni. pp. 54-56.
134. STACEY, T. E.; WEEDON A. P.; HAWORTH C.; WARD R. H. T.; BOYD R. D. H. 1978. Fetomaternal transfer of glucose analogues by sheep placenta. *Animal Journal Physiology*. 234: E32.
135. SWANSON, K. C.; CATON, J. S.; REDMER, D. A.; BURKE, V .I.; REYNOLDS, L. P. 2000. Influence of undegraded intake protein on

intake, digestion, serum hormones and metabolites, and nitrogen balance in sheep. *Small Ruminant Research*. 35: 225-233.

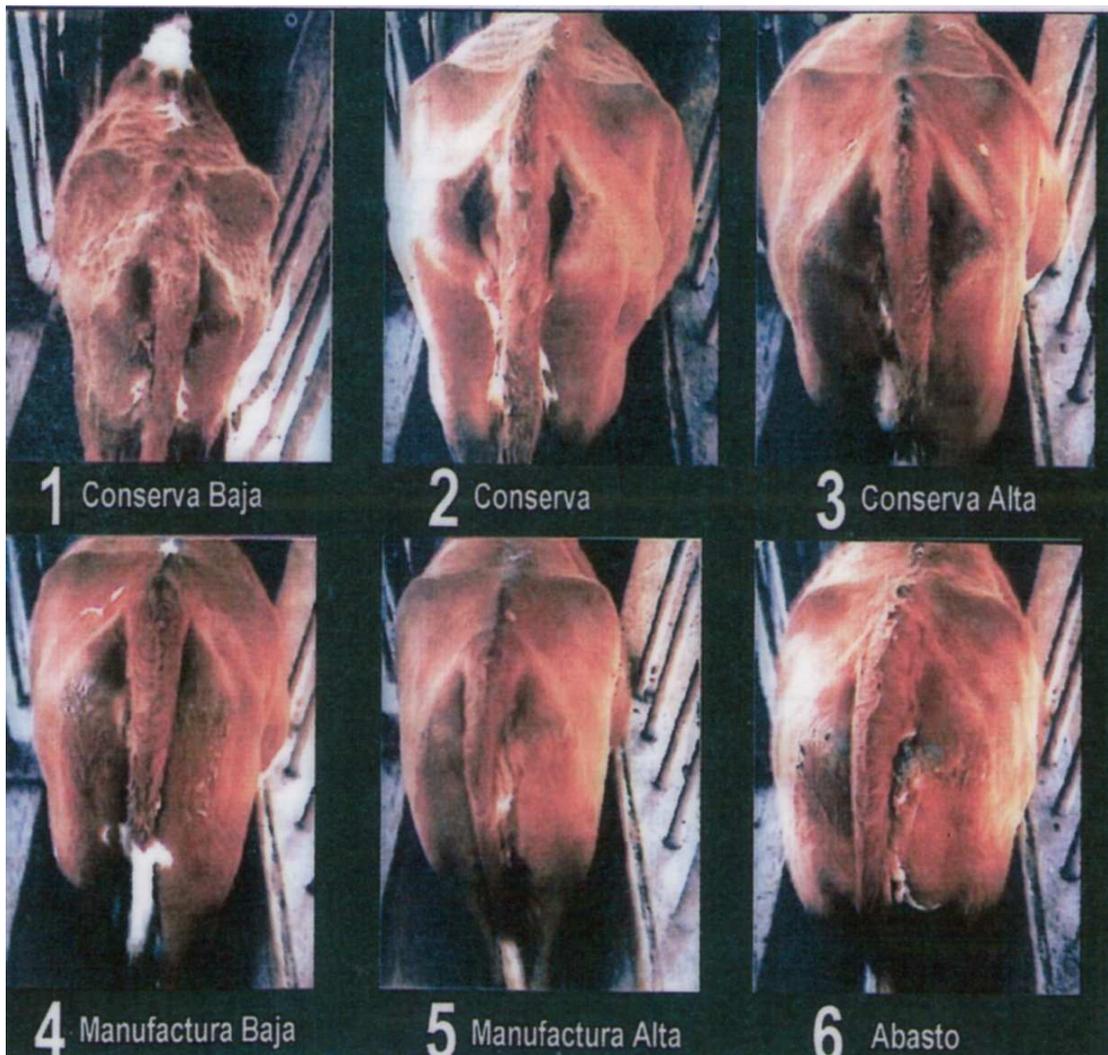
136. TALAVERA, F.; PARK, C. S.; WILLIAMS, G. L. 1985. Relationships among dietary lipid intake, serum cholesterol and ovarian function in holstein heifers. *Journal of Animal Science*. 60: 1045-1051.
137. THOMAS, M. G.; WILLIAMS, G. L. 1996. Metabolic hormone secretion and FSH-induced superovulatory responses of beef heifers fed dietary fat supplements containing predominantly saturated or polyunsaturated fatty acids. *Theriogenology*. 45: 451-458.
138. TIETZ, N. W. 1986. *Textbook of clinical chemistry*. Philadelphia, P.A., WB Saunders. s.p.
139. URUGUAY. MINISTERIO DE DEFENSA NACIONAL. DIRECCION NACIONAL DE METEOROLOGIA. 2010. Estadísticas climatológicas; Paysandú. (en línea). Montevideo. s.p. Consultado ago. 2010. Disponible en [http://www.meteorologia.gub.uy/estadistica\\_climat.ht](http://www.meteorologia.gub.uy/estadistica_climat.ht)
140. \_\_\_\_\_. MINISTERIO DE GANADERIA AGRICULTURA Y PESCA. DIEA. 2009. Anuario estadístico agropecuario (en línea). Montevideo. s.p. Consultado dic. 2010. Disponible en <http://www.mgap.gub.uy/portal/hgxpp001.aspx?7,5,85,O,S,0,MNU;E;39;15;MNU>

141. VANHOLDER, T.; LEROY, J.L.; DEWULF, J.; DUCHATEAU, L.; CORYN, M.; KRUIF, A.; OPSOMER, G. 2005. Hormonal and metabolic profiles of high-yielding dairy cows prior to ovarian cyst formation or first ovulation post partum. *Reproduction in Domestic Animals*. 40: 460-467.
142. VASILENKO, T. F.; ROSHCHEVSKY, M. P. 2008. The role of total cholesterol in restoration of estrous cycles in animals. *Doklady Biological Sciences Journal*. 418: 11-12.
143. VAZQUEZ-AÑON, M.; BERTICS, S.; LUCK, M.; GRUMMER, R. R.; PINHEIRO, J. 1994. Peripartum liver triglyceride and plasma metabolites in dairy cows. *Journal of Dairy Science*. 77: 1521-1528.
144. VIZCARRA, J. A.; WETTEMANN, R. P.; SPITZER, J. C.; MORRISON, D. G. 1998. Body condition at parturition and postpartum weight gain influence luteal activity and concentrations of glucose, insulin, and nonesterified fatty acids in plasma of primiparous beef cows. *Journal of Animal Science*. 76: 927-936.
145. WHITAKER, D. A.; KELLY, J. M. 1994. The use and interpretation of metabolic profiles in dairy cows. In: *Curso de Divulgación en Técnicas de RIA y Evaluación de Metabolitos Sanguíneos y Cinéticas Digestivas Relacionadas en la Nutrición y Reproducción en Bovinos (1º., 1994, Maracay, Venezuela)*. El perfil metabólico en la vaca lechera. s.n.t. s.p.

146. WILEY, J. S.; PETERSEN, M. K.; ANSOTEGUI, R. P.; BELLOWS, R. A. 1991. Production from first-calf beef heifers fed a maintenance or low level of prepartum nutrition and ruminally undegradable or degradable protein postpartum. *Journal of Animal Science*. 69: 4279-4293.
147. WILLIAMS, G. L. 1989. Modulation of luteal activity in postpartum beef cows through changes in dietary lipid. *Journal of Animal Science*. 67: 785-793.
148. WOLFF, J. E.; BERGMAN, E. N.; WILLIAMS, H. H. 1972. Net metabolism of plasma amino acids by liver and portal-drained viscera of fed sheep. *Animal Journal of Physiology*. 223: 438-446.
149. WYLIE, A. R. G.; WOODS, S.; CARSON, A. F.; MCCOY, M. 2008. Periprandial changes in metabolite and metabolic hormone concentrations in high-genetic-merit dairy heifers and their relationship to energy balance in early lactation. *Journal of Dairy Science*. 91: 577-586.

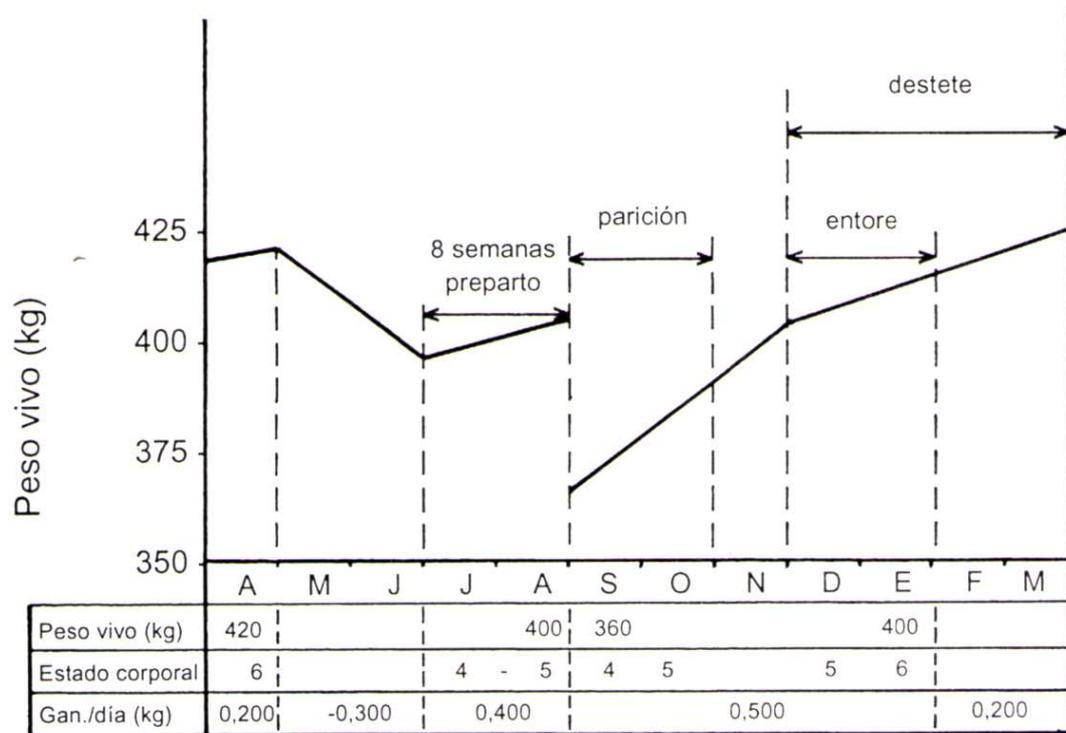
## 9. APÉNDICES

Apéndice 1. Escala de condición corporal en bovinos de carne.



Fuente: Vizcarra et al. (1998).

Apéndice 2. Variaciones del peso vivo y del estado corporal a lo largo del año



Fuente: Lincoln Collage, adaptados por Rovira (1996).

Apéndice 3. Evolución de los niveles séricos de glucosa en función de los diferentes momentos (media y error estándar)

