

# UNIVERSIDAD AUTONOMA CHAPINGO

DEPARTAMENTO DE ZOOTECNIA  
CHAPINGO, MEXICO

## INFLUENCIA DEL NIVEL DE ALIMENTACION SOBRE EL COMPORTAMIENTO REPRODUCTIVO DE LA OVEJA



DIRECCION ACADEMICA  
DEPTO. DE SERVICIOS ESCOLARES  
OFICINA DE EXAMENES PROFESIONALES

T E S I S

QUE COMO REQUISITO PARCIAL

PARA OBTENER EL GRADO DE:

MAESTRO EN CIENCIAS

EN PRODUCCION ANIMAL

P R E S E N T A :

BENJAMIN ALFREDO PIÑA CARDENAS



1990

ESTA TESIS FUE REALIZADA BAJO LA DIRECCION DEL M. Sc.  
MAXIMINIO HUERTA BRAVO Y EL Ph. D. MIGUEL GARCIA WIN-  
DER, REVISADA Y APROBADA POR EL JURADO EXAMINADOR  
INDICADO.

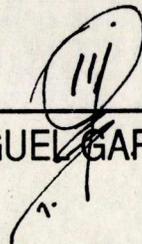
**JURADO**

PRESIDENTE



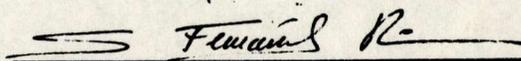
M. Sc. MAXIMINIO HUERTA BRAVO

SECRETARIO



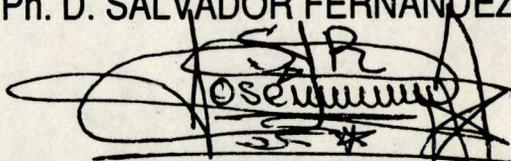
Ph. D. MIGUEL GARCIA WINDER

VOCAL



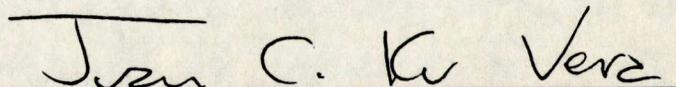
Ph. D. SALVADOR FERNANDEZ RIVERA

SUPLENTE



M. Sc. JOSE SOLIS RAMIREZ

SUPLENTE



Ph. D. JUAN CARLOS KU VERA

22992

## AGRADECIMIENTOS

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología e Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias, por el financiamiento de los estudios de postgrado.

A la Universidad Autónoma Chapingo por haberme brindado todo lo necesario para la obtención del grado.

Al Dr. H. Román Ponce, por haberme brindado todas las facilidades correspondientes.

Al MVZ. J.M., Pérez Saldaña, por su inestimable apoyo durante la realización del presente trabajo.

A los Drs. A. González Reyna, A. Tewolde Medhin y R. Rodríguez de Lara, expreso mi más sincero agradecimiento por el diseño y cumplimiento de mi programa de estudios.

Al Mc. J.C. Avendaño Montero y C.P. C. Alvarez García, jefe y subjefe administrativo del Depto. de Zootecnia por el apoyo al proyecto de Tesis en adquisición de animales, materiales y reactivos utilizados.

Al compañero y amigo Ing. A. Rodríguez Machuca, por haberme enseñado un infranqueable optimismo en el desarrollo de todas las actividades que realizamos en toda la fase experimental de este proyecto.

A mi asesor Msc. M. Huerta Bravo, mi más profundo agradecimiento por su siempre atenta e incondicional asesoría. Gracias por enseñarme un gran sentido práctico de resolución, a cualquier problema que se presente.

A mi asesor Dr. M. García Winder, de quien siempre estaré agradecido, que con su constante ejemplo a través de redacción de artículos, seminarios y conducción de experimentos, muestra lo que verdaderamente significa investigación.

Al Ing. R. Herrera Gallegos, mi más profundo afecto y gratitud por su siempre auxilio, cuando necesité ayuda. Por su nobleza, rectitud y franqueza.

A los Maestros J. Bermúdez Estevez, J. Camacho Machin y G. García Uriza, por el asesoramiento en el montaje y uniformación de la técnica de determinación del  $\beta$ -Hidroxibutirato.

A la Dra. I. Tejada de Hernández, por el apoyo con equipo en la determinación de Triptófano total.

A la Lic. S. García y Dr. M. Rodríguez Peña por su inestable asesoría y ayuda durante la realización del análisis estadístico del presente trabajo.

A los miembros de mi Jurado: Msc. J. Solís Ramírez y Drs. S. Fernández Rivera y J.C. Ku Vera por las importantes sugerencias en la realización del presente escrito.

A la Srita. M<sup>a</sup> G. Vargas Fernández por su paciencia y gran empeño en su valioso trabajo de mecanografía.

## **INFLUENCIA DEL NIVEL DE ALIMENTACION SOBRE EL COMPORTAMIENTO REPRODUCTIVO DE LA OVEJA**

**BENJAMIN ALFREDO PIÑA CARDENAS**

**MAESTRO EN CIENCIAS EN PRODUCCION ANIMAL, 1990**

**UNIVERSIDAD AUTONOMA CHAPINGO**

### **RESUMEN**

Este estudio se realizó para determinar el efecto de suministrar tres niveles de alimentación (T75, n=6; T100, n=4; T125%, n=5) de las necesidades para mantenimiento y producción a ovejas paridas durante la estación reproductiva (18 oct-8 nov) sobre los cambios de peso de las borregas y de las crías, presencia de Cuerpo Lúteo (PRES-CL), primer CL seguido de un segundo CL (1er CL-2ºCL), primer CL seguido de anestro (1er CL-ANE), período parto-primer incremento de progesterona (PAR-1IP<sub>4</sub>), duración de vida de CL (DUR-VCL) y concentración de P<sub>4</sub> (CONC-P<sub>4</sub>). Paralelamente se determinó la concentración de Urea, triptófano (TRIP), lípidos totales (LT), β-hidroxibutirato (BHB), calcio (Ca), Fósforo inorgánico (Pi), magnesio (Mg) y potasio (K), para correlacionar sus cambios con el estado nutricional y con las variables reproductivas. Se utilizaron 15 ovejas de raza Corriedale de 3 a 4 años, con un peso al empadre de 56±2kg. Para lograr que las ovejas parieran durante la época de empadre, todas ellas fueron tratadas con progestágenos y PMSG durante la primavera de 1986. Las crías fueron destetadas a los 60 días y el experimento se prolongó hasta el día 105 posparto. Durante la gestación las hembras fueron alimentadas para cubrir el 100% de sus necesidades nutricionales. El peso al parto fué de 64±2.1 kg y el tamaño de camada 1.5±.13. A los 28d posparto el promedio de pérdida de peso sólo fué diferente (P<.05) entre T75 y T100 (-3.5±.9 vs 1.1±.9kg). El peso al destete de los corderos fué de 17.0±1.0, 15.1±1.3, 16.6±1.2 en los tratamientos T75, T100 y T125, respectivamente (P>.05). En las variables sobre la actividad cíclica ovárica no se encontraron diferencias entre tratamientos (P>.05). Los promedios generales PRES-CL, 1er CL-2ºCL, 1er CL-ANE, PAR-1IP<sub>4</sub>, DUR-VCL y CONC-P<sub>4</sub> fueron: 67%, 27%, 40%, 54±4d, 10±1.2d y 2.0±0.2 ng/ml respectivamente. Los componentes sanguíneos determinados no fueron afectados (P>.05) por el nivel de alimentación, sin embargo se observaron cambios (P<.05) en todos ellos a través del

posparto. La concentración de Urea y TRIP disminuyeron en las primeras 4 semanas de lactancia posiblemente debido a la gran demanda de nutrientes asociados con la producción de leche. Los lípidos totales y el BHB incrementaron después del parto sugiriendo un balance energético negativo. Durante la lactancia el calcio permaneció entre 7-8 mg/dL, y el Pi mostró una disminución desde el parto hasta la sem 8 ( $P < 0.05$ ). El Mg mostró un descenso en su concentración ( $P < .05$ ) entre la sem 8 y la 13. El K osciló entre 20-29 mg/dL y no cambió con el tiempo posparto. Las mejores correlaciones entre variables reproductivas y componentes sanguíneos fueron entre PAR-1IP<sub>4</sub> y Pi ( $r = 0.72$ ;  $P < .01$ ), DUR-VCL y BHB ( $r = -0.65$ ;  $P < .05$ ) y entre CONC-P<sub>4</sub> y/BHB ( $r = -0.70$ ,  $P < .05$ ). Los resultados de este experimento sugieren que cambios en el nivel de alimentación durante el posparto no modificó el reinicio de la actividad cíclica ovárica posparto, tomándose en cuenta que al inicio de la lactación existió un desbalance energético y proteico.

## CONTENIDO

	Página
RESUMEN .....	V
CONTENIDO .....	Vii
INDICE DE CUADROS .....	ix
INDICE DE FIGURAS .....	X
INDICE DE APENDICES.....	Xii
ABREVIATURAS UTILIZADAS.....	Xiii
1. INTRODUCCION .....	1
2. REVISION DE LITERATURA .....	3
2.1. ANESTRO POSPARTO	
2.1.1. El Utero .....	4
2.1.2. La Nutrición .....	5
2.1.3. La Lactancia y amamantamiento .....	13
2.2. PRESENCIA DEL MACHO .....	16
2.3. EPOCA DEL PARTO .....	17
2.4. DETERMINACION DEL ESTADO NUTRICIONAL .....	19
2.4.1. Componentes sanguíneos relacionados al me- tabolismo proteico.	
2.4.1.1. Urea .....	20
2.4.1.2. Triptófano .....	22
2.4.2. Componentes sanguíneos relacionados al me- tabolismo energético.	
2.4.2.1. Lípidos totales .....	22

2.4.2.2. $\beta$ - Hidroxibutirato.....	23
2.4.3. Componentes sanguíneos relacionados al me- tabolismo mineral.	
2.4.3.1. Calcio .....	29
2.4.3.2. Fósforo .....	32
2.4.3.3. Magnesio .....	34
2.4.3.4. Potasio .....	36
2.5. DEFINICION DEL PROBLEMA Y OBJETIVOS .....	38
<b>3. MATERIALES Y METODOS</b>	
3.1. FASE 1 .....	40
3.2. FASE 2 .....	42
3.2.1. Métodos analíticos .....	44
3.2.2. Análisis estadístico .....	47
<b>4. RESULTADOS Y DISCUSION</b>	
4.1. FASE 1 .....	51
4.2. FASE 2	
4.2.1. Cambios de peso .....	64
4.2.2. Actividad ovárica posparto .....	67
4.2.3. Componentes sanguíneos y variables reproductivas...	73
5. CONCLUSIONES .....	88
REFERENCIAS .....	89
APENDICES .....	112

## INDICE DE CUADROS

	<b>Página</b>
1. Composición química y porcentual de la dieta suministrada durante las primeras 18 semanas de gestación posdestete .....	41
2. Composición química y porcentual de la dieta suministrada durante las últimas tres semanas de gestación y lactancia.....	43
3. Pesos y cambios de peso de ovejas Corriedale durante la gestación .....	52
4. Correlaciones entre peso corporal, cambios de peso y tamaño de camada y los componentes sanguíneos durante el período empare-parto .....	62
5. Ecuaciones que mejor explican los cambios de peso durante la gestación .....	65
6. Peso al parto y cambio de peso en borregas sujetas a tres niveles nutricionales durante el posparto .....	66
7. Promedios de peso acumulado y ganancias de peso de corderos desde el nacimiento al destete .....	68
8. Funcionalidad ovárica posparto de ovejas Corriedale.....	69
9. Componentes plasmáticos posparto de acuerdo al nivel de alimentación.....	74
10. Componentes plasmáticos posparto de acuerdo al nivel de alimentaciontación .....	75
11. Fluctuación de componentes plasmáticos durante el posparto en ovejas Corriedale.....	76
12. Correlación entre variables reproductivas y componentes plasmáticos .....	85
13. Ecuaciones que mejor explican el comportamiento de las variables reproductivas en el posparto .....	87

## INDICE DE FIGURAS

	<b>Página</b>
1. Cetogénesis hepática y vías metabólicas mayores en la forma ción, utilización e interconversión de cuerpos cetónicos.....	25
2. Cetolísis por tejido extrahepático .....	26
3. Cambios en la concentración plasmática de Urea y Triptófano (TRIP) en ovejas, durante el período empadre-parto.....	54
4. Cambios en la concentración plasmática de Lípidos Totales (LT) y $\beta$ -Hidroxibutirato (BHB) en ovejas durante el período empadre- parto.....	56
5. Cambios en la concentración plasmática de Calcio (Ca), y fósforo inorgánico (Pi) en ovejas durante el período empadre-parto.....	58
6. Cambios en la concentración plasmática de Magnesio (Mg) y Po- tasio (K) en ovejas durante el período empadre parto .....	60
7. Cambios en la concentración plasmática de Urea y Triptófano (TRIP) en ovejas durante el período posparto .....	77
8. Cambios en la concentración plasmática de Lípidos Totales (LT) y $\beta$ -Hidroxibutirato (BHB) en ovejas durante el período posparto	79
9. Cambios en la concentración plasmática de Calcio (Ca) y Fósforo inorgánico (Pi) en ovejas durante el período posparto .....	81
10. Cambios en la concentración plasmática de Magnesio (Mg) y Pota- sio (K) en ovejas durante el período posparto .....	83
11. Cambios en la concentración media plasmática de Urea durante la gestación y posparto .....	133
12. Cambios en la concentración media plasmática de Triptófano durante la gestación y posparto.....	134
13. Cambios en la concentración media plasmática de Lípidos Totales (LT) durante la gestación y posparto .....	135

14. Cambios en la concentración media plasmática de $\beta$ -Hidroxibutirato durante la gestación y posparto .....	136
15. Cambios en la concentración media plasmática de calcio durante la gestación y posparto .....	137
16. Cambios en la concentración plasmática de Fósforo inorgánico durante la gestación y posparto .....	138
17. Cambios en la concentración media plasmática de Magnesio durante la gestación y posparto .....	139
18. Cambios en la concentración media plasmática de Potasio durante la gestación y posparto.....	140

## INDICE DE APENDICES

	<b>Página</b>
A. Determinación de nitrógeno Uréico por espectrofotometría.....	112
B. Determinación de triptófano total, método basado en la formación de Norharman .....	113
C. Determinación de $\beta$ -Hidroxibutírico, método cuantitativo por espectrofotometría .....	115
D. Determinación de fósforo inorgánico, método colorimétrico .....	118
E. Determinación de Calcio, magnesio y potasio por espectrofotometría de absorción atómica .....	120
F. Cambios en la concentración media plasmática individual de progesterona posparto .....	124
G. Cambios en la concentración media de componentes plasmáticos durante la gestación y lactancia .....	132

**ABREVIATURAS UTILIZADAS**

ADP	Adenosindifosfato
AGNE	Acidos grasos no esterificados
AMP	Adenosinmonofosfato
AMPc	3', 5' - Adenosinmonofosfato cíclico
ATA	Acido tricloracético
ATP	Adenosintrifosfato
BHB	β-Hidroxibutirato
°C	Grados centígrados
Ca	Calcio
D <sub>3</sub> (Vitamina)	Colecalciferol
DNA	Acido Desoxirribonucleico
FSH	Hormona estimulante del folículo
HSCoA	Coenzima A (Forma reducida)
K	Potasio
Kg	Kilogramos
LT	Lípidos totales
LH	Hormona luteinizante
meq. l	Miliequivalentes por litro.
Mg	Magnesio
MMC <sub>±</sub> EE	Media de mínimos cuadrados + error estandar
MS	Materia seca
msnm	Metros sobre el nivel del mar
NAD <sup>+</sup>	Nicotinamida adenindinucleótido
NADH	Nicotinamida adenindinucleótido (reducido)
P	Fósforo

PC	Proteína cruda
Pi	Fósforo inorgánico
P <sub>4</sub>	Progesterona
PMSG	Suero de yegua preñada
RNA	Acido ribonucléico
TRIP	Triptófano total

## UNIDADES

mg	<sup>-3</sup> miligramo (10 <sup>-3</sup> g)
µg	<sup>-6</sup> microgramo (10 <sup>-6</sup> g)
ng	<sup>-9</sup> nanogramo (10 <sup>-9</sup> g)
dL	decilitro (0.1L ó 100 ml)

## 1. INTRODUCCION

Actualmente nuestro país se enfrenta a una crisis económica precaria que requiere de reducir el derroche de divisas en el mercado internacional y sólo importar mercancías verdaderamente esenciales para el desarrollo. En el área del subsector pecuario, la ovinocultura se reconoce como una actividad importante ya que sus productos son de gran demanda entre la población. Sin embargo, la producción nacional no ha podido satisfacer dicha demanda (Moreno, 1976; Pérez, 1979), por lo que se ha recurrido constantemente a la importación. Entre los años de 1980 y 1986, se importaron 1'058'710 animales correspondientes todos a la fracción arancelaria de ovinos para pié de cría y abasto, aunado a esto se importaron 9,910 ton. de carne ovina congelada (UICG, 1987)

La población de ovinos en México atraviesa por una etapa crítica, ya que el inventario nacional ha estado descendiendo constantemente. Entre los años de 1970 y 1984, se observó una disminución aproximada de 1.7 millones de cabezas (DGEA, 1970-1984). Esta disminución es en parte debido a las altas tasas de extracción de los rebaños y en parte a una baja productividad de las explotaciones.

Ante esta realidad, existe la necesidad de modernizar la producción ovina y hacer que los sistemas de producción sean más eficientes económicamente para lo cual, es necesario encontrar nuevas estrategias de alimentación y reproducción que se ajusten a las necesidades del productor y a las condiciones ecológicas y sociales existentes en el país.

Para un desarrollo de estas estrategias, es necesario obtener información básica del grado de asociación existente entre el nivel de alimentación y la fisiología reproductiva en esta especie.

El estudio de estas relaciones obligan al estudio de una de las etapas

con mayor exigencia de nutrientes como es la lactancia.

En bovinos productores de carne, los factores que limitan la eficiencia productiva es su baja tasa reproductiva, debido a dos importantes épocas de anestro, la duración del período prepuberal en la vaquilla y el tiempo posparto para el restablecimiento de la actividad estral. Ambas condiciones se ven afectadas principalmente por el nivel del consumo de alimento (Kinder *et al.*, 1988; Short y Adams, 1988). Similarmente en ovejas, la lactación parece tener un efecto indirecto sobre la duración del anestro posparto, sugiriéndose mayor importancia al nivel nutricional (Hunter y Van Aarde 1973, 1975), siendo necesario dilucidar el grado de importancia de la nutrición sobre la reproducción posparto en la oveja. Por lo cual se realizó el presente estudio con los siguientes objetivos: determinar el efecto del nivel de alimentación durante la lactancia sobre los cambios de peso de las borregas y crías, el reinicio de la actividad reproductiva posparto y en la concentración plasmática de urea, triptófano, lípidos totales,  $\beta$ -hidroxibutirato, calcio, fósforo inorgánico, magnesio y potasio.

## 2. REVISION DE LITERATURA

La oveja es una especie poliéstrica estacional. El largo de la estación sexual varía con el largo del día, la raza y la nutrición. Las razas que se originaron cerca del ecuador, tales como la Dorset, Merino y Rambouillet, tienen períodos de actividad sexual más largos que aquellos de las razas británicas, tales como la Southdown, Shropshire y Hampshire (Jainudeen y Hafez, 1987).

En México la actividad reproductiva de ovejas Rambouillet y Criollas existe prácticamente en todos los meses del año, con mayor incidencia en los meses de junio a enero, mientras que para la Corriedale y Suffolk se han observado períodos más largos de anestro con mayores incidencias de actividad sexual de junio a diciembre (De Lucas *et al.*, 1983, 1984; Rochin y Pérez, 1986; Martínez *et al.*, 1986; Cuéllar y Muñoz, 1986). Esto muestra que en México la mayor actividad reproductiva del ovino se presenta en los meses de verano, otoño y principios de invierno. A pesar de esta distribución, la mayor cantidad de partos ocurre a finales de otoño y principios de invierno (Nahed *et al.*, 1982; Orcasberro *et al.*, 1982), lo cual indica que las hembras quedan gestantes durante el verano.

Los sistemas tradicionales de producción sólo logran un parto por hembra por año, con corderos muy débiles y altas tasas de mortalidad, debido en gran parte a una nutrición inadecuada (Cuéllar y Muñoz, 1986), lo cual es opuesto a la tendencia actual de obtener un mayor número de crías por unidad de tiempo (3 partos cada 2 años). Todo esto obliga a mejorar la alimentación de las ovejas durante su vida productiva.

Además de estas consideraciones para lograr aumentar el número de partos por animal, se necesita reducir el intervalo entre partos. El intervalo parto-reinicio de actividad reproductiva puede variar desde 30

días, hasta varios meses, dependiendo de la época de partos, la edad y la condición de la hembra (Hunter, 1968). En vacas y ovejas, la duración del anestro posparto varía con la raza y parece ser constante para la misma hembra durante sucesivas gestaciones (Hafez, 1987). Otros factores que también afectan el intervalo posparto son la duración del anestro posparto, la lactancia y el amamantamiento, la presencia del macho y la época del parto.

## **2.1. ANESTRO POSPARTO**

El anestro posparto se define como la existencia de un período sin ciclos reproductivos después del parto. La duración de este período resulta con frecuencia en pérdidas económicas y se ve influenciada por varios factores como son: el útero, la nutrición, la lactación y el amamantamiento.

### **2.1.1. El útero**

El útero experimenta varios cambios anatómicos e histológicos desde el momento de la expulsión del feto, hasta cuando adquiere la condición propia para una nueva gestación. La involución uterina, evaluada en términos de tamaño, se completó alrededor del día 21 posparto en la oveja (Foote *et al.*, 1967; Call *et al.*, 1976, González *et al.*, 1981). El tiempo necesario para la regeneración completa del endometrio no ha sido determinada, sin embargo, se supone que ocurre hacia el día 25 posparto (Call *et al.*, 1976). Van Niekerk (1979) sugirió que el útero se recupera totalmente alrededor de los 30 días en ovejas lactantes y no lactantes que parieron durante la estación reproductiva, mientras que esta recuperación se logró en 34 días cuando las ovejas parieron fuera de la estación reproductiva.

Es posible que el útero, o la involución uterina, no tenga ningún efecto sobre el retorno a la actividad cíclica reproductiva en vacas o en ovejas, ya que se ha observado que la primera ovulación posparto puede ocurrir antes de que la involución uterina sea total (Restall, 1971; Shevah *et al.*, 1975; González *et al.*, 1981).

### 2.1.2. La nutrición

Comunmente los efectos de la nutrición durante el período posparto, han sido estudiados y medidos utilizando con gran frecuencia a la energía como única variable aunque otras variables nutricionales como proteínas y minerales, podrían también afectar la reproducción posparto, pero se conoce poco de sus efectos o no son entendidos (Short, 1988).

La mayoría de los estudios citados se refieren a bovinos, pero debido a la similitud en la fisiología con los ovinos se puede especular que algo similar ocurre en esta especie.

En vacas productoras de carne, la duración del anestro posparto se incrementó cuando la alimentación administrada durante las fases finales de la gestación contenía niveles bajos de energía (Zimmerman *et al.*, 1960; Bellows y Short., 1978).

Si la condición corporal al parto disminuye, el intervalo del parto a la ovulación y al estro se incrementa. Lo mismo sucede con un consumo bajo de energía y una alta producción láctea (Bartle *et al.*, 1984).

En ovejas bajo una alimentación inadecuada con pérdidas de peso al parto, se incrementó la duración del período parto a la 1a. ovulación ( $P < 0.05$ ) y primer estro (Salomón *et al.*, 1982; Murphy y González, 1983).

El período posparto es un período en el cual el animal se encuentra generalmente en un balance energético negativo, debido a las grandes demandas metabólicas para cubrir los requerimientos de la lactancia. Si una

hembra se encuentra en una condición corporal pobre al momento del parto, es difícil que consuma la energía suficiente para compensar los requerimientos energéticos durante el período posparto, con lo que el consumo deficiente de energía, puede fácilmente prolongar la duración del anestro (Bearden y Fuquay, 1984).

Referente al nivel de proteína suministrada durante el posparto en vacas lecheras, se tiene bastante información. (Chandler *et al.*, 1976; Jordan y Swanson, 1979; Edwards *et al.*, 1980; Folman *et al.*, 1981; Kaim *et al.*, 1983; Carroll *et al.*, 1987; Howard *et al.*, 1987). Los estudios coinciden en que a medida que la concentración de proteína cruda (PC) se incrementa, los servicios por concepción y días abiertos también se incrementan. Sin embargo, los efectos no fueron consistentes en magnitud y en algunos estudios altos niveles de PC estuvieron asociados con una reducción en el número de servicios por concepción, pero no mostraron ningún efecto sobre el número de días abiertos. En ovinos un aumento en el consumo de proteína no alteró la tasa de ovulación (Memon *et al.*, 1969) ni la fertilidad (Lamond *et al.*, 1973).

El efecto de la variable proteína no puede separarse de la variable energía ya que los efectos del suministro de proteína, son afectados por la concentración de energía en la dieta (Chalupa y Ferguson, 1988). En ovinos se ha observado que el efecto conjunto de proteína y energía contribuye en un 32% al aumento en el número de crías (Torel *et al.*, 1972).

Niveles altos de proteína tiene más efectos negativos que benéficos sobre la reproducción de la hembra. Un exceso de proteína en la dieta causa un aumento en amoníaco y sus metabolitos lo cual reduce el movimiento ciliar en la mucosa del oviducto; además afecta a los espermatozoides, los óvulos y los embriones en desarrollo (Stalheim y Gallagher, 1977; Jordán y Swanson 1979; Chalupa, 1984; Chalupa y

Ferguson, 1988).

Otro mecanismo propuesto para explicar los efectos negativos de dietas altas en proteína sugiere que concentraciones altas de urea o amoníaco reducen la unión de LH a los receptores ováricos, conduciendo a una disminución sérica de progesterona y fertilidad (Jordán y Swanson, 1979; Jordán *et al.*, 1983; Talavera *et al.*, 1985; Chalupa y Ferguson, 1988).

Un tercer mecanismo por el cual un consumo excesivo de PC puede bajar la fertilidad es debido a una supresión del sistema inmune por las altas concentraciones de amoníaco circulante (Klucinski y Targowsky, 1984). Resultados de pruebas *in vitro* indican que una elevada concentración sistémica de amoníaco puede reducir la inmunosensibilidad de animales contra enfermedades infecciosas. En vacas de primer parto con infecciones uterinas, un aumento en el contenido de proteína en la dieta de 13 a 20%, aumentó la duración del intervalo parto-primera ovulación (Carrol *et al.*, 1988). Además se observó que esta supresión del sistema inmune sucedió en dietas con 20 ó 23% de PC.

Respecto a los minerales, el organismo contiene muchos de estos elementos, pero sólo 15 han sido demostrados ser esenciales para ovinos, siete son los constituyentes minerales más grandes: Na, Cl, Ca, P, Mg, K y S. Los otros ocho son elementos traza I, Fe, Mo, Cu, Co, Mn, Zn y Se (NRC, 1985). La concentración de estos minerales se ve afectada por los estados fisiológicos, como son la edad, gestación y lactancia (Lane *et al.*, 1968).

Las insuficiencias cualitativas y cuantitativas de la alimentación mineral constituyen uno de los factores que han contribuido a reducir la eficiencia reproductiva (McDowell, 1976).

Los mecanismos por los cuales deficiencias en el consumo de minerales pueden afectar el proceso reproductivo podría involucrar una

disminución en el consumo de materia seca, alteraciones en reacciones bioquímicas al reducir la disponibilidad de cofactores así como alteraciones en la síntesis o secreción de hormonas (Sykes y Grace, 1984).

De los 15 elementos esenciales sólo en 12 de ellos existe la posibilidad de un efecto directo o indirecto en los procesos reproductivos. Estos son: Ca, P, Mg, K, Na, S, Cu, Se, Co, I, Mn y Zn. Los primeros cuatro están involucrados en varios eventos metabólicos del organismo y una deficiencia de cualquiera de ellos deprime el consumo voluntario y la producción láctea (Jacobson *et al.*, 1972).

**Calcio (Ca).** El Ca, además de la hipocalcemia usual en la vaca justo antes del parto, afecta la manifestación del estro. En animales con deficiencia de Ca la intensidad del estro es muy baja y estos animales difícilmente son detectados en estro, lo que resulta en intervalos interparto muy largos (Sykes y Grace, 1984). Los estrógenos producidos por el ovario durante el estro reducen el contenido de Ca iónico sanguíneo, predisponiendo al animal a una hipocalcemia (Bach y Messery, 1969; Sykes y Grace, 1984).

Field *et al.* (1969), al estudiar el estado mineral de ovejas en pastoreo, encontraron en las ovejas que fallaron en concebir, tuvieron una concentración menor de Ca que ovejas al parto con una cría. Estas a su vez tuvieron concentraciones más bajas que ovejas con gemelos.

**Fósforo (P).** Hunter (1977) observó que animales con una concentración de P sérico descendiente, durante el período de empadre, tuvieron una tasa de no retorno del 46%, comparado con el 80% en hatos que durante el empadre tuvieron una concentración de P ascendente. Por su parte Scharp (1979), mejoró la respuesta al primer servicio, logrando una tasa de gestación de 37% a 63%, con suplementación de superfostato, en vacas con una concentración sanguínea de alrededor de 4.0 mg de P/dl.

En ovinos bajo pastoreo, no se ha demostrado en forma terminante la existencia de una carencia natural de P, ni existe algún informe de infecundidad causada por dicha carencia (Blood *et al.*, 1983). En condiciones de estabulación, una alimentación de baja calidad si puede ocasionar carencias de P, con las correspondientes alteraciones en el metabolismo que repercutirán en la reproducción.

**Magnesio (Mg).** Mientras que no hay referencias que relacionen la hipomagnesemia subclínica con la infertilidad, esta posibilidad debería ser examinada más completamente. Un efecto indirecto por disminución en el consumo de Mg es una depresión en el consumo de alimento y una mala condición corporal.

Una deficiencia en Mg es poco probable. Sin embargo se sabe poco sobre su absorción intestinal en dietas con forrajes frescos, y se cree que en general es más bien baja, posiblemente debido a una interferencia en la absorción del Mg por factores de la dieta (Sykes y Grace, 1984), tales como altas concentraciones de potasio y posiblemente por un contenido alto de proteína (Kolb, 1976b).

**Potasio (K).** El potasio a diferencia del Ca, P y Mg, no es almacenado en gran cantidad en el hueso, existiendo principalmente como un constituyente intracelular (Perry, 1984). Su relación con la reproducción es indirecta, ya que una deficiencia de este elemento conduce a una reducción en el consumo de alimento con el consecuente deterioro en el organismo (Telle *et al.*, 1964; Maynard *et al.*, 1979).

**Sodio (Na).** El Sodio es un importante catión extracelular y está involucrado en el mantenimiento de la relación osmótica entre células y fluidos corporales. El animal no puede almacenar sodio, por lo cual, se requiere un suministro continuo.

Un requerimiento específico de Na para una reproducción normal no se

ha establecido pero su efecto detrimental por deficiencia podría ser indirecto debido a una reducción en el consumo de alimento y pérdida de condición corporal (Sykes y Grace, 1984).

**Azufre (S).** El metabolismo del azufre está asociado estrechamente con el metabolismo de proteína en los rumiantes. Las funciones más importantes del S en el organismo son la síntesis y el metabolismo de proteínas, grasas y carbohidratos (Kandyliis, 1984, McDowell *et al.*, 1984).

Efectos directos del S sobre la reproducción no se han establecido, pero puede intervenir en forma indirecta a través de alteraciones en la retención del cobre, debido a la formación de compuestos insolubles, en sitios posteriores al rumen (Suttle, 1974), y en deprimir al consumo voluntario (Rees y Minson, 1978; Sykes y Grace, 1984).

**Cobre (Cu).** Las evidencias que involucran al Cu en problemas de infertilidad son contradictorias. Los estudios con respuesta positiva a la terapia del Cu, se han realizado generalmente en pruebas clínicas sin testigo (Hunter, 1977). Sin embargo, la mejora en la tasa de concepción por efecto de administración de Cu ha sido del 40% al 75%.

En pruebas controladas con bovinos, Phillippo *et al.* (1982a), observaron que incrementos en la concentración sérica de Cu no tuvieron efecto en la fertilidad a pesar de mejorar el comportamiento del animal, lo cual sugiere que los requerimientos para reproducción son más bajos que para crecimiento.

En otro estudio Phillippo *et al.* (1982b), encontraron tasas de gestación normales en ganado con bajos niveles de Cu inducidos por altos consumos de fierro. En contraste, tasas de gestación muy bajas fueron observadas en ganado con niveles sérico de Cu bajo (0.016 mg de Cu/dl), inducidos por excesos de molibdeno de la dieta, lo cual resalta la duda si

la fertilidad pobre está asociada con un estado de Cu bajo per se o un exceso de molibdeno. Por su parte Howell (1968), encontró que ovejas deficientes en Cu, tuvieron problemas de fertilidad comparado con el grupo de ovejas que cubrieron sus necesidades de Cu. En este último grupo todas las ovejas gestaron y parieron normalmente.

**Selenio (Se).** El Selenio y vitamina E (Tocoferol) están asociados, junto con la enzima glutatión-peroxidasa, en el mantenimiento de las membranas celulares, operando como antioxidantes (Sykes y Grace, 1984). El Se es necesario para la producción de lipasa en el páncreas y participa en la absorción de grasas y vitaminas E del intestino (Perry, 1984). Su participación en la condición que involucra una rápida degeneración y retención de la placenta con subsecuentes problemas de recría, ha sido demostrada en vacas que parieron durante el invierno por Trinder et al. (1969, 1973).

La información de Trinder et al. (1973), demostró que en hatos con antecedentes de retención de placenta, donde los niveles sanguíneos de Se estaban abajo de .08 mg/l y las del forraje menores de .06 mg/kg MS, se observó una reducción en estos problemas debido a la suplementación con Se. Respuestas similares fueron observadas por Julien et al. (1976), en bovinos.

En explotaciones ovinas con alta incidencia de infertilidad, la suplementación de Se mejoró la fertilidad (Hartley y Grant 1961).

**Cobalto (Co).** En rumiantes una deficiencia de Co es realmente una deficiencia de vitamina B<sub>12</sub>, ya que la vitamina B<sub>12</sub> es sintetizada por microorganismos del rumen en presencia de Co, por lo que una falta de Co inhibe la síntesis de dicha vitamina (Perry, 1984). Además, en estados de deficiencia de este mineral, la habilidad del animal para utilizar propionato es dañada y los productos intermediarios son excretados en la

orina (Marston *et al.*, 1972).

Los efectos de deficiencias de Co sobre la fertilidad, son probablemente debido más a una excesiva disminución de peso que a través de un efecto específico.

**Iodo (I).** El Iodo es requerido para la síntesis de las hormonas tiroideas (tetra y tri-iodo tironina), las cuales participan en el metabolismo de energía y proteína a nivel celular (Sykes y Grace, 1984).

Dentro de los signos de deficiencia de I, se incluye un deficiente comportamiento reproductivo evidenciado por largos intervalos entre partos, una baja tasa de concepción y una elevada incidencia de retenciones placentarias (Hemken, 1970).

**Manganeso (Mn).** El Manganeso es un elemento esencial para plantas y animales. Participa en la síntesis de mucopolisacáridos, en el metabolismo de carbohidratos y lípidos, así como en el metabolismo del cerebro (NRC, 1980).

Los signos principales de deficiencia de Mn incluyen anomalías del esqueleto, reducción del crecimiento y alteraciones en la función reproductiva de machos y hembras, así como ataxia en el recién nacido (NRC, 1980).

Groppe y Anke (citados por Church *et al.*, 1984), observaron en vacas que una deficiencia de Mn, aumentó el porcentaje de vacas sin manifestación de estros, a pesar de la cual la ovulación fue normal, incrementando los servicios por concepción; éste último signo también ha sido observado en ovejas (Hidiroglow *et al.* 1978).

En vaquillas, niveles inadecuados de Mn en la dieta retrasaron el estro y redujeron la tasa de concepción al primer servicio (Wilson, 1966; Krolak, 1968). Algo similar fué observado en cabras consumiendo dietas deficientes de Mn, las cuales requirieron más inseminaciones por

concepción. Además, en esta especie se observó un 23% de abortos entre el 3o. y 5o. mes de gestación, (Anke y Gropel, 1970; citado por Church *et al.*, 1984).

**Zinc (Zn).** El Zn es esencial para varias enzimas involucradas en el metabolismo de carbohidratos y síntesis de proteínas. En el cuerpo existen reservas insignificantes de Zn, que el animal reemplaza continuamente por un consumo adecuado. La deficiencia de Zn tiene un efecto primario en el consumo de alimento, pero existe evidencia que también afecta el metabolismo de proteínas (Somers y Underwood, 1969). Los signos típicos de deficiencia de Zn en becerros son: heridas abiertas en la piel alrededor de los ojos, patas y escroto, curvatura de miembros posteriores, así como rigidez de articulaciones (Church *et al.* 1984).

En ovejas, la deficiencia de Zn se manifiesta con fallas en el desarrollo de los órganos sexuales del macho (Underwood y Somers, 1969) y una reducida tasa reproductiva en la hembra (Egan, 1972).

### **2.1.3. La Lactancia y amamantamiento**

Una vez que el parto ha ocurrido, el organismo de la hembra sufre importantes cambios metabólicos con motivo de la iniciación de la lactación. En ganado bovino especializado en la producción de leche, el intervalo entre el parto y la primera ovulación parece estar relacionado con el nivel de producción de leche ya que es más largo en vacas con mayor potencial genético para producción (Morrow *et al.*, 1966; Wiltbank y Cook, 1958; Butler *et al.*, 1981).

En vacas productoras de carne, el efecto de la lactancia sobre el reinicio de la actividad reproductiva parece no ser tan importante como el efecto del amamantamiento, o la frecuencia de estimulación de la glándula mamaria (Fletcher, 1971; Edgerton, 1980; Bearden y Fuquay, 1984; Hafez,

1987).

En ovejas existe escasa información sobre la importancia de la lactancia y amamantamiento sobre el reinicio de la actividad ovárica. En un estudio realizado en ovejas que parieron en otoño, el intervalo entre parto y el primer estro fué similar entre ovejas destetadas y ovejas sin cría sujetas a ordeño. En ambos grupos el 75% de las hembras mostraron estro antes del día 50 posparto, pero en el grupo de ovejas que amamantaron a su cría el porcentaje fué inferior al 40% (Mauleón y Dáuzier, 1965). Estos resultados sugieren que el estímulo del amamantamiento y no la lactación por sí misma, es el estímulo que suprime el reinicio de la actividad cíclica posparto.

Kann y Martinet (1975) encontraron que la remoción del estímulo de amamantamiento por la denervación total de la glándula mamaria adelantó el tiempo de la primera ovulación y estro, sin afectar el crecimiento del cordero. De igual manera, las concentraciones séricas de LH de ovejas ovariectomizadas en el día 2 posparto, fueron mayores cuando se había destetado que cuando se encontraban amamantando 1 o 2 corderos (Ford, 1979).

A pesar de estas diferencias, conforme el intervalo posparto progresó la concentración de LH en la pituitaria en ovejas destetadas y lactantes, incrementó (Moss *et al.*, 1980). Sin embargo, en las ovejas amamantando el eje hipotálamo hipofisiario no es capaz de liberar LH sino hasta después del día 14 posparto (Wright *et al.*, 1983a). Este efecto del amamantamiento, parece ser similar para el caso de FSH, ya que las concentraciones basales de esta hormona se restablecieron paulatinamente durante las primeras dos semanas posparto (Crowder *et al.*, 1982; Clarke *et al.*, 1984). Estos cambios parecen ocurrir independientemente de cambios en GnRH, ya que las concentraciones de

esta hormona en el hipotálamo de ovejas que amamantaban, no cambia con el tiempo después del parto (Moss *et al.*, 1980). Además, la longitud del anestro posparto causada por el amamantamiento no parece estar asociada con alteraciones en la sensibilidad de la hipófisis del GnRH (Moss *et al.*, 1980).

En concordancia con el efecto del amamantamiento, varios investigadores han mostrado que el destete temprano reduce el tiempo a la primera ovulación y al estro (Barker y Wiggins, 1964; Mauleón y Dáuzier, 1965; Mallampatti *et al.*, 1971; Shevah *et al.*, 1974, 1975), además de que esta práctica incrementa el número de ovejas que ovulan (Restall y Starr, 1977) y mejora la tasa de concepción (Sefidbakht y Farid, 1977), comparado con aquellas ovejas que amamantaron a sus crías por períodos largos (Foote *et al.*, 1967; Restall, 1971; Gould y Whiteman, 1973).

Por otro lado también existen trabajos en los que no se han encontrado diferencias en el intervalo parto-1er estro en grupos de animales con destete temprano y tardío (Wagner y Veenhuizen, 1968; Whiteman *et al.*, 1972; Sefidbakht y Farid, 1977; Moss *et al.*, 1980). Sin embargo, en todos estos trabajos se utilizaron niveles altos de alimentación, sugiriéndose que la lactancia y el amamantamiento tienen sólo un efecto indirecto en el anestro posparto, mediado a través de un incremento en las necesidades nutricionales (Fletcher, 1973; Hunter y Van Aarde, 1973). En resumen, la información actual, muestra un efecto adverso importante del amamantamiento en el reinicio temprano de la actividad reproductiva posparto. Sin embargo no permiten descartar la posibilidad de que este efecto sea mediado o acentuado por la condición nutricional de la hembra.

## 2.2. PRESENCIA DEL MACHO

La exposición repentina de las ovejas al macho, puede influir la incidencia de estros. Tales efectos son más obvios cuando las ovejas se encuentran en estados de transición de la estación no reproductiva a la reproductiva (Schinckel, 1954; Lishman, 1969) o durante el proceso de pubertad (Dyrmundsson y Lees, 1972). La ovulación inducida por la presencia del macho sucede dentro de los primeros 3 a 6 días después de la introducción del macho. Sin embargo, el estro no se manifiesta sino hasta los 17 ó 24 días después (Oldham, *et al.*, 1978). Esta ovulación inducida es precedida por descargas preovulatorias de LH que ocurren aproximadamente 48h, después de la introducción del macho (Pearce y Oldham, 1984). El cuerpo lúteo (CL) de la primera ovulación regresa prematuramente en aproximadamente la mitad de las ovejas y es seguido por una segunda ovulación, asociada a una actividad normal luteal (Oldham y Martín, 1978; Pearce *et al.*, 1985).

La presencia del macho durante el período posparto es también estímulo positivo para el reinicio del estro (Van Niekerk y Mulder, 1965). Kirillov (1944) encontró que el efecto más importante de la presencia del macho durante el período posparto, ocurrió dentro de los primeros 10 a 20 días ya que el macho fue incapaz de adelantar la ovulación después de los 20 días. Un comportamiento similar fue observado con la introducción de machos vasectomizados a ovejas posparto entre 12 y 28 días (Mauleón y Dáuzier, 1965). Sin embargo, Wright *et al.*, (1983b) sugirieron que el macho puede promover el estro, si es introducido después de la tercera semana posparto, cuando las ovejas alcanzan el restablecimiento del funcionamiento del eje hipotálamo hipofisiario ovárico.

### 2.3. EPOCA DEL PARTO

Una restricción muy grande para intensificar la producción de corderos, está dada por la existencia de un anestro estacional en la oveja. Por muchos años se dió por hecho que las ovejas siempre entraban en anestro después del parto, pero tal información procedió de observaciones exclusivas de partos ocurridos en primavera y en clima templado (De Alba, 1985). En estas condiciones la oveja generalmente entra en anestro, esté lactando o nó y así la lactancia coincide con el anestro primaveral (Jainudeen y Hafez, 1987). En sistemas de explotación acelerados se ha logrado que razas derivadas de Merino o Dorset, tengan partos en el otoño y se ha observado la aparición de celos durante la lactancia (De Alba, 1985).

Existen diferencias importantes debidas a la raza en cuanto a la duración de anestro estacional, siendo éste un carácter genético dominante, que determina el largo de la estación reproductiva (Hafez, 1987). Las ovejas con una estación reproductiva larga, se ven menos afectadas por la época de parto, para reestablecer en un período corto la ciclicidad reproductiva (Restall y Starr, 1977).

En intentos para incrementar la productividad de cada oveja en el rebaño, se han realizado trabajos para entender como el ambiente modifica la ciclicidad ovárica. La duración del fotoperíodo y la temperatura han sido los dos factores climáticos implicados en la regulación de los ciclos sexuales anuales, sin embargo, se ha mostrado que el primero es el factor más importante en la regulación de la actividad reproductiva de la oveja (Marshall, 1937; Yeates, 1947).

La manipulación de la duración del día natural y la exposición a fotoperíodos artificiales se ha utilizado para determinar la importancia de este factor como limitante en el proceso reproductivo de la oveja,

estableciendo que la disminución de las horas luz promueve el comienzo del estro, mientras que incrementos en el largo del día, causa la reaparición del anestro (Fraser y Laing, 1969; Ducker y Bowman, 1970a,b; Ducker *et al.*, 1970; Newton y Betts, 1972).

Si el parto ocurre durante la estación reproductiva durante el otoño y principios de invierno, la oveja puede reanudar la actividad ovárica y concebir (Jainudeen y Hafez, 1987), el intervalo parto primer estro puede ser tan corto como 5 a 6 semanas o tan largo como 12 semanas o no presentarse hasta la siguiente estación reproductiva (Barker y Wiggins, 1964; Whiteman *et al.*, 1972).

Hunter y Van Aarde (1973), observaron que la primera ovulación, sin muestras de celo, se detectó a los 63 días para los partos en julio, de 47 días para partos de noviembre y de 27 días para partos de abril (otoño en hemisferio sur) y los días correspondientes al primer celo detectado por el macho, fueron a los 100, 63 y 57 días respectivamente.

En ovejas Rambouillet y Dorset cuando el parto ocurrió antes de diciembre, el intervalo parto-primer estro se acortó y el porcentaje de concepción de las hembras paridas en el otoño fueron mayores que las de primavera 71 vs. 22% (Barker y Wiggins, 1964).

Durante la estación reproductiva, cada ciclo estral requiere una cascada de eventos interrelacionados que culminan con la ovulación. La interrupción de un paso en la secuencia, puede romper el ciclo por completo, resultando en anestro. Se ha puesto mucho énfasis en entender el control de la secreción tónica de la LH, debido a que este sistema parece ocupar una posición central en la regulación del ciclo estral y en determinar el estado reproductivo estacional (Moss *et al.*, 1980).

En la época reproductiva, la progesterona con la ayuda del estradiol y posiblemente otros esteroides ováricos regulan la secreción tónica de LH

(Baird y Scaramuzzi, 1976; Foster y Karsch, 1976; Karsch et al., 1977; Karsch y Legan, 1978).

El retiro de la progesterona inicia la secuencia de eventos que conducen a la ovulación. Por lo cual, la progesterona puede considerarse como un organizador de los eventos preovulatorios del ciclo estral de la oveja, ya que tiene un efecto importante en la secreción tónica de la LH, por alterar la frecuencia de la liberación pulsátil de la LH (Hauger et al., 1975; Yuthasastrakosol et al., 1977).

Por otro lado, el estradiol puede considerarse un organizados del ciclo reproductivo estacional en virtud de los cambios estacionales en sus efectos sobre el sistema hipotálamo-Hipofisiario al modular la secreción de gonadotropinas por la acción de la retroalimentación negativa durante la estación de anestro, regulado por el fotoperíodo (Legan y Karsch, 1980). Cambios en la duración del fotoperíodo, alteran la sensibilidad del sistema hipotálamo-hipofisiario, a el efecto de retroalimentación negativa de los estrógenos (Legan et al., 1977), volviendose más sensible cuando las horas luz aumentan.

#### **2.4. DETERMINACION DEL ESTADO NUTRICIONAL**

El estado nutricional puede considerarse como el grado en que el suministro de nutrientes satisface los requerimientos del animal (Bermúdez, 1986).

Se han utilizado diferentes métodos normalmente para la evaluación del estado nutricional de los animales, dentro de los cuales se utilizó el relacionado a los cambios de peso de la madre y la cría y aquellos basados en las modificaciones bioquímicas que suceden en el animal, han sido los más comunes (Russel, 1984). Aunque cambios en peso permiten detectar

la calidad de la nutrición a largo plazo, son insensibles a modificaciones nutricionales en un período de tiempo corto (Lindsay, 1976; Cockrem, 1979).

Los cambios que tienen lugar en el suministro de nutrientes se reflejan en forma inmediata en las concentraciones de algunos componentes sanguíneos que se relacionan con la absorción de nutrientes, catabolismo tisular o enzimas asociadas a ciclos específicos (Preston *et al.*, 1965; Bowden, 1971; Foot *et al.*, 1984).

La evaluación de los cambios de algunos de los componentes sanguíneos relacionados al metabolismo protéico, energético y mineral, pueden ayudar a evaluar los diferentes niveles de alimentación suministrados y tal información puede correlacionarse con las diferentes variables del comportamiento reproductivo.

#### **2.4.1. Componentes sanguíneos relacionados al metabolismo Proteico**

##### **2.4.1.1. Urea**

El amoníaco es el producto terminal principal de la hidrólisis de proteína en el rumen, del cual una parte es utilizada por la microflora para síntesis de proteína, la otra es absorbida y junto con el amoníaco proveniente de la desaminación endógena, contribuye a la formación de urea por el hígado (Lewis, 1960).

Una vez formada, la urea puede regresar a los pre estómagos por medio de la saliva o a través de la pared ruminal. La cantidad que regresa depende de la administración de proteína bruta y de la concentración de urea en la sangre. En la vaca cuando las necesidades de proteína bruta han sido cubiertas, los niveles de urea en el plasma oscilan entre 10 y 15 mg/dL

en condiciones de carencia de proteína bruta, la concentración de urea oscila entre 2 y 9 mg/dL, cifra que asciende a 20 y 30 mg/dL, cuando se administra un exceso de proteína bruta (Kolb, 1976a).

La urea es el componente sanguíneo que se afecta más rápido por cambios en el consumo de proteína (Preston *et al.*, 1965; Prewitt *et al.*, 1971; Hewett *et al.*, 1975). La urea del plasma y la concentración de amoníaco ruminal, incrementaron linealmente conforme la cantidad de proteína en la dieta aumentó hasta alcanzar una concentración plasmática de aproximadamente 30 mg/dL. El mecanismo por el cual la concentración de urea se mantuvo a 30 mg/dL no está completamente entendido, sin embargo, se especula una importante participación renal para mantener tal concentración (Mc Intyre, 1970).

Correlaciones altas entre el consumo de nitrógeno y la concentración plasmática de urea se han observado en ovejas no gestantes, no lactantes (Somers, 1961; Preston *et al.*, 1965; McIntyre, 1970) y en ovinos en crecimiento, donde se han observado concentraciones plasmáticas de urea que oscilan entre 0 y 25 mg/dL.

La importancia de la urea para predecir el estado nutricional de los animales también se debe a que su vida media en el plasma es reducida, teniéndose referencia en la cabra, de una vida media entre 1.5 y 3.6 hr (Kolb, 1976a), lo cual hace posible evaluar cambios en un corto plazo.

Dietas que contengan proteína altamente degradable en el rumen causan una concentración elevada de amoníaco y urea en la sangre. Un aumento de estos compuestos en la sangre estimula una elevación de urea y amoníaco en los tejidos reproductivos y en los fluidos con el consecuente deterioro en la reproducción (Jordan y Swanson, 1979; Jordan *et al.*, 1983; Chalupa y Ferguson; 1988).

### **2.4.1.2. Triptófano (TRIP)**

El triptófano es un aminoácido esencial que ha recibido muy poca atención en los rumiantes. Tiene una utilidad potencial para determinar del consumo de proteína por animales en pastoreo y en corral. En vacas durante la lactancia la concentración plasmática de triptófano varió de 3 a 4 µg/ml en animales en ayuno (2 días) y de 12 a 14 µg/ml en vacas alimentadas ad libitum (Davis et al., 1982). También se han detectado correlaciones altas y significativas, en borregas secas y gestantes, entre el consumo de forraje y las concentraciones de triptófano total en plasma (3 a 11 µg/ml), niveles similares se han observado en animales en corral. En otro estudio, TRIP mostró estar relacionado linealmente con el flujo de proteína duodenal, por lo que puede ser utilizado para valorar la disponibilidad de proteína en la dieta (Davis et al., 1982).

Recientemente Bermúdez (1986), trabajando en ovinos, confirmó una estrecha relación entre el TRIP y el metabolismo del nitrógeno en ovinos en crecimiento. Además la concentración media de TRIP se relacionó en forma directa con las ganancias de peso, lo cual confirma su importancia en la valoración del estado nutricional.

No se ha reportado información de que TRIP esté relacionado directamente a variables productivas y reproductivas en rumiantes, pero la información disponible sugiere tener un valor potencial para determinar el estado nutricional.

## **2.4.2. Componentes sanguíneos relacionados al metabolismo energético**

### **2.4.2.1 Lípidos totales (LT)**

Los lípidos totales están constituidos por varias fracciones de las

cuales las principales son los fosfolípidos, el colesterol y sus ésteres, ácidos grasos libres y los triglicéridos (Kolb, 1976a).

Su determinación registra cambios en caso de necesidades de remoción o depósito de energía, al declinar la glucosa sanguínea se conduce a una elevación de LT y también aumentan después de una comida por el proceso de absorción de grasa (Kronfeld y Medway, 1973).

En vacas, la concentración de LT es más alta en lactantes que en no lactantes, debido a las altas necesidades de energía. Los LT usualmente están elevados en un animal con una condición física alta y en un animal catabolizando reservas, en condiciones asociadas con cetosis resultado de la movilización de ácidos grasos del tejido adiposo para la suplementación de la energía del mantenimiento del cuerpo y una producción láctea alta (Kronfeld y Medway, 1973).

En un estudio sobre fertilidad y su relación con componentes sanguíneos en vacas lecheras, se observó que los hatos con tasas de concepción baja tuvieron una relación alta de LT:Glucosa, sugiriendo una disponibilidad de energía insuficiente comparada con hatos con una tasa de concepción alta (Bogin *et al.*, 1982).

La determinación de LT, tiene como finalidad poder caracterizar su perfil plasmático, durante etapas fisiológicas con grandes demandas de energía, tratando de encontrar respuesta al comportamiento reproductivo posparto.

#### **2.4.2.2 $\beta$ -Hidroxibutirato (BHB)**

La concentración de BHB en el plasma ha mostrado ser un buen índice de severa subnutrición en ovejas en pastoreo (Russel, 1977). Esto es debido a que concentraciones de BHB reflejan el balance entre movilización de grasa y la capacidad del animal para hacer uso de cuerpos

cetónicos producidos. El grado de movilización de grasa depende de la cantidad de grasa almacenada en el cuerpo, y la diferencia entre el consumo de energía y una demanda de la misma.

Durante las últimas etapas de la gestación y las primeras de lactación, los requerimientos nutricionales son muy altos y el cuerpo del animal no tiene suficientes carbohidratos para satisfacer su demanda de energía, lo cual resulta en una síntesis decreciente de triglicéridos (Perry, 1984). Aunado a esto la hipófisis incrementa la producción de hormona de crecimiento y adrenocorticotrópica, las que incrementan la tasa de formación de ácidos grasos no esterificados (AGNE) y glicerol en las células del tejido adiposo. Los AGNE pueden ser utilizados por la mayoría de los tejidos de manera inmediata como fuentes de energía (Kolb, 1976a). El hígado, a su vez es invadido con AGNE, los cuales son oxidados hasta acetyl Co.A, que en condiciones normales continúa el ciclo de los ácidos tricarboxílicos. Cuando el estado fisiológico del animal (último tercio de gestación y lactancia) causa un aumento en las demandas de glucosa, se produce un incremento en la síntesis de cuerpos cetónicos (Figura 1) (Palmquist, 1972; Bergman, 1977; Van Den Berg, 1977; Bell, 1981).

Los cuerpos cetónicos (Ac. Acetoacético, BHB y acetona) son producidos primeramente en la mitocondria del hepatocito. La alta tasa de absorción de ácidos grasos y  $\beta$ -oxidación por el hígado es un factor clave de la cetogénesis. Una vez formados los cuerpos cetónicos se difunden de la mitocondria y son transportados los tejidos periféricos (Allen, 1977).

El nivel sanguíneo de cuerpos cetónicos es normalmente bajo por su remoción eficiente en los tejidos periféricos, especialmente en el músculo esquelético (Figura 2). Estos tejidos pueden satisfacer una fracción significativa de sus necesidades de energía por degradación de cuerpos cetónicos (Kolb, 1976a). El músculo cardíaco y corteza renal



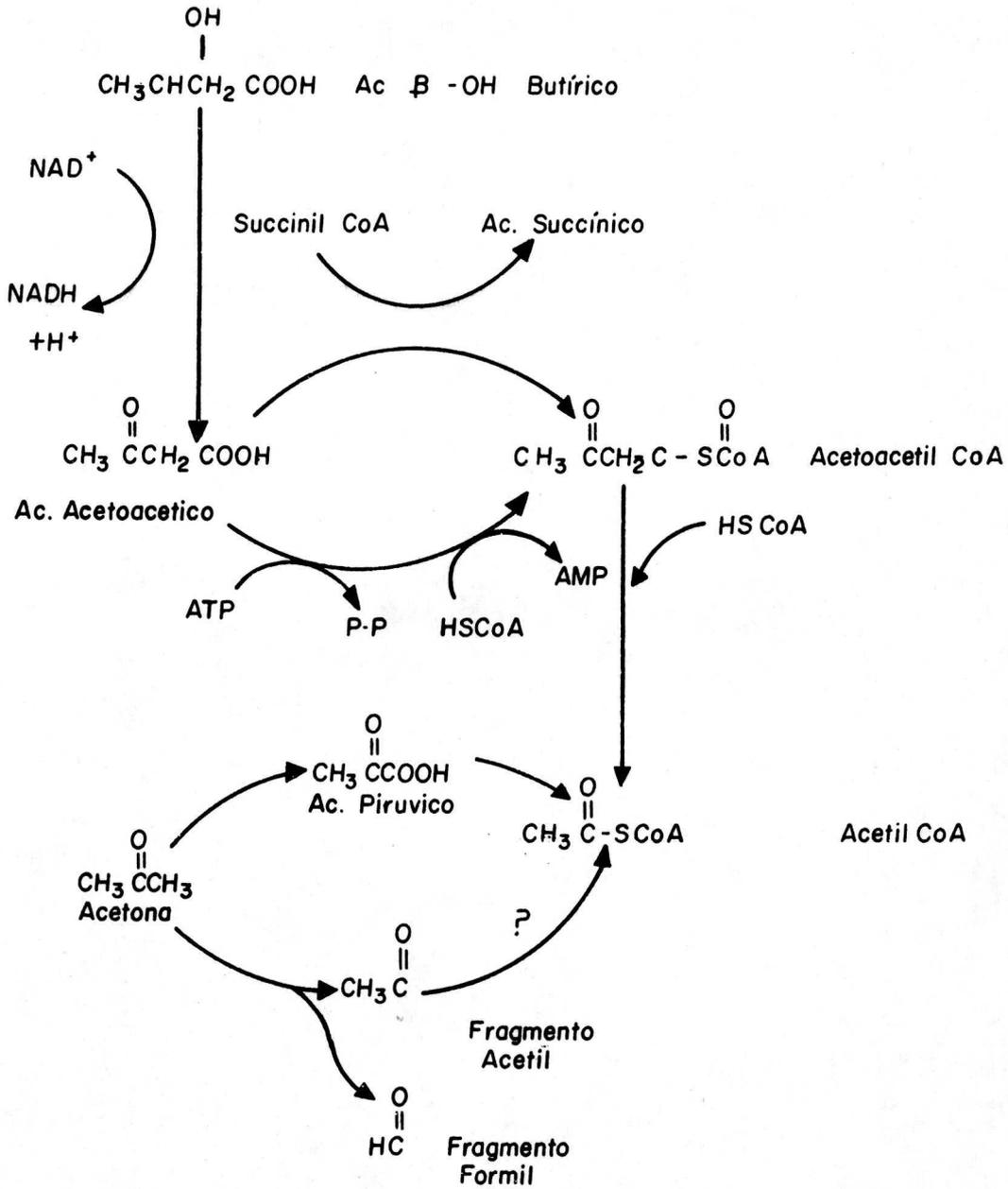


FIG. 2. Cetolisis por tejido extrahepático, (Allen, 1977).

utilizan acetoacetato en preferencia a glucosa. Cuando la producción de cuerpos cetónicos aumenta significativamente, el acetoacetato, BHB y acetona se difunden hacia la sangre en donde circulan para finalmente ser extraídos por otros tejidos y músculo esquelético (Jarret *et al.*, 1976) donde se oxidan (Figura 1). En la glándula mamaria son utilizados para la síntesis de ácidos grasos (Radloff *et al.*, 1966; Bauman, 1976). Al aumentar la excreción urinaria, el ácido acetoacético y BHB son ácidos moderadamente fuertes y por tal hacen perder iones (principalmente  $\text{Na}^+$ ) con grandes volúmenes de agua (Allen, 1977).

La mayoría del acetoacetato, que es precursor de acetona y BHB (Figura 1), es reducido a BHB, por la coenzima NADH. La reacción es reversible y los compuestos interconvertibles, existiendo amplia variación en la proporción de los dos ácidos. La conversión de acetoacetato a BHB puede representar una reacción importante en el transporte de cuerpos cetónicos por la sangre, ya que acetoacetato es inestable y sufre una irreversible descarboxilación no enzimática para formar acetona, que es de poca importancia para el animal, a menos que la cetosis sea severa y de larga duración (Bergman, 1977).

En rumiantes la concentración plasmática de cuerpos cetónicos es de 2-4 mg/dL. Durante hipoglicemia y una movilización progresiva de grasa, la concentración de cetonas aumentará usualmente arriba de 10 mg/dL, cuando el animal muestra signos clínicos de enfermedad. El BHB representa alrededor de 70% del total de cuerpos cetónicos (Leng, 1965).

En ovejas en pastoreo, se ha encontrado que una concentración de BHB en el plasma de 0-3 mg/dL, es representativa de un estado energético en equilibrio, mientras que en estados de subnutrición y severa la concentración puede variar desde 3 hasta más de 7 mg/dL (Russel, 1977).

Las concentraciones de cuerpos cetónicos no son sensibles en mismo

grado al efecto de tensión durante el muestreo sanguíneo, lo cual limita la utilización de concentraciones de glucosa y AGNE. Además, si el estado de subnutrición del animal es muy severo, el comportamiento de los AGNE deja de ser lineal, presentando cambios pequeños en las concentraciones en respuesta a fluctuaciones amplias en el consumo de energía. Lo que permite concluir que el valor de los AGNE se ve limitado a la evaluación de situaciones de subnutrición moderada (Russel, 1977). Las concentraciones de acetoacetato y BHBA, son más útiles en el seguimiento del estado energético durante estados fisiológicos de alta demanda (último tercio de gestación y lactancia), sin verse afectados en animales no acostumbrados al manejo en el muestreo sanguíneo (Russel, 1977, 1979, 1984).

Concentraciones plasmáticas de acetoacetato tienen la ventaja sobre BHB porque sólo ocurren en el animal subnutrido ya que BHB también tiene origen alimentario, pero el acetoacetato es menos estable químicamente y requiere preparación especial de la muestra. En general, BHB es el indicador más práctico para la mayoría de las situaciones (Russel, 1977).

La concentración de BHB aumenta marcadamente cuando el consumo de alimento es inadecuado durante la gestación o lactación y aun en rumiantes no gestantes y no lactantes, una elevación ofrece un indicador sensitivo de un consumo inadecuado de energía (Lindsay, 1977).

Foot *et al.*, (1984), observaron que las concentraciones de BHB en la gestación avanzada estuvieron relacionados ( $r=.63$ ;  $P<.01$ ) con el peso al nacimiento de los corderos durante la lactación temprana con el número de corderos amamantando ( $r=.65$ ;  $P<.01$ ) y con la tasa de crecimiento total de los corderos ( $g/d/oveja=.63$ ;  $P<.01$ ).

En ganado lechero, las concentraciones plasmáticas de BHB pueden reflejar en términos generales la adecuada nutrición durante la fase

temprana de lactación (Kelly, 1977).

### **2.4.3. Componentes sanguíneos relacionados con el metabolismo mineral**

El seguimiento del metabolismo mineral se realizó con la determinación de cuatro macroelementos (Ca, Pi, Mg y K) los cuales están interrelacionados con la característica de que la deficiencia de alguno de ellos limita el consumo voluntario (Jacobson *et al.*, 1972).

#### **2.4.3.1. Calcio**

Alrededor del 99% del Ca, existente en el organismo está en forma estructural en el esqueleto y dientes, el restante se encuentra ampliamente distribuido en tejidos blandos y fluidos corporales, localizado principalmente a nivel extracelular (McDowell *et al.*, 1984; Kutsky, 1981).

En la mayoría de las especies domésticas, el plasma contiene de 9 a 12 mg% de Ca, el cual existe en dos formas, el soluble en estado de ión, que es la forma fisiológicamente activa y que constituye arriba del 60% del total, la otra fracción existe unida con la proteína, principalmente con albúmina (Kolb, 1976b; Maynard *et al.*, 1979).

El Ca tiene cuatro funciones metabólicas principales que pueden ser clasificadas como:

1. Efectos en la membrana que incluye la regulación de la permeabilidad, la contracción muscular (unión Ca proteína Calmodulina), la conducción del impulso nervioso y el mantenimiento de las uniones intercelulares.
2. Regulación de fluido corporal

### 3. Regulación de la división celular

### 4. Regulación de la secreción hormonal (Maynard *et al.*, 1979; Rasmussen, 1970; Wang y Waisman, 1979; Kutsky, 1981; Gore y Behrman, 1984.

En los animales pluricelulares superiores, el efecto del Ca sobre la membrana tiene importancia, por ejemplo, en hacer que las fibras nerviosas se vuelvan muy permeables a los iones de sodio y por tanto se despolaricen parcialmente transmitiendo impulsos repetitivos incontrolados, produciendo espasmos de los músculos estriados (Guyton, 1987).

El Ca controla la contractilidad muscular a través de su interacción con la troponina C, y es necesario para la función miocárdial y excitabilidad normal neuromuscular (Maynard *et al.*, 1979).

El papel mensajero de  $Ca^{++}$  se ha evidenciado, particularmente en estudios recientes, en los cuales se ha observado que la proteína unida al Ca, Calmodulina, confiere el poder de activación al calcio para varias enzimas incluyendo fosfodiesterasa nucleótido, proteinicinas, adenilatociclasa y adenosintrifosfatasa (Wang y Waisman, 1979). Además de estas funciones, el Ca, se haya involucrado en la liberación de neurotransmisores en la sinapsis, donde concentraciones elevadas del ion Ca deprimen la actividad neuronal, sobre todo en el sistema nervioso central, posiblemente porque las membranas no se despolarizan con la facilidad normal (Guyton, 1987).

La regulación de los iones de Ca en el líquido extracelular se encuentra controlada por dos hormonas, la paratormona y la calcitonina. La paratormona incrementa la concentración sanguínea de iones calcio y la calcitonina ejerce el efecto opuesto cuando la concentración se vuelve demasiado elevada (Guyton, 1987).

En la sangre, el Ca es esencial para mantener el PH entre 7.4 y 7.6.

Una carencia de este elemento en el torrente sanguíneo causa acidosis, lo que es frecuentemente observado en animales lactantes que están utilizando demasiado Ca de la sangre para la formación de leche (Perry, 1984).

Otra función de los iones Ca, es la de formar sales oseas en combinación con los iones fosfato. Los iones de Ca y fosfato reaccionan para formar fosfato de Ca ( $\text{Ca HPO}_4$ ) compuesto relativamente insoluble. Cada vez que se deposita Ca también se deposita fosfato, y cuando se reabsorbe hueso, se liberan Ca y fosfato hacia los líquidos corporales al mismo tiempo (Guyton, 1987).

Investigaciones realizadas sobre los mecanismos de regulación de la insulina, han propuesto que los iones de calcio participan de una manera significativa en la expresión de varias funciones de esta hormona. Incrementos en el calcio intracelular ocasionan un aumento en la acción estimuladora de la insulina sobre los ribosomas de las células lipídicas (Goodman y Gilman, 1975; Lukey y Venugopal, 1977; Vydellingum *et al.*, 1983).

Niveles sanguíneos de Ca abajo de 9 mg/dl de plasma, sugieren un consumo crónico bajo de Ca o una tasa de utilización que excede su movilización del hueso (como durante la lactación). En casos extremos, los cuales pueden desarrollarse en corderos con dietas altas de granos, los bajos consumos de Ca pueden resultar en tetania o precipitar un brote de cálculos urinarios en machos (NRC, 1985).

El Ca de la dieta es absorbido de acuerdo a los requerimientos nutricionales del animal, en una dieta baja de Ca, la eficiencia de absorción se incrementa. En forma normal esto también sucede en animales adultos durante la gestación y lactación (Care *et al.*, 1980; Braithwaite, 1983). Por otro lado consumos excesivos de Ca no son

normalmente perjudiciales, cuando el suministro de P es adecuado (NRC, 1984). Se ha estimado que los requerimientos de Ca para los ovinos oscila entre 0.21 a 0.52% por kg/MS de la dieta (McDowell, 1984).

Varios factores pueden influenciar el metabolismo del Ca en la oveja, dentro de estos factores se encuentran infecciones parasitarias (Sykes *et al.*, 1979) y deficiencias en Mg.

Como resultado de una deficiencia de proteína en ovejas gestantes se ha observado una pobre mineralización del esqueleto (Sykes y Field, 1972). Durante la lactación temprana la reabsorción del Ca del esqueleto ocurre como resultado de la pérdida neta de matriz ósea, lo que ha sido asociado a una deficiencia de proteína y energía (Sykes y Geenty, 1986).

#### **2.4.3.2. Fósforo**

Todo el fósforo corporal existe como fosfato ( $PO_4$ ). Aproximadamente el 80% del fósforo está en forma estructural en el esqueleto y el restante está ampliamente distribuido en los fluidos corporales, músculos y tejido nervioso localizado predominantemente dentro de la célula (McDowell, 1984), en combinaciones orgánicas tales como fosfoproteínas, nucleoproteínas, fosfolípidos, fosfocreatina y hexosafosfato (Maynard *et al.*, 1979; Kolb, 1976b).

Las funciones principales del fósforo son:

1. Transporte de energía, como un constituyente de uniones de fosfato altas en energía, en la forma de ATP, ADP, etc.
2. Formación de membranas.
3. Participación en reacciones genéticas, como los fosfato polímeros, DNA y RNA.
4. Servir como amortiguador, en el transporte de Ca y en el mantenimiento de la presión osmótica, intracelular, además

forma parte del AMP cíclico, el cual funciona como segundo mensajero para hormonas (Goodman y Gilman, 1975; Guyton, 1987).

5. El P se encuentra relacionado con el metabolismo de los lípidos a través de su participación en la formación de la lecitina, también tiene una participación clave en el metabolismo de carbohidratos a través de la formación de hexosafosfato, ácido adenílico y fosfato creatina (Maynard et al., 1979; Perry, 1984). Los fosfatos son esenciales para la absorción de azúcar por el intestino delgado y la reabsorción de glucosa de los tubulillos renales (Perry, 1984).

Este elemento se puede encontrar en una gran variedad de formas, principalmente combinaciones orgánicas. Desde el punto de vista de nutrición mineral, el principal interés yace en el fósforo inorgánico que se encuentra en el plasma, en el que su nivel generalmente se encuentra entre 4 y 9 mg%, dependiendo de la edad y especie (Kronfeld y Medway, 1973; Maynard, et al., 1979). Estas concentraciones plasmáticas son fácilmente modificadas cambiando la dieta. Una deficiencia de fósforo en la dieta, podría producir hipofosfatemia, el consumo de una dieta alta puede producir hiperfosfatemia (Maynard et al., 1979).

El fósforo es absorbido por el intestino delgado como ión libre, y su absorción es bastante rápida, la cual es estimulada directamente por la vitamina D<sub>3</sub> (Braithwaite, 1981).

En cuanto a las formas en las cuales el P es ingerido, la absorción depende de su solubilidad en el punto de contacto con las membranas de absorción. Esto se aplica para los compuestos solubles en los alimentos y también para los insolubles, estos últimos son convertidos a solubles al pasar por el tracto digestivo. Por estas razones la absorción del P es

favorecida por todos los factores que aumentan su solubilidad (Maynard et al., 1979).

La oveja que tiene unos requerimientos que oscilan entre 0.16 y 0.37% por kg/MS de la dieta (McDowell, et al., 1984), utiliza el P eficientemente, debido en parte al reciclaje de cantidades considerables por la paratiroides y otras secreciones salivales. Este fósforo salival puede moderar variaciones en el fósforo del rumen debido a la dieta, particularmente en consumos bajos de fósforo (Cohen, 1980).

La eficiencia de fósforo se manifiesta por una disminución en el contenido del fósforo orgánico en el plasma sanguíneo y una depleción de las reservas de Ca y P en el esqueleto (Perry, 1984).

Las deficiencias severas y prolongadas de P resultan en una disminución de fósforo plasmático y en un incremento en los niveles de Ca en el plasma (Perry, 1984). Este incremento en Ca puede ser debido a que a medida que el P inorgánico decrece, existe una remoción de P óseo almacenado, lo que causa que el calcio óseo entre también al plasma (Perry, 1984).

#### **2.4.3.3. Magnesio**

El magnesio es un ión bivalente ( $Mg^{++}$ ) cercanamente asociado con Ca y P, tanto en su distribución como en su metabolismo. Es uno de los elementos minerales críticos para rumiantes (McDowell et al., 1984).

Aproximadamente el 70% del Mg del cuerpo está en el esqueleto, donde es un importante constituyente de huesos y dientes, el restante se encuentra principalmente en el hígado músculo estriado, con cantidades detectables en el riñón, cerebro y células rojas (Kolb, 1976b; Perry, 1984).

La concentración plasmática normal del Mg oscila de 2.4 a 3.7 mg/dl de plasma (Kolb, 1976b; Perry, 1984).

El Mg ayuda al sostenimiento de la osmolaridad intracelular por su elevada concentración, lo cual es varias veces mayor que su concentración plasmática (Laguna y Piña, 1979; Kutsky, 1981). Los iones de Mg, además elevan el umbral de excitación de las fibras musculares. Inhiben la liberación de acetilcolina pero una vez liberada activan su hidrólisis, por lo cual los iones de éste elemento son importantes para la relajación muscular y una disminución en su concentración provocan síntomas de tetania (Kolb, 1976b).

En prácticamente todas las reacciones en las cuales interviene el ATP se requiere del Mg. en estas reacciones el Mg es quelado entre los fosfatos beta y gamma, disminuyendo el carácter aniónico del ATP, lo que le permite aproximarse y unirse en forma reversible a los sitios específicos en las proteínas (Laguna y Piña, 1979; Martín, 1986).

La síntesis de todas las proteínas, ácidos nucleicos, nucleótidos, lípidos y carbohidratos requieren Mg (Goodman y Gilman, 1975; Luckey y Venugopal, 1977; Martín, 1986). Además, el Mg junto con los fosfatos interviene en la formación de sales insolubles que componen las sales de los huesos (Laguna y Piña, 1979). De acuerdo a la información que se dispone no hay control hormonal de los niveles de Mg, similares al que existe para el calcio.

El Mg es absorbido como ión libre siendo el intestino delgado su principal sitio de absorción. De acuerdo con las necesidades y según la composición del pienso, en los rumiantes, se absorbe el 10 al 20% del Mg administrado. La eficiencia de absorción del Mg, se reduce por una alta ingestión de Ca, fosfatos, fitatos,  $PO_4$ ,  $F^-$ ,  $Na^+$ , grasas y alcalis, incluyendo amoníaco rumial y por diarrea (Kronfeld y Medway, 1973; Maynard *et al.*, 1979; McDowell *et al.*, 1984).

Los requerimientos de Mg para ovinos oscila entre 0.12 y 0.18% por Kg

de MS de la dieta, siendo menor nivel para corderos en crecimiento y el mayor para ovejas al inicio de la lactancia (NRC, 1985).

La carencia del Mg además de disminuir el crecimiento de los animales jóvenes, (Maynard *et al.*, 1979), aumenta el metabolismo basal, disminuye el consumo y aprovechamiento de los alimentos y aumenta el depósito de Ca en el hueso (sobremeneralización). La excitabilidad neuromuscular aumenta y en los casos graves sobreviene la muerte bajo contracciones tetánicas.

#### **2.4.3.4. Potasio**

Este elemento está presente en el tejido animal como principal catión monovalente intracelular. Después del calcio y fósforo es la sustancia mineral más abundante en el organismo animal (Maynard *et al.*, 1979).

La concentración de K encontrada en la sangre, especialmente en el plasma, es de importancia diagnóstica debido a la alta correlación entre el K plasmático y el K de la dieta (Telle *et al.*, 1964). El contenido de K en el plasma de los animales domésticos oscila de 3.5 a 5.5 meq. (13.7 a 21.6 mg/dl) (Kronfeld y Medway, 1973; Ketz, 1976).

El K tiene varias funciones entre las cuales se encuentran:

1. Regulación del fluido intracelular incluyendo el mantenimiento de la presión osmótica, el balance ácido base.
2. Ayuda a mantener el transporte del CO<sub>2</sub> y la solubilización de proteínas (Perry, 1984; Laguna y Piña, 1979; Kronfeld y Medway, 1973).
3. Tiene efectos sobre las membranas incluyendo la regulación de la permeabilidad de la membrana, el desarrollo del potencial de la membrana y la concentración muscular (Kolb, 1976b; Laguna y

Piña, 1979; Hays y Swenson, 1977)

4. Interviene en el metabolismo intermediario de las proteínas y de carbohidratos (Laguna y Piña, 1986; Vernon y Peaker, 1983).
5. Participa en la dilatación de arteriolas, disminución del ritmo cardiaco y regulación de presión sanguínea.
6. Mantiene la gametogénesis, y participa en los mecanismos de secreción de hormonas (Goodman y Gilman, 1975; Guyton, 1987; Luckey y Venugopal, 1977; Hays y Swenson, 1977).
7. En el sistema nervioso autónomo se cree que el potasio actúa como intermediario químico capaz de liberar acetilcolina y adrenalina, sustancias que a su vez pueden movilizar potasio (Villareal, 1970; Perry, 1984).

Después de la absorción el canal intestinal, los iones de potasio se distribuyen por los espacios intracelulares. El reparto uniforme de los iones de K, tiene lugar como consecuencia de la facultad que poseen la mayoría de las células de almacenar este elemento (Ketz, 1976).

Las raciones administradas comunmente en los animales de granja, reúnen los requerimientos de K. Cambios en prácticas de manejo, tales como un uso disminuido de heno acompañado por un incremento en el uso de granos puede resultar en consumos menores del óptimo ya que el grano contiene un nivel mucho más bajo de potasio que el heno (Telle et al., 1964). El reemplazo de suplementos de proteína tales como urea por harina de soya puede también disminuir el consumo de potasio en la dieta (Maynard et al., 1979). Otra causa de deficiencia de K en el animal es por alimentar con forraje procedente de suelos deficientes en potasio (Blood et al., 1983). Deficiencias de potasio son encontrados principalmente en caso de una mala nutrición, un balance negativo de nitrógeno, pérdidas gastrointestinales, ayuno, diuresis y mala función adrenal y renal

(Maynard *et al.*, 1979; Kutski, 1981).

En la deficiencia de K se tiene signos no específicos, como son crecimiento lento, disminución de consumo de alimento baja eficiencia alimenticia, debilidad muscular, desordenes nerviosos y rigidez (McDowell, *et al.*, 1984).

El requerimiento de K es mayor para rumiantes que para no rumiantes. Está estimado que el requerimiento para rumiantes oscila entre 0.5-0.8% por kg/MS de la dieta. Correspondiendo un mayor requerimiento de K al ganado que está bajo tensión (McDowell, 1984; NRC, 1984). El nivel máximo tolerable de K parece ser 3% (NRC, 1980). El suministro de niveles elevados de K incrementan el Mg fecal por interferencia con la absorción de Mg (Newton *et al.*, 1972).

Información actual también indica que el pasto maduro de invierno o forraje henificado expuesto a lluvia y sol, puede tener niveles de K menores, de los adecuados para una buena nutrición (McDowell *et al.*, 1984).

Durante las fases de crecimiento rápido, los animales aparentemente tienen un requerimiento más alto de potasio ya que un incremento en el nivel proteico incrementa los requerimientos de este elemento (Hays y Swanson, 1977).

## **2.5. DEFINICION DEL PROBLEMA Y OBJETIVOS**

La creciente demanda de productos ovinos y el impedir fuga de divisas por su adquisición en el extranjero, sugiere cambiar los sistemas tradicionales de producción de un parto por año a sistemas acelerados de producción y económicamente eficientes, para lo cual se requiere del

estudio de nuevas estrategias alimenticias y reproductivas para las condiciones ecológicas y sociales del país.

Actualmente se sabe que no existen limitaciones anatomofisiológicas después del día 35 posparto para lograr el restablecimiento de la ciclicidad estral durante la época reproductiva. Sin embargo, existen evidencias amplias de que el nivel nutricional es determinante en el comportamiento reproductivo de la oveja durante el posparto. Dentro de los factores nutricionales, un balance energético negativo, un exceso de proteína, así como una deficiencia de minerales y una baja condición corporal al parto pueden incrementar la duración del anestro posparto. Por lo cual se diseñó un experimento para el estudio durante la lactancia, del comportamiento productivo y reproductivo de ovejas Corriedale, con partos durante la estación reproductiva bajo tres niveles de alimentación para lo cual se plantearon los objetivos siguientes:

1. Determinar el efecto del nivel de alimentación durante la lactancia sobre cambios de peso de las borregas y crías.
2. Determinar el efecto del nivel de alimentación sobre el reinicio de la actividad reproductiva posparto mediante las determinaciones de; período parto 1er incremento de Progesterona (PAR-1IP<sub>4</sub>), duración de vida del Cuerpo Lúteo (DUR-VCL) y concentración de Progesterona (CONC-P<sub>4</sub>) de cada fase lútea.
3. Caracterizar el estado nutricional de los animales durante el posparto que han sido sujetos a tres niveles de alimentación, por medio de la utilización de los componentes sanguíneos; Urea, triptófano, lípidos totales,  $\beta$ -hidroxibutirato, calcio, fósforo inorgánico, magnesio y potasio y correlacionar sus cambios con las variables reproductivas.

### 3. MATERIALES Y METODOS

El presente trabajo se llevó a cabo en la Granja Experimental de la Universidad Autónoma Chapingo, localizada en el Municipio de Texcoco, Estado de México, a 19°29' latitud Norte, 98°54' de longitud Oeste y a 2,250 m.s.n.m. El clima de la región es C(Wo) (W)b (j) g' templado, con una época seca en invierno y verano fresco, con una diferencia de temperatura entre el mes más caliente y el mes más frío de 5°C, el mes más caliente es Mayo (García, 1981).

#### 3.1. FASE 1

Se utilizaron 15 borregas Corriedale de segundo y tercer parto, de 3 a 4 años de edad, con un peso promedio al empadre de  $55.8 \pm 2.0$  kg (MMC $\pm$ EE), inducidas a estro por medio de un tratamiento con progestágenos y PMSG (Rodríguez *et al.*, 1987), las cuales parieron del 18 de octubre al 8 de noviembre de 1986. Todos estos animales fueron alojados y alimentados en forma uniforme. Durante el período empadre-gestación se les suministró una dieta para satisfacer el 100% de los nutrientes recomendados por el NRC (1975). La composición de dieta se muestra en el cuadro 1. El heno de alfalfa fue suministrado sin moler y el rastrojo de maíz fue ofrecido mezclado con los ingredientes restantes, previamente molido a través de una criba de 1 cm.

Los cambios en el estado nutricional durante la gestación fueron seguidos mediante la medición de componentes sanguíneos derivados del metabolismo proteico, energético y mineral. Los metabolitos derivados del metabolismo proteico medidos fueron Urea y Triptófano total (TRIP); aquellos derivados del metabolismo energético fueron los lípidos totales

CUADRO 1. COMPOSICION QUIMICA Y PORCENTUAL DE LA DIETA SUMINISTRADA DURANTE LAS PRIMERAS 18 SEMANAS DE GESTACION Y POSDESTETE (BASE SECA).

INGREDIENTES <sup>a</sup>	APORTE DE NUTRIENTES						
	%	PC (%)	EM (Mcal)	Ca (%)	P (%)	Mg (%)	K (%)
Sorgo (8.9% PC; 3.04 Mcal EM/kg)	23.7	2.1	0.72	.01	.08	.043	.09
Soya (44% PC; 3.04 Mcal EM/kg)	5.9	2.6	0.18	.02	.04	.018	.13
Heno de Alfalfa (17% PC; 2.1 Mcal EM/kg)	31.3	5.3	0.68	.44	.08	.097	.54
Rastrojo de Maíz (5.6% PC; 1.8 Mcal EM/kg)	38.0	2.1	0.68	.22	.04	.152	.55
<sup>b</sup> Minerales	1.0	--	--	--	.12		
Azufre elemental	.1	--	--	--	--	--	--
<b>TOTAL</b>	<u>100.00</u>	<u>12.00</u>	<u>2.26</u>	<u>.69</u>	<u>.36</u>	<u>.312</u>	<u>131</u>

PC= Proteína Cruda; EM = Energía Metabolizable

a. NRC, 1984a

b. La composición de la premezcla mineral fue: P, 12%; Ca, 0%; Na, 18%; Cl, 17.5%; Mg, .2%; Fe, .05%; Mn, .05%; Zn, .05%; Cu, .012%; I, .006%; Co, .001%

(LT) y el  $\beta$ -Hidroxibutirato (BHB). Del metabolismo mineral se determinó calcio (Ca), Fósforo Inorgánico (Pi), Magnesio (Mg) y Potasio (K). Para determinar estos metabolitos se tomaron muestras de sangre por la mañana antes de la alimentación, en el último día del período de empadre, a las 13, 15.5 y 18 semanas de gestación y al parto.

Además de las variables correspondientes a los componentes sanguíneos, se estudiaron el tamaño y peso de la camada, así como cambios de peso durante la gestación, para lo cual se registró el peso corporal desde el empadre hasta el parto, a intervalos de 14 días.

### **3.2. FASE 2**

Al parto, las borregas fueron asignadas al azar para recibir uno de tres niveles de alimentación ajustando la cantidad con base en la dieta total del 100% de las necesidades. Animales asignados al tratamiento T75 (n=6) recibieron el 75% de la dieta, calculada de acuerdo a los nutrientes recomendados por el NRC (1975) para hembras lactando. Animales en el T100 (n=5) recibieron el 100%, mientras que animales en el tratamiento T125 (n=4) recibieron el 125%. Los niveles de alimentación continuaron después del destete hasta el término del estudio y se calcularon con base en las necesidades de ovejas no lactantes (NRC, 1975). Las raciones fueron proporcionadas en dos comidas diarias (08:00 y 14:00 H), y todos los animales tuvieron libre acceso a agua. La composición de la dieta durante la lactancia se muestra en el cuadro 2. A lo largo de esta fase todos los animales fueron alojados en forma individual.

Durante los últimos 19 días de estudio, un macho fue introducido diariamente con el fin de estudiar si este estímulo era capaz de inducir la

CUADRO 2. COMPOSICION QUIMICA Y PORCENTUAL DE LA DIETA SUMINISTRADA DURANTE LAS ULTIMAS TRES SEMANAS DE GESTACION Y LACTANCIA (BASE SECA).

INGREDIENTES <sup>a</sup>	APORTE DE NUTRIENTES						
	%	PC (%)	EM (Mcal)	Ca (%)	P (%)	Mg (%)	K (%)
Sorgo (8.9% PC; 3.04 Mcal EM/kg)	46.1	4.10	1.40	.02	.16	.083	.18
Soya (44% PC; 3.04 Mcal EM/kg)	1.8	0.79	0.05	.01	.01	.002	.04
Heno de Alfalfa (17% PC; 2.10 Mcal EM/kg)	41.0	6.97	0.86	.58	.10	.127	.70
Rastrojo de Maíz (5.6% PC; 1.8 Mcal EM/kg)	10.0	0.56	0.18	.06	.01	.040	.15
<sup>b</sup> Minerales	1.0	--	--	--	.12	.002	--
Azufre elemental	0.1	--	--	--	--	--	--
TOTAL	100.00	12.42	2.49	.67	.40	.254	1.07

PC= Proteína Cruda; EM = Energía Metabolizable

a, NRC, 1984a

b. La composición de la premezcla mineral fue: P,12%; Ca,0%; Na, 18%; Cl, 17.5%; Mg, .2%; Fe, .05%; Mn,.05%;Zn,.05%; Cu,.012%; I,.006%; Co,.001%

ovulación en ovejas posparto que se aproximan a la época de anestro.

Con el propósito de determinar el estado nutricional de los animales, en respuesta a los tratamientos, se tomaron muestras de sangre cada dos semanas, desde el parto hasta la décima segunda semana posparto. Una última muestra fué colectada en la semana 15 posparto. Los indicadores del estado nutricional estudiados fueron los mismos que para la fase 1 del estudio.

Para determinar el tiempo en el cual las hembras reiniciaron sus ciclos estrales, así como para caracterizar dichos ciclos, se tomaron muestras de sangre 3 veces por semana, desde el día  $11.9 \pm 1.8$  hasta el día  $102.1 \pm 7.3$  ( $X \pm DE$ ) posparto.

Todas las muestras de sangre se obtuvieron mediante punción de la vena yugular. Las muestras correspondientes a la determinación del estado nutricional fueron colectadas en tubos vacutainer conteniendo citrato de sodio (5 mg/ml de sangre), como anticoagulante. Aquellas utilizadas para el análisis de progesterona, fueron colectadas en tubos vacutainer, sin anticoagulante. Estas muestras se almacenaron en hielo y fueron centrifugadas a 3500 rpm X20 min, dentro de las primeras 2h después de la recolección. Esto se realizó con el fin de evitar el catabolismo de la progesterona o alteración en los componentes sanguíneos. El suero se almacenó en congelación hasta su análisis.

### **3.2.1. Métodos analíticos**

**Urea.** Las concentraciones de urea fueron determinadas mediante el método descrito por Preston y Osmond (1971). Las concentraciones de urea, comprendidas por la curva patrón fueron de 5 a 80 mg/100 ml. La

lectura de la densidad óptica en el espectrofotómetro de los patrones y muestras problemas se realizó a 550 nm (Apéndice A).

**Triptófano Total.** Para determinar las concentraciones de triptófano total se empleó un método fluorométrico basado en la formación de Norharman (Gaintonde *et al.*, 1979). La curva patrón comprendió un intervalo de 2 a 17 mg/ml de L triptófano (Lab. Merck). La lectura de los patrones y muestras se realizó en un Fluorómetro marca Turner modelo 110, con una apertura de luz de 30X (Aprendice B).

**Lípidos Totales.** Los lípidos totales fueron determinados utilizando el método de sulfo-fosfovainillina (Estuche Sigma 141/142). La curva patrón comprendió los puntos 0, 375, 562.5 y 750 mg/100 ml.

**$\beta$ -Hidroxitirato.** La determinación de BHB se realizó de acuerdo a la técnica descrita por Reid (1960). La desproteización de las muestras se realizó el método de Somogy (Henry *et al.*, 1980). Muestras que la solución reactiva de color se preparó con aldehído salicílico grado reactivo (Lab. Merck). Las concentraciones patrón fueron preparadas a partir de las soluciones de un estuche comercial (DL- $\beta$ -Hidroxitirato calibrators solutions, Sigma Diagnostics. Catalog No.310-11) (Apéndice C).

**Fósforo Inorgánico.** Las determinaciones de fósforo inorgánico fueron realizadas de acuerdo a un método cuantitativo fotocolorimétrico (Fick *et al.*, 1979) en el cual se utiliza el reactivo de elon como agente reductor (Apéndice D).

**Ca, Mg y K.** Los minerales Ca, Mg y K se determinaron en conjunto, después de diluciones apropiadas mediante espectrofotometría de absorción atómica (Fick *et al.*, 1979), cambiando la lámpara específica. Se utilizó un aparato Perkin Elmer de Llama, modelo 4000. Las soluciones patrón fueron preparadas en el laboratorio (Apéndice E). La referencia estandar de los niveles de cada componente sanguíneo fué obtenida del

cálculo del valor medio ( $\bar{x}$ ) dentro de cada etapa fisiológica, considerando todas las muestras colectadas.

Las determinaciones de progesterona (P4) se realizaron mediante radioinmuno ensayo de fase sólida (Progesterone, Inmuno assay kit. Diagnostic Products Corporation. LA, Calif. USA) sin extracción, utilizando  $^{125}\text{I}$ -P4 como antígeno marcado. Este método se ha utilizado en estudios de función ovárica en yeguas, perras y vacas (Srikandakumar *et al.*, 1986). Este ensayo tuvo una sensibilidad de 0.05 ng/ml y coeficiente de variación intra e inter ensayo de 10 y 13%, respectivamente.

Se consideró que una ovulación había ocurrido si las concentraciones de P4 fueron  $> 0.5$  ng/ml por lo menos en dos muestras sucesivas (Fritzgerald y Cunningham, 1981; Moss *et al.*, 1980).

La duración de vida del Cuerpo Lúteo (CL) fué calculada como a partir del intervalo de tiempo transcurrido entre la 1a. muestra de suero con una concentración de P4  $\geq$  de 0.5 ng/ml y el día cuando las concentraciones de P4 fueron 0.5 ng/ml por última vez. La concentración promedio de P4 se calculó como la media aritmética de las muestras colectadas durante la duración del cuerpo lúteo.

Además de las variables correspondientes al comportamiento reproductivo y los diferentes componentes sanguíneos que determinarán el estado nutricional, se estudiaron los cambios de peso de la madre y camada durante la lactancia, continuándose en las borregas hasta la semana 15 posparto, para lo cual se registró el peso corporal a intervalos de 14 días.

### 3.2.2. Análisis estadístico

#### FASE 1

El comportamiento de los componentes plasmáticos durante el período empadre-parto, fue estudiado como un pseudoexperimento. Tomándose el muestreo como tratamiento y analizado de acuerdo al siguiente modelo:

$$Y_{ij} = \mu + \tau_i + \varepsilon_{ij}$$

Donde:

$Y_{ij}$  = Observación -jésima en el i-ésimo muestreo, para las variables Urea, TRIP, LT, BHB, Ca, Pi, Mg y K; ( $i = 1...3$ ), ( $j = 1...n$ ).

$\mu$  = Es la media de la distribución de Y dado el grupo de valores fijos de X

$\tau_i$  = Efecto del i-ésimo muestreo

$\varepsilon_{ij}$  = Error experimental de efectos combinados de todas las variables al azar inespecíficas peculiares a la j-ésima observación de Y en un valor dado para X.

Diferencias en las medias de los componentes plasmáticos en los diferentes muestreos se compararon mediante la prueba de Amplitud Múltiple de Duncan (Steel y Torrie, 1985)

Mediante el procedimiento Stepwise se realizó una selección de los modelos que mejor explicaban el comportamiento de las diversas variables en estudio (Barr et al., 1979).

## FASE 2

Para conocer los efectos del nivel de alimentación, sobre los cambios de peso de las borregas así como sobre el incremento de peso de las crías, se realizaron unos análisis de covarianza, de donde las covariables fueron el tamaño de la camada y sexo de la cría respectivamente.

El intervalo parto primer incremento de progesterona (PAR-1IP<sub>4</sub>), duración de la vida del cuerpo lúteo (DUR-VCL) y concentración promedio de P<sub>4</sub>, fueron analizados de acuerdo al siguiente modelo:

$$Y_{ij} = \mu + \tau_i + \epsilon_{ij}$$

Donde:

$Y_{ij}$  = Observación j-ésima en el i-ésimo tratamiento, para las variables PAR-1IP<sub>4</sub>, DUR-VCL y CON-P<sub>4</sub>; (i=1...3) (j=1...n).

$\mu$  = Es la media de la distribución de Y dado el grupo de valores fijos de X

$\tau_i$  = Efecto del i-ésimo nivel de nutrición

$\epsilon_{ij}$  = Error experimental de efectos combinados de todas las variables al azar inespecíficas peculiares a la j-ésima observación en Y en un valor dado para X.

Diferencias en las medias de los tres niveles de alimentación se compararon mediante la prueba de Amplitud Múltiple de Duncan (Steel y Torrie, 1985).

El número de hembras que formaron un cuerpo lúteo y el porcentaje de animales que continuaron ciclando después de la regresión del primer cuerpo lúteo (CL<sub>1</sub>-CL<sub>2</sub>) fueron analizados mediante la prueba de comparación de dos proporciones binomiales (Bhattacharyya y Johnson, 1977) y la prueba de X (Steel y Torrie, 1985).

Con el fin de evaluar los efectos de los tratamientos nutricionales

sobre los cambios de los componentes plasmáticos durante el posparto en las ovejas, se realizó un análisis de varianza en un arreglo de parcelas divididas siendo los niveles de alimentación, la parcela principal y los diferentes muestreos la subparcela (Barr et al., 1979) de acuerdo al siguiente modelo:

$$Y_{ij} = \mu + \alpha_i + \xi_{ij} + \beta_k + (\alpha\beta)_i + \epsilon_{ijk}$$

Donde:

$Y_{ijk}$  = J-ésima observación de la subparcela con el factor  $\beta$  en su muestreo K, que está dentro de la parcela principal del factor  $\alpha$  en su i-ésimo nivel de alimentación.

$$(j = 1 \dots r_i; r_1 = 6, r_2 = 5, r_3 = 4).$$

$\mu$  = Es la medida de la distribución de Y dado el grupo de valores fijos de X.

$\alpha_i$  = Efecto del i-ésimo nivel de alimentación ( $i=1 \dots 3$ )

$\xi_{ij}$  = Error experimental para parcela principal  $\sim NI(0, \sigma_{\xi}^2)$

$\beta_k$  = Efecto del k-ésimo muestreo ( $K = 1 \dots 8$ )

$(\alpha\beta)_{ik}$  = Efecto de la interacción del i-ésimo nivel de alimentación con el k-ésimo muestreo.

$\epsilon_{ijk}$  = Error de subparcela en todo el experimento  $\sim NI(0, \sigma_e^2)$

Para determinar si los efectos de los Niveles de Alimentación sobre los componentes sanguíneos, fueron independientes del tamaño de la camada se efectuó el análisis de covarianza (Steel y Torrie, 1985), en donde el tamaño de camada (TC) fué considerado como covariable.

Las medias de cada tratamiento para cada uno de los componentes sanguíneos se compararon mediante la prueba de Amplitud Múltiple de

Duncan Steel y Torrie, 1985)

Para establecer la interrelación entre las variables PAR-1IP<sub>4</sub>, DUR-VCL y CONC-P<sub>4</sub>, con los diferentes componentes sanguíneos, se utilizaron los resultados de todas las muestras que coincidieron con la elevación de los niveles de P<sub>4</sub>, y se estableció una matriz de correlación entre los variables reproductivas y componentes sanguíneos. Posteriormente mediante el procedimiento Stepwise, se realizó una selección de los modelos que mejor explicaban el comportamiento de las variables reproductivas en estudio (Barr et al., 1979).

## 4. RESULTADOS Y DISCUSION

### 4.1. FASE 1

En el cuadro 3 se presentan los cambios de peso de las ovejas durante la gestación. La ganancia de peso diario promedio durante las primeras 15 sem de gestación fué de 88 g, y durante las últimas 5 sem ésta incrementó a 200 g. Estas ganancias fueron superiores a las esperadas de acuerdo a las recomendaciones del NRC (1975); sin embargo las recomendaciones actuales para mentenimiento (NRC, 1985) muestran que las recomendaciones establecidas en 1975 estaban sobre estimadas en aproximadamente 22%, lo que puede explicar las diferencias entre las ganancias observadas y las esperadas.

Al comparar el peso al empadre y al parto, se observa una diferencia positiva de  $7.6 \pm 3.6$  kg ( $\bar{X} \pm DE$ ), dicho peso pudo corresponder a reservas adiposas acumuladas (Tejido adiposo y glándula mamaria), durante la gestación o a un incremento en el peso del hígado y del tracto gastrointestinal que normalmente se observa en ovejas bién alimentadas y que puede llegar a ser hasta el 30% del peso vivo (Faulkner, 1983), a esta diferencia en peso también pudo contribuir el incremento normal de peso, que un animal tiene a través del tiempo (Alden, 1981), así como una recuperación del peso corporal en algunos animales ya que el peso de las ovejas, usadas en estudio, al inicio de empadre fué inferior al esperado en animales de la misma raza bién alimentados (Briggs, 1969). En resumen la alimentación suministrada durante la gestación en este estudio fue adecuada y permitió que las borregas llegaran al parto con un buen peso.

El tamaño de la camada fue superior al promedio reportado para la raza (Glimp, 1971; Jainudeen y Hafez, 1987), debido probablemente a la

CUADRO 3. CAMBIOS DE PESO (kg) DE OVEJAS CORRIEDALE DURANTE LA  
<sup>a</sup>  
 GESTACION (MMC<sub>±</sub>EE)

VARIABLE	(n = 15)
PESO AL EMPADRE	55.8 ± 2.0
Δ PESO GESTACION 15 sem	8.9 ± 1.1
Δ PESO GESTACION 20 sem	15.4 ± 1.3
PESO AL PARTO	62.4 ± 2.1
<sup>b</sup> TAMAÑO CAMADA	1.6 ± 0.2

a Media de mínimos cuadrados ± error estandar

b Este valor incluye dos crías que murieron al día siguiente de su nacimiento

aplicación de PMSG, utilizada en el programa de inducción de ovulaciones en estas ovejas (Rodríguez *et al.*, 1987).

Durante el período del empadre al parto, las concentraciones de urea mostraron una disminución ( $P < 0.05$ ) constante (Figura 3A) conforme la gestación avanzaba, observándose la concentración más baja al momento del parto. Esta disminución en las concentraciones de urea fué más severa que lo reportado en trabajos similares por Guada *et al.* (1975) y Herriman y Heitzman (1978), probablemente debido a un mayor tamaño de la camada en las ovejas del presente estudio.

La alta tasa de síntesis de proteína por el feto durante las fases finales de la gestación, requiere un suministro elevado de aminoácidos lo que causa, que durante las últimas 8 semanas de gestación, exista una redistribución de proteína en el cuerpo, con un catabolismo substancial de proteína muscular materna (Robinson *et al.*, 1978). La degradación materna de proteína causaría que la concentración de urea en suero se elevase. Sin embargo, Guada *et al.* (1975) observaron que entre la mitad de la gestación y el parto existe un incremento neto en la retención del nitrógeno diario, junto con una mejora en la eficiencia de utilización del mismo. Este aumento en la eficiencia de utilización del nitrógeno posiblemente se deba a que la tasa de reciclaje de urea en el tracto digestivo sea más alta en ovejas gestantes que en ovejas no gestantes (Robinson y Forbes, 1967; Nolan y Leng, 1970). Otra causa que también puede ser responsable de la disminución de urea plasmática, observada en este experimento es el aumento del volúmen plasmático en la hembra gestante a partir de la 9ª semana, lo que causaría un fenómeno de dilución (Sykes y Field, 1973).

Las concentraciones medias de TRIP, disminuyeron con respecto a la concentración observada al momento del empadre en la semana 15 (Figura

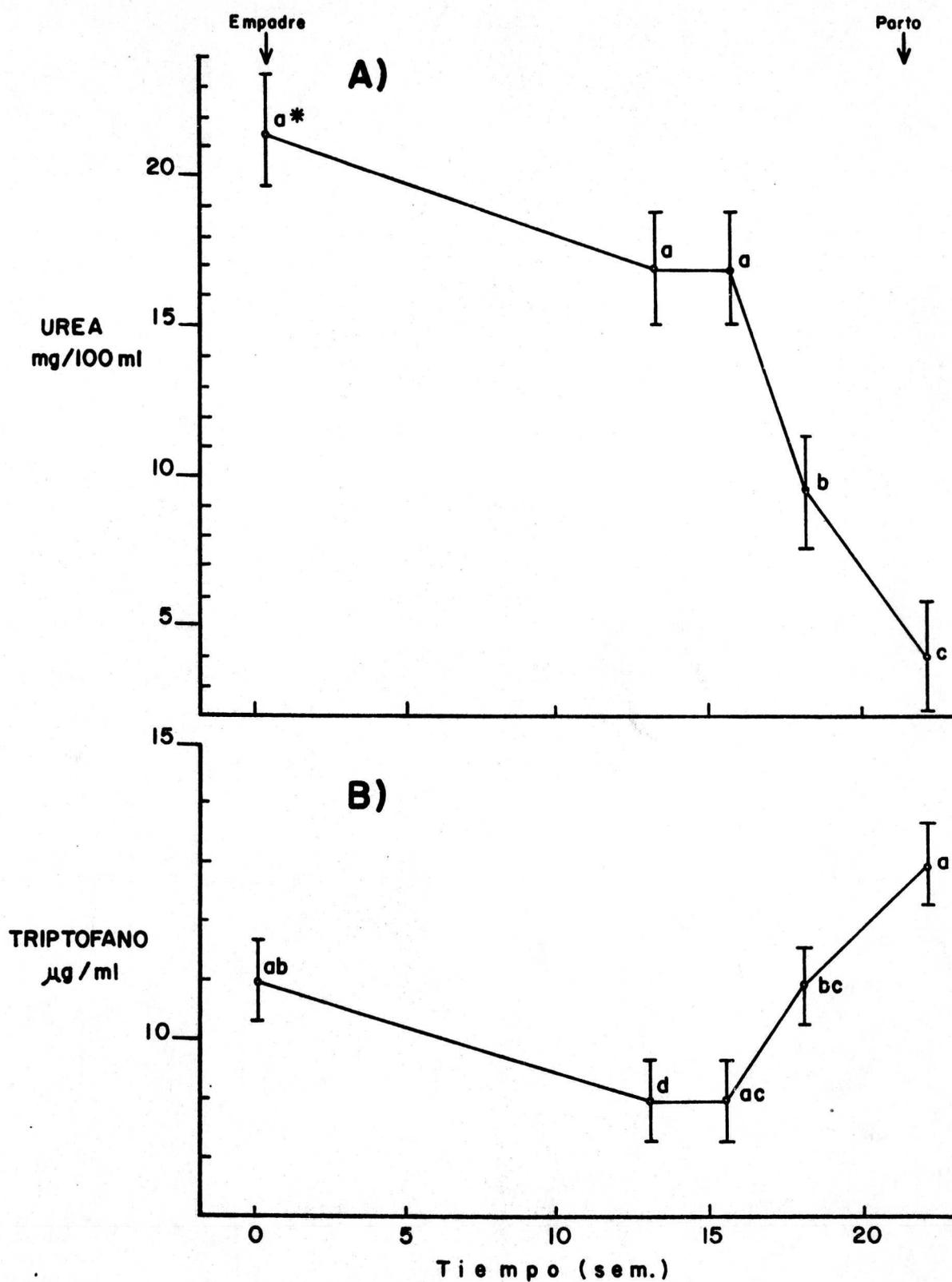


FIGURA 3. Cambios en la concentración plasmática de A) Urea y B) Triptófano, en ovejas durante el período empadre-parto ( $\bar{X} \pm EE$ )

\* Puntos seguidos con diferente letra son estadísticamente diferentes ( $P < 0.05$ ).

3B), cuando se observaron las concentraciones más bajas ( $P < .05$ ). A partir de la semana 15 se observó un incremento ( $P < .05$ ) en las concentraciones de TRIP probablemente debido al incremento en la cantidad de alimento ofrecido para ajustar las necesidades nutricionales. La concentración más elevada de TRIP se observó al parto. En general los valores de TRIP observados en este estudio son substancialmente más elevados que aquellos encontrados por Bermúdez (1986), trabajando con ovejas bajo pastoreo, lo cual indica que los animales en este estudio recibieron un aporte proteico mayor.

La concentración de lípidos totales (LT) mostró una disminución desde el empadre hasta la sem 18 ( $P < .05$ ) Figura 4A. Esto probablemente se debe a que el metabolismo maternal sufre una adaptación paulatina a un nuevo estado homeostático y las reservas de lípidos en el tejido adiposo se incrementan durante los dos primeros tercios de la gestación lo cual hace disminuir los LT circulantes. Hacia el final de la gestación al incrementarse las demandas de energía fetal considerablemente, se inicia una remoción de las reservas adiposas, con el consecuente aumento en la concentración plasmática de Ácidos Grasos no Esterificados (AGNE) (Bell, 1981; Faulkner, 1983), quienes al ser estos un componente importante de los LT, causan un aumento en este metabolito, dichos cambios probablemente explique el comportamiento observado a partir de la sem 18.

La concentración plasmática de BHB en muestra colectada de la 13va semana de gestación no fué diferente a la concentración de BHB observada durante el empadre (Figura 4B), a partir de esta fecha, las concentraciones de BHB se incrementaron hasta alcanzar valores máximos en la sem 15.5, permaneciendo sin variaciones hasta el parto. Las concentraciones de BHB observadas en este experimento, son muy similares a aquellas

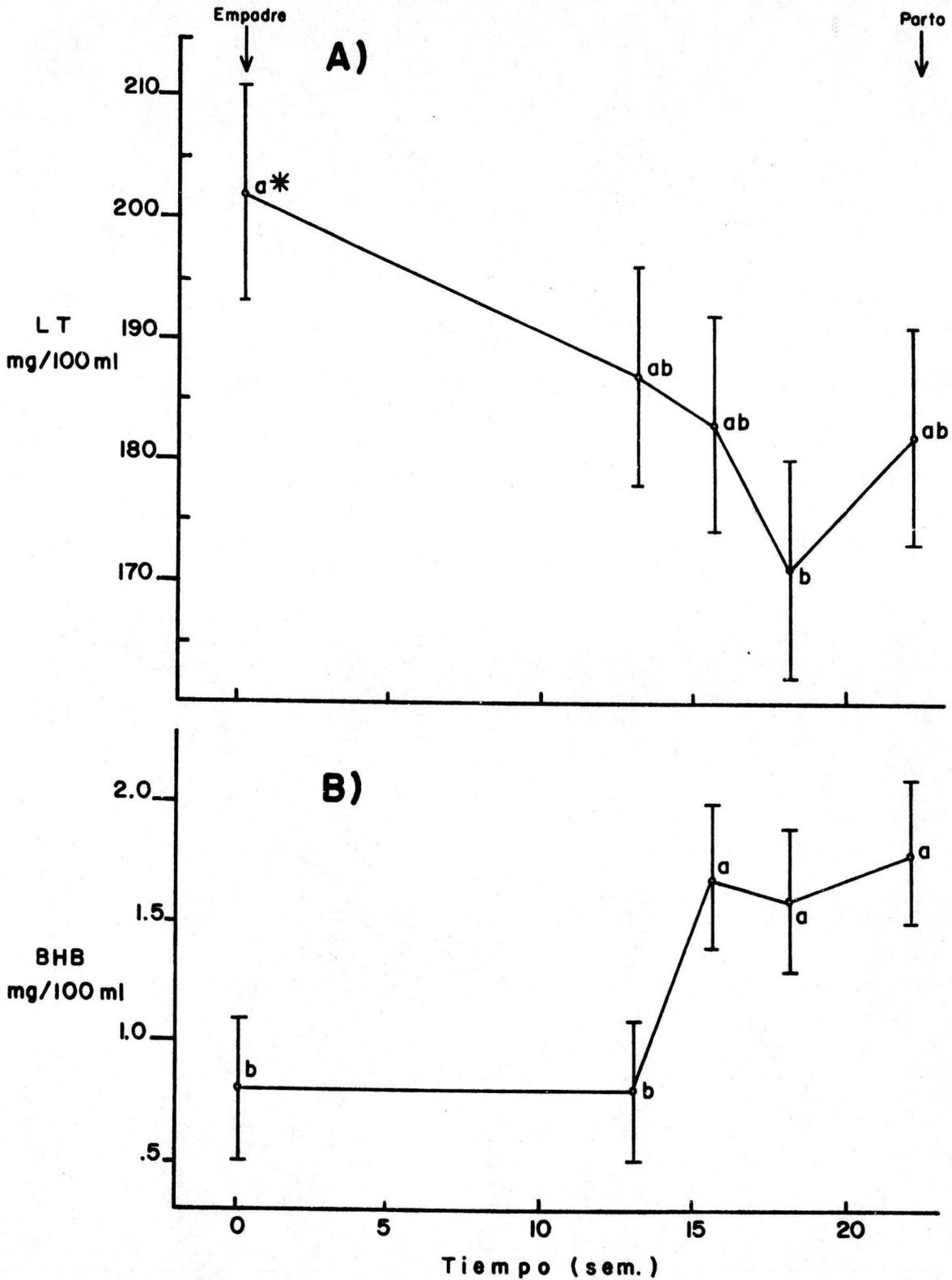


FIGURA 4. Cambios en la concentración plasmática de A) Lípidos Totales (LT) y B)  $\beta$ -Hidroxi butirato (BHB) en ovejas durante el período empadre parto ( $\bar{X} \pm EE$ )

\* Puntos seguidos con diferente letra son estadísticamente diferentes ( $P < 0.05$ ).

obtenidas en ovejas gestantes recibiendo niveles nutricionales adecuados (Russel *et al.*, 1967), comprobando que las en dietas suministradas a los animales cubrieron las demandas nutricionales de la gestación en forma adecuada.

Respecto a los minerales determinados (Ca, Pi, Mg y K) durante esta fase del estudio, los niveles plasmáticos de Ca, mostraron una concentración baja (Figura 5A), de acuerdo a lo recomendado por el NRC (1985), donde niveles abajo de 9 mg/dL en plasma corresponden a hipocalcemia. Del empadre a la sem. 13, la concentración de Ca, fué modificada, probablemente por las concentraciones altas de Pi, lo cual puede ocasionar una disminución en la absorción de Ca a nivel intestinal (Perry, 1984) reflejandose en menores concentraciones en plasma (Chicco *et al.*, 1973; Guyton, 1987). La drástica disminución en las concentraciones de Ca durante las últimas 8 semanas de gestación posiblemente reflejen la alta demanda de Ca por el crecimiento acelerado de los fetos en ese tiempo (Braithwaite, 1986).

La concentración de Pi, en los dos primeros muestreos fueron elevados (Figura 5B), no encontrándose informes en la literatura de concentraciones similares. Es importante mencionar que durante el manejo de las muestras se tuvo dificultad en evitar hemólisis en algunas de ellas, tal alteración ocasiona valores erróneamente altos de Pi, debido a la liberación de los ésteres de fosfato orgánicos (Kronfeld y Medway, 1973).

Los niveles de Mg (Figura 6A) observados en esta fase del estudio se encuentran dentro de los valores reportados para rumiantes alimentados adecuadamente (Fontenot y Church, 1984). Cambios ascendentes ( $P < .05$ ) fueron observados a medida que la gestación avanzó, esto coincide con los hallazgos de Leng *et al.* (1965) y posiblemente sugieren que la gran

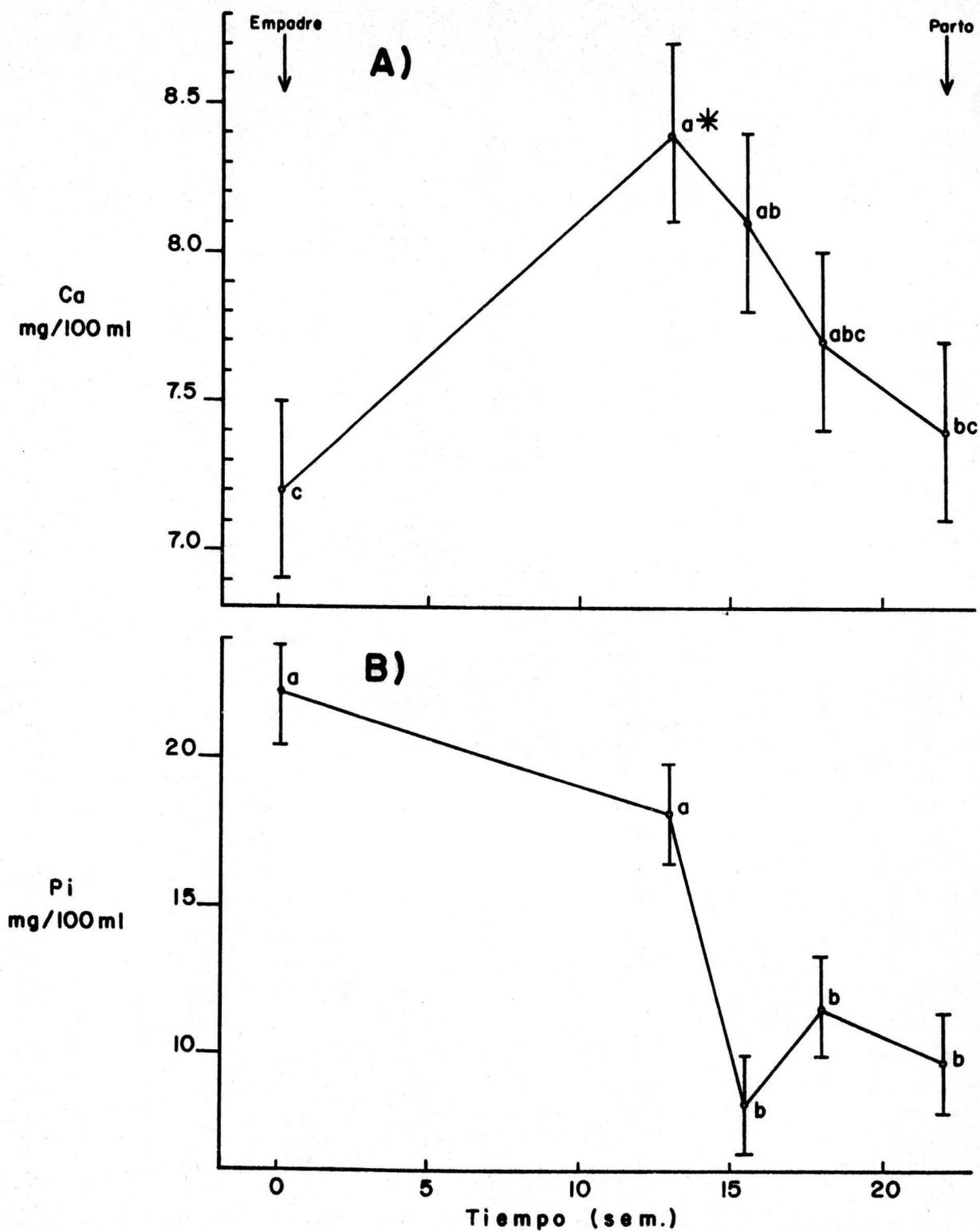


FIGURA 5. Cambios en la concentración plasmática de A) Calcio (Ca) y B) Fósforo Inorgánico (Pi) en ovejas durante el período empadre-parto ( $\bar{X} \pm EE$ )

\* Puntos seguidos con diferente letra son estadísticamente diferentes ( $P < 0.05$ ).

actividad metabólica al final de la gestación utiliza una cantidad importante de Mg, lo cual requiere de una elevación en la concentración plasmática en tal período para satisfacer dicha demanda.

Se puede observar (Figuras 5A y 6A), que a partir de la sem. 15 de la gestación, existieron cambios inversos en Ca y Mg; a pesar de que en el presente estudio los niveles de estos minerales ofrecidos en la dieta no estuvieron en desbalance. Hasta el momento no tenemos una explicación para estas observaciones, sin embargo las demandas por Ca en el último tercio de la gestación, por el feto causan un desvío de Ca materno a circulación fetal disminuyendo así la concentración plasmática materna. La disminución del calcio por sí misma pudo facilitar el aumento en la concentración plasmática de Mg debido a que dichos minerales guardan una relación recíproca a nivel renal (Chicco *et al.*, 1973; Samy *et al.*, 1960).

Otra relación de importancia observada durante este período de estudio fué entre la urea y el Mg (Figuras 3A y 6A), la tendencia general muestra que al disminuir la concentración de urea, aumenta el Mg. Algo similar ha sido observado en corderos, los cuales bajo un nivel alto de proteína y potasio incrementaron la excreción fecal de Mg en un 40%, dando como resultado una disminución en la concentración plasmática del mismo, (Fontenot *et al.*, 1956). Los niveles altos de proteína cruda en la dieta pueden disminuir por sí solos, la concentración plasmática de Mg, al deprimir su absorción (Stillings *et al.*, 1964), lo cual puede estar ocurriendo en los animales del presente estudio, ya que las concentraciones de urea observados indican una elevada concentración de proteína al inicio.

Cambios en las concentraciones de potasio tuvieron un comportamiento similar al del fósforo (Figuras 5B y 6B), manteniendo una concentración alta durante las primeras 13 sem. de la gestación

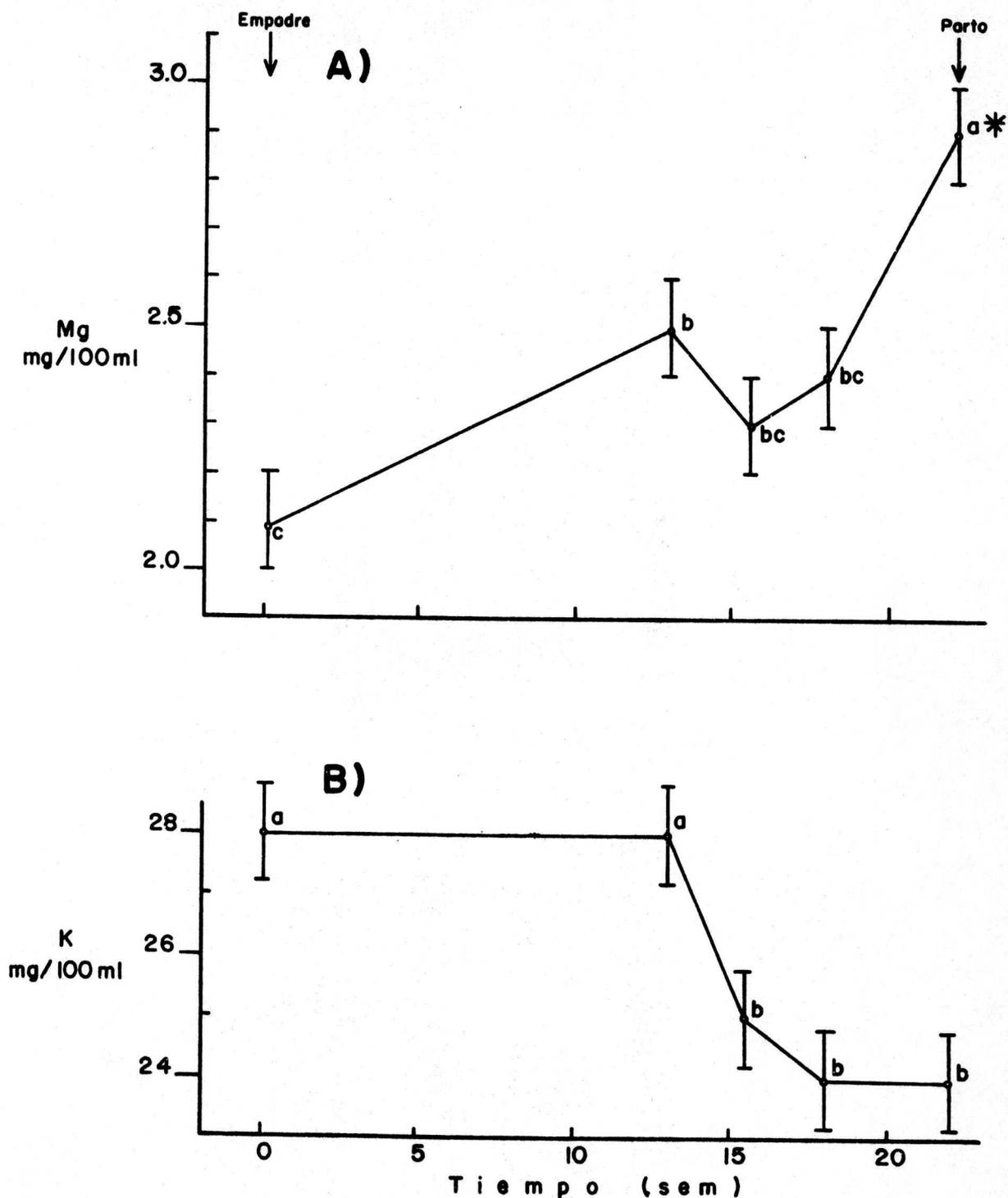


FIGURA 6. Cambios en la concentración plasmática de A) Magnesio (Mg) y B) Potasio (K) en ovejas, durante el período empad-re-parto ( $\bar{x} \pm EE$ ).

\* Puntos seguidos con diferente letra son estadísticamente diferentes ( $P < 0.05$ ).

para disminuir ( $P < .05$ ) en las siguientes 5 sem., después de las cuales la concentración se mantuvo en el nivel más bajo alcanzado hasta el parto. Lynch y Jackson (1983) encontraron concentraciones plasmáticas de K, entre los 18 y 22 mg/dL durante las últimas 8 sem de gestación, dichas concentraciones son menores que las observadas en el presente experimento y posiblemente reflejan el alto contenido de K ofrecido en la dieta utilizada en este experimento ya que se ofreció aproximadamente un 64% más de las recomendaciones para dicha etapa (NRC,1985).

Durante la gestación, las concentraciones de urea y de K variaron en forma paralela con concentraciones altas en las primeras 13 sem y disminuyendo hasta alcanzar su nivel más bajo alrededor del parto.

En el cuadro 4 se muestran las correlaciones encontradas entre las variables de peso corporal, tamaño de la camada y componentes sanguíneos en esta fase de estudio. De estas correlaciones es posible inferir que:

A) Un mayor peso al empadre significó un mejor peso al parto.

B) Un mayor número de fetos se refleja en un peso mayor de la madre, durante las fases finales de la gestación.

C) Cambios en el consumo o estado proteínico del animal resultan en cambios paralelos en concentración plasmática de urea.

D) Que conforme el tamaño y peso de la camada incrementan existe una disminución en TRIP pero afectan positivamente al BHB.

E) Los LT estuvieron relacionados positivamente con el peso al empadre, un animal con mayor condición tiene más LT circulantes, las correlaciones se volvieron negativas durante la gestación, y en el último tercio las importantes necesidades energéticas imponen la gran utilización de lípidos totales circulantes, con su consecuente disminución.

**CUADRO 4. CORRELACIONES SIMPLES ENTRE PESO CORPORAL, CAMBIOS DE PESO Y TAMAÑO DE CAMADA Y LOS COMPONENTES SANGUINEOS DURANTE EL PERIODO EMPADRE-PARTO.**

VARIABLES	PESO EMPADRE	CAMBIO PESO 15 SEM.	CAMBIO PESO 20 SEM.	PESO AL PARTO	PESO CAMADA NACIM.	TAMAÑO CAMADA
Peso Empadre				0.89**		
Cambio Peso 15 sem					0.78**	
Cambio Peso 20 sem						
Peso al parto						
Peso Camada Nacim.						
Tamaño de Camada			0.67**		0.84**	
Urea 15.5 sem			0.78**			
Urea 18 sem.		0.49**				
TRIP Empadre	0.42*					
TRIP 15.5 sem.					-0.72**	-0.52*
LT Empadre	0.48*					
LT 13 sem		-0.55**	-0.56**			
LT Parto						-0.58**
BHB 20 sem.						
BHB 15.5 sem.			0.55*		0.63**	
Ca Empadre			0.49*			0.43**
PI 18 sem.				-0.52**		
PI Parto						-0.48*
MG 15.5 sem.	-0.58**			-0.53*		
MG Parto				-0.66**		
K Empadre		0.61**	0.56**			
K 15.5 sem.					0.60**	

TRIP = Triptófano, LT = Lípidos totales, BHB = B-Hidroxibutirato, Ca = Calcio, PI = Fósforo inorgánico, Mg = Magnesio, K = Potasio

\* P<.05 \*\* P<.01

La relación negativa entre Pi en la sem 18 y el peso al parto, probablemente se explique a través del tamaño de camada, relación directamente establecida con el Pi al parto. A medida que aumenta el número de fetos, mayores necesidades de nutrientes, provenientes en gran parte del catabolismo de tejidos maternos y menor peso al parto. Las demandas de P asociadas con el desarrollo fetal y producción de leche aumentan rápidamente al final de la gestación y al inicio de la lactancia, aunado al comportamiento fuertemente negativo de la retención de P, pueden explicar la disminución del Pi a nivel plasmático.

La concentración de Mg en la sem 15 y al parto tuvieron correlaciones negativas con el peso al parto, lo cual establece que los animales con mayor incremento de peso tuvieron niveles bajos de Mg. Esto podría explicarse a través del efecto negativo que ejerce el K sobre la absorción del Mg, un consumo alto de K ha mostrado suprimir la absorción de Mg (Newton *et al.*, 1972 Rahnema y Fontenot, 1986), un mayor incremento de peso está respaldado por un mayor consumo, la dieta ofrecida contaba con un 64% más de K de las necesidades, lo que pudo establecer el efecto negativo de K sobre la absorción de Mg.

Las relaciones entre concentración de K y los cambios de peso, muestran que los animales con mejor peso tuvieron concentraciones altas de K. No se encontró información de ovejas durante la gestación que pudiera explicar tal comportamiento, pero información proveniente de novillos en finalización puede ayudar a esclarecerlo. El nivel de K de la dieta (de 0.27 a 0.85% K) ejerció un efecto marcado sobre el apetito y crecimiento, a mayor nivel de K mayor consumo de alimento y mayores ganancias de peso (Devlin *et al.*, 1969). Por otro lado la retención de nitrógeno fué más alta con corderos en engorda con dietas altas de K (Reffett y Boling, 1985). Además en ovejas gestantes entre la mitad de la

gestación y el término, existe un incremento medio en la retención del nitrógeno diario (Guada *et al.*, 1975), el cual podría ser mayor en animales con una mayor concentración plasmática de K, lo cual podría explicar el mejor peso con un nivel alto de K.

Las ecuaciones que mejor explican el comportamiento de las variables referentes a cambios de peso corporal se presentan en el cuadro 5. La urea en las dos primeras ecuaciones interviene en forma importante para predecir los cambios de peso. Niveles altos de urea en un animal sano gestante indican un aporte proteico adecuado en la dieta, lo cual respalda un mayor peso de la camada al nacimiento. El Mg en las dos primeras ecuaciones indican el comportamiento inverso de la urea. El incremento de Mg plasmático ocurre cuando baja la concentración de urea y aumenta la síntesis de proteína ya que en este proceso como en todo intercambio de energía el Mg es un cofactor esencial (Kutsky, 1981). La tercera ecuación sugiere que por cada kg de aumento de peso de la oveja registrado en la sem 20 de gestación, el peso de la camada aumentó en .245 kg.

## **4.2. FASE 2**

### **4.2.1. Cambios de peso**

En el cuadro 6 se presentan los cambios de pesos en las ovejas durante el período posparto. En los primeros 28 días de lactación, el promedio de peso perdido fué sólo diferente ( $P < .05$ ) entre T75 y T100. La mayor pérdida como era de esperarse, se presentó en el nivel más bajo de alimentación. Sin embargo independientemente del nivel nutricional todos los animales perdieron peso, indicando que las necesidades nutricionales de los animales no fué cubierta por alguno de los niveles de alimentación utilizados.

CUADRO 5. ECUACIONES QUE MEJOR EXPLICAN LOS CAMBIOS DE PESO DURANTE LA GESTACION

ECUACION	$r^2$	PROB
CPB 20 Sem = 17.7 + 0.86 UREA 15.5 Sem - 6.7 MG 15.5 Sem	0.74	P<.01
PCN = 5.33 + 0.32 UREA 15.5 Sem - 2.2 MG 15.5 Sem	0.81	P<.01
PCN = 1.77 + 0.2452 (CPB 20 Sem)	0.47	P<.05

CPB 20 Sem = Cambio de peso de la borrega a las 20 Sem, PCN = Peso de la camada al nacimiento  
 Urea 15.5 = Nivel de urea en la semana 15.5 de gestación, Mg 15.5 = Nivel de magnesio en la semana 15.5 de gestación.

CUADRO 6. PESO AL PARTO Y CAMBIOS DE PESO EN BORREGAS SUJETAS A TRES NIVELES DE ALIMENTACION DURANTE EL POSPARTO (MMC<sup>a</sup>±EE).

VARIABLE	NIVEL DE ALIMENTACION (%)		
	75	100	125
Nº ANIMALES	6	4	5
PESO AL PARTO (kg)	60.3 ± 5.1	61.2 ± 6.0	63.6 ± 4.6
CAMBIO PESO POSPARTO (kg)			
PERIODO			
0 - 28 días	- 3.5 ± 0.8 <i>b</i> *	1.1 ± 0.9 <i>a</i>	- 1.3 ± 0.8 <i>ab</i>
0 - 56 días	- 4.2 ± 1.3 <i>a</i>	- 1.3 ± 1.6 <i>a</i>	- 2.5 ± 1.2 <i>a</i>
0 - 84 días	- 4.1 ± 1.3 <i>a</i>	- 0.2 ± 1.6 <i>a</i>	- 1.2 ± 1.2 <i>a</i>
0 - 106 días	- 2.5 ± 1.2 <i>a</i>	1.9 ± 1.4 <i>a</i>	0.0 ± 1.1 <i>a</i>

<sup>a</sup> Medias de Mínimos Cuadrados ± Error Estándar

\* Valores con diferente letra dentro de hileras son diferentes (P<0.05)

En el comportamiento de las crías (cuadro 7) no se encontraron diferencias ( $P > .05$ ) en alguna de las variables estudiadas, por lo cual los cambios en el peso de los corderos fueron analizados como un sólo grupo. La ganancia diaria desde el nacimiento a los 35 días, fué de 232 g/día lo cual fue similar a las ganancias reportadas en corderos de la misma raza durante la lactancia (García *et al.*, 1987). El hecho de no observar diferencias en los corderos debido a los tratamientos nutricionales de la madre sugiere que la leche es prioritaria en las hembras a pesar de que todas ellas estaban en balances negativos de nutrientes.

Referente al período comprendido entre 35 - 60 días de edad, las ganancias de peso al día fueron de 167g. Esta disminución, con respecto a las ganancias del primer mes de vida coincide con el descenso de la producción lechera de las madres (Thomson y Thomson, 1953; Gardner y Hogue, 1964, 1966; Mercado y Orcasberro, 1979).

#### **4.2.2. Actividad ovárica posparto**

En el porcentaje de ovejas que ovularon como en las demás variables reproductivas (cuadro 8) no se encontraron diferencias ( $P > .05$ ) por efecto de los niveles de alimentación.

Analizando como un sólo grupo a todos los animales la incidencia de ovulación fué del 67%, pero sólo un 27% tuvo un segundo incremento en P<sub>4</sub> mientras que sólo el 7% presentó un tercer CL. La baja incidencia en la continuidad de los ciclos posparto probablemente se debió a que el reinicio de la actividad reproductiva ocurrió en el mes de diciembre cuando la estación reproductiva de ovejas Corriedale se está acercando a su fin (De Lucas *et al.*, 1983). En otras razas, como la ILe de France, con partos en la misma época al presente estudio, presentaron una incidencia de ovulación del 100% en el posparto, manteniendo su actividad ovárica el

CUADRO 7. PROMEDIOS DE PESO ACUMULADO Y GANANCIA DE PESO DE CORDEROS DESDE EL NACIMIENTO AL DESTETE, (MMC<sup>a</sup>±EE).

CARACTERISTICAS	NIVEL ALIMENTACION MATERNA (%)		
	75	100	125
Nº CRIAS	9	6	7
GEMELOS (%)	50	50	40
PESO AL NACIMIENTO INDIVIDUAL (kg)	3.6 ± 0.3 <i>a</i> *	4.1 ± 0.4 <i>a</i>	3.3 ± 0.4 <i>a</i>
PESO 35 días	12.4 ± 0.7 <i>a</i>	11.1 ± 0.8 <i>a</i>	11.7 ± 0.8 <i>a</i>
PESO 60 días	17.0 ± 1.0 <i>a</i>	15.1 ± 1.3 <i>a</i>	16.6 ± 1.2 <i>a</i>
GANANCIAS DIARIAS (kg)			
0 - 35 días	252 ± 14 <i>a</i>	201 ± 17 <i>b</i>	240 ± 16 <i>ab</i>
35 - 60 días	183 ± 17 <i>a</i>	160 ± 13 <i>a</i>	195 ± 19 <i>a</i>
0 - 60 días	223 ± 13 <i>a</i>	184 ± 16 <i>a</i>	221 ± 15 <i>a</i>
PESO CAMADA NACIMIENTO (kg)	5.5 ± 1.9 <i>a</i>	5.6 ± 1.6 <i>a</i>	4.9 ± 1.7 <i>a</i>
PESO CAMADA DESTETE (60 d)	25.8 ± 1.1 <i>a</i>	21.9 ± 1.3 <i>a</i>	23.8 ± 1.0 <i>a</i>

<sup>a</sup> Medias de Mínimos Cuadrados ± Error Estandar

\* Valores con igual letra dentro de hileras no son diferentes (P>0.05)

CUADRO 8. FUNCIONALIDAD OVARICA POSPARTO DE OVEJAS CORRIEDALE (MMC+EE).<sup>a</sup>

	NIVEL DE ALIMENTACION (%)		
	75	100	125
Nº OVEJAS	6	4	5
Nº OVEJAS QUE OVULARON (%)	3 (50) <i>a*</i>	3 (75) <i>a</i>	4 (80) <i>a</i>
Nº DE OVEJAS QUE DESPUES DE 1er. CL PRESENTARON OTRO (%)	1 (17) <i>a</i>	1 (25) <i>a</i>	2 (40) <i>a</i>
Nº DE OVEJAS QUE DESPUES DE 1er. CL ENTRARON EN ANESTRO (%)	2 (33) <i>a</i>	2 (50) <i>a</i>	2 (40) <i>a</i>
<sup>b</sup> PARTO - 1er. CL (días)	44 ± 10 <i>a</i>	64 ± 10 <i>a</i>	55 ± 9 <i>a</i>
<sup>c</sup> VIDA MEDIA DE CL (días)	12 ± 2 <i>a</i>	13 ± 2 <i>a</i>	7 ± 2 <i>a</i>
CONCENTRACION DE P4 (ng/ml)	1.9 ± 0.5 <i>a</i>	2.6 ± 0.5 <i>a</i>	1.4 ± 0.4 <i>a</i>

<sup>a</sup> Medias de Mínimos Cuadrados ± Error Estandar

<sup>b</sup> Valores > .5 ng de P4/ml de Suero, por más de dos muestras sucesivas se consideró un Cuerpo Lúteo (CL) funcional

<sup>c</sup> Período con concentración de P4 mantenidos en ≥ 0.5 ng/ml de Suero

\* Valores con igual letra dentro de hileras no son diferentes (P> 0.05)

72% de las ovejas (Mauléon y Dauzier, 1965), mientras que en borregas Rambouillet durante dos años, la incidencia de ovulación fué de 90 y 82%, con un porcentaje de ovejas que mantuvieron la ciclicidad estral de 39 y 41% (Miller y Wiggins, 1964). El largo de la estación reproductiva es una característica propia de cada raza.

El hecho de que el nivel nutricional no afectó el período del parto-1er CL, coincide a lo observado por Hunter y Van Aarde (1973, 1975), en ovejas Mutton Merino paridas a finales de primavera, al inicio de otoño o a principios de invierno.

Debido a la similitud entre tratamientos, el período parto 1er CL se analizó como un sólo grupo, teniendo una duración de  $54 \pm 4$  días, el cual es más largo que los obtenidos por Amir *et al.*, (1984), en ovejas de las cruzas Finn X Awassi y Finn X German Mutton Merino paridas en otoño y amamantando una cría por 42 días. Por otra parte Miller y Wiggins (1964), en ovejas Rambouillet, con la misma época de parición, determinaron que la 1a ovulación ocurre entre los 27 y los 84 días, posparto lo que coincide con lo observado en el presente estudio.

La vida media de los cuerpos lúteos formados en el presente estudio no fué afectada por el nivel de alimentación ( $P > .05$ ), sin embargo en T75 y T100 se obtuvieron valores normales (cuadro 8), pero en el nivel de alimentación más alto T125 se encontró una incidencia considerable de CL con vida media corta, alcanzando la cifra de 67% del total presentado. Hunter y Van Aarde (1973), encontraron una incidencia similar de cuerpos luteos anormales que también correspondieron a animales con un plano de nutrición alto (110%, NRC). En el presente estudio, de un total de 15 cuerpos lúteos formados, 6 (40%) tuvieron una duración menor de 10 días (3-9 días).

Los cuerpos lúteos anormales ocurrieron dentro de los primeros 76

días posparto y en todos los animales, el momento del desarrollo del CL anormal coincidió con importantes pérdidas de peso, aunque 3 de los 5 animales con tal alteración pertenecieron al grupo que se les administró la dieta con 125% de sus necesidades. Un comportamiento similar ha sido observado en vacas lecheras con dietas at libitum, de las cuales un 81% presentaron un balance energético negativo (BEN) (Reid et al., 1966; Villa - Godoy, 1987).

El BEN está asociado con una reducida concentración total de P<sub>4</sub> plasmática, en vacas lactantes y vaquillas, pero no en la reducción de vida del CL (Hill et al., 1970; Beal et al., 1978; Imakawa et al., 1983; Villa - Godoy, 1987).

En el presente estudio todas las anomalías observadas correspondieron al primer cuerpo lúteo posparto, lo cual puede ser ocasionado por deficiencias en la sincronización entre el desarrollo folicular y el estímulo ovulatorio necesario para el restablecimiento de la ciclicidad ovárica, ya que en vacas en anestro posparto, se han observado ciclos estrales y fases lúteas de corta duración durante el período de transición al estado cíclico (Donaldson et al., 1970; Arije et al., 1974; Humphrey et al., 1976).

Las anomalías en el ciclo después del parto son muy frecuentes y pueden ser responsables de la baja fertilidad que se observa en la oveja lactante (Ford, 1979; Hulet y Stormshak, 1972; Land, 1971; Shevah et al., 1974). Y la proporción de cuerpos lúteos anormales durante la lactación, variará de acuerdo a la estación del año en que ocurriese el parto, ya que en aquellos países que se encuentran por encima de los 30° de latitud, el número de cuerpos lúteos anormales es más elevado en aquellas ovejas que paren en primavera que en aquellas que lo hacen a finales de verano o en otoño (Hunter y Van Aarde, 1973; Restall et al., 1978).

La concentración de P<sub>4</sub>, tampoco se vió afectada por los tratamientos (P>.05). La concentración de P<sub>4</sub> circulante depende de la vida media del CL y del número de cuerpos lúteos formados (Thorburn et al., 1969; Quirke y Gosling, 1975).

Durante el período de introducción del macho (15 enero al 2 de febrero), fueron detectadas en estro cinco ovejas (34%); de las cuales tres (164, 8599, 2700; Apendice F) presentaron estro sin la formación de CL, dicho comportamiento es similar al observado por Amir et al. (1984). En la oveja 2700 el estro fué tres días antes del término del estudio lo cual impidió la detección de formación de CL, y en la última oveja (7548), contaba con un CL funcional con vida media normal al tiempo de la introducción del macho, al término de éste presentó un nuevo estro y seguido por un incremento de P<sub>4</sub>, seis días después.

Por otro lado las ovejas 6453 y 9319 se detectaron con actividad luteal (Apendice F), sin detectarse actividad estral al día 4 y 13 de la introducción del macho, respectivamente. El efecto del macho estimula la ovulación dentro de 3-6 días después de haber sido introducido, pero la expresión de estro no se manifiesta sino hasta una segunda ovulación (Jainudeen y Hafez, 1987), por lo cual se estima que la oveja 6453 había ovulado antes de la introducción del macho, mientras que la ovulación de la oveja 9319 sí correspondió al período de estimulación.

Con la presencia del macho en los últimos 19 días del estudio, se logró aumentar al 80% los animales detectados con actividad ovárica en 15 sem posparto, al detectar en estro a dos ovejas que no habían manifestado alguna actividad ovárica.

#### 4.2.3. Componentes sanguíneos y variables reproductivas

La información de los componentes sanguíneos se muestran en los cuadros 9 y 10. No se encontraron efectos ( $P > .05$ ) debido al nivel de alimentación en las concentraciones de urea, TRIP, LT, BHB, Ca, Pi, Mg y K. Por lo que la información en cada uno de ellos fué analizada como un sólo grupo (cuadro 11).

Durante las primeras 4 sem, las concentraciones de urea se mantuvieron bajas (Figura 7A), lo que sugiere que durante éste período existió una deficiencia en el nivel de proteína de la dieta. Posteriormente, las concentraciones de urea aumentaron hasta la sem 10 cuando alcanzaron valores máximos ( $P > .05$ ) para posteriormente comenzar a disminuir. Al revisar las necesidades de proteína durante la lactancia en información reciente (NRC, 1985), el alimento total administrado a las ovejas del presente estudio tuvo una deficiencia de proteína del 4%.

El incremento en urea, después de la 4ª semana, podría estar en función de una insuficiencia de energía por las altas necesidades durante la lactancia, la cual pudo ser tratada de cubrir a partir de aminoácidos provenientes de proteínas musculares de la madre, con el consecuente aumento de urea.

En la concentración media de TRIP (Figura 7B) durante las primeras 6 sem, hubo un descenso importante en la sem 2 ( $P < .05$ ). A partir de la sem 6 las concentraciones de TRIP disminuyeron hasta la sem 8, cuando alcanzaron los valores más bajos ( $P < .05$ ). La primer depresión de los niveles de TRIP correspondieron al período de altas necesidades de compuestos nitrogenados para la lactancia (Kolb, 1976b). La segunda disminución de TRIP, probablemente se debió a una disminución en el aporte de proteína en el alimento. Davis *et al.* (1982), encontraron que las

**CUADRO 9. COMPONENTES PLASMATICOS POSPARTO DE ACUERDO AL NIVEL DE ALIMENTACION (MMC±EE)**

EVENTO	UREA mg/100 ml			TRIPTOFANO TOTAL µg/ml			LIPIDOS TOTALES mg/100 ml			B H B mg/100 ml		
	NIVEL DE ALIMENTACION (%)*											
	75	100	125	75	100	125	75	100	125	75	100	125
PARTO	6±4	7±4	1±4	11±1.4	14±1.7	14±1.6	160±13	186±16	198±14	1.7±.6	1.4±.7	2.1±.6
SEM. 2	5±4	4±4	5±4	11±1.4	11±1.7	9±1.6	189±13	197±16	187±14	2.0±.6	1.9±.7	1.9±.6
4	6±4	12±4	5±4	12±1.4	16±1.7	14±1.6	200±13	211±16	202±14	2.1±.6	2.4±.7	2.9±.6
6	13±4	5±4	10±4	14±1.4	12±1.7	15±1.6	211±13	200±16	215±14	2.9±.6	2.8±.7	2.3±.6
8	13±4	11±4	13±4	11±1.4	9±1.7	8±1.6	211±13	190±16	210±14	2.9±.6	2.4±.7	3.3±.6
10	21±4	22±4	18±4	7±1.4	9±1.7	8±1.6	193±13	175±16	207±14	3.4±.6	3.6±.7	3.2±.6
12	21±4	13±4	18±4	9±1.4	8±1.7	10±1.6	179±13	153±16	199±14	3.5±.6	4.6±.7	2.6±.6
15	16±4	14±5	17±4	9±1.7	8±2.0	9±1.6	184±16	171±18	206±14	2.5±.7	1.4±.8	3.5±.6

\* En base a necesidades nutricionales NRC (1975)

CUADRO 10. COMPONENTES PLASMATICOS POSPARTO DE ACUERDO AL NIVEL DE ALIMENTACION (MMC $\pm$ EE)

EVENTO	CALCIO			FOSFORO INORGANICO			MAGNESIO			POTASIO		
	mg/100 ml											
	NIVEL DE ALIMENTACION (%)*											
	75	100	125	75	100	125	75	100	125	75	100	125
PARTO	6.7 $\pm$ 5	6.2 $\pm$ 6	8 $\pm$ 6	10.9 $\pm$ 1.3	10.1 $\pm$ 1.6	9.5 $\pm$ 1.5	2.9 $\pm$ 3	2.7 $\pm$ 4	2.7 $\pm$ 3	21 $\pm$ 2	24 $\pm$ 2	25 $\pm$ 2
SEM. 2	7.0 $\pm$ 5	7.4 $\pm$ 6	6.8 $\pm$ 6	9.1 $\pm$ 1.3	7.5 $\pm$ 1.6	11.1 $\pm$ 1.5	2.8 $\pm$ 3	2.5 $\pm$ 4	3.3 $\pm$ 3	20 $\pm$ 2	21 $\pm$ 2	20 $\pm$ 2
4	7.5 $\pm$ 5	8.4 $\pm$ 6	7.5 $\pm$ 6	8.2 $\pm$ 1.3	7.4 $\pm$ 1.6	7.8 $\pm$ 1.5	3.2 $\pm$ 3	2.3 $\pm$ 4	2.8 $\pm$ 3	23 $\pm$ 2	24 $\pm$ 2	22 $\pm$ 2
6	7.6 $\pm$ 5	7.4 $\pm$ 6	7.8 $\pm$ 6	7.9 $\pm$ 1.3	6.9 $\pm$ 1.6	7.3 $\pm$ 1.5	3.2 $\pm$ 3	2.5 $\pm$ 4	3.3 $\pm$ 3	23 $\pm$ 2	22 $\pm$ 2	20 $\pm$ 2
8	7.7 $\pm$ 5	8.0 $\pm$ 5	7.9 $\pm$ 6	6.3 $\pm$ 1.3	5.8 $\pm$ 1.6	5.7 $\pm$ 1.5	2.6 $\pm$ 3	2.3 $\pm$ 4	2.3 $\pm$ 3	24 $\pm$ 2	21 $\pm$ 2	21 $\pm$ 2
10	7.7 $\pm$ 5	7.2 $\pm$ 6	7.1 $\pm$ 6	8.1 $\pm$ 1.3	8.9 $\pm$ 1.6	6.1 $\pm$ 1.5	2.6 $\pm$ 3	2.3 $\pm$ 4	2.3 $\pm$ 3	24 $\pm$ 2	25 $\pm$ 2	21 $\pm$ 2
12	7.2 $\pm$ 5	8.5 $\pm$ 6	8.5 $\pm$ 6	16.1 $\pm$ 1.3	17.3 $\pm$ 1.6	17.3 $\pm$ 1.5	2.1 $\pm$ 3	2.0 $\pm$ 4	2.2 $\pm$ 3	24 $\pm$ 2	23 $\pm$ 2	23 $\pm$ 2
15	7.2 $\pm$ 5	10.6 $\pm$ 7	9.3 $\pm$ 6	16.7 $\pm$ 1.6	13 $\pm$ 1.9	18 $\pm$ 1.5	3.5 $\pm$ 4	3.0 $\pm$ 4	2.2 $\pm$ 3	33 $\pm$ 2	29 $\pm$ 2	23 $\pm$ 2

\* En base a necesidades nutricionales NRC (1975)

**CUADRO 11. FLUCTUACION DE COMPONENTES PLASMATICOS DURANTE EL POSPARTO EN OVEJAS CORRIEDALE (MMC+EE)**

EVENTO	UREA	TRIPTOFANO	LIPIDOS	$\beta$ -HIDROXI-	CALCIO	FOSFORO	MAGNESIO	POTASIO
	mg/100 ml	$\mu$ g/ml	TOTALES	BUTIRATO		INORGANICO		
PARTO	5 $\pm$ 2.3 e*	13 $\pm$ 0.9 ab	181 $\pm$ 8 bc	1.7 $\pm$ 0.4 b	7.0 $\pm$ 0.3 b	10.1 $\pm$ 0.9 b	2.8 $\pm$ 0.2 ab	23 $\pm$ 1 b
SEM 2	5 $\pm$ 2.3 e	11 $\pm$ 0.9 bc	191 $\pm$ 8 abc	1.9 $\pm$ 0.4 b	7.1 $\pm$ 0.3 b	9.2 $\pm$ 0.9 bc	2.8 $\pm$ 0.2 ab	20 $\pm$ 1 c
4	8 $\pm$ 2.3 de	14 $\pm$ 0.9 a	204 $\pm$ 8 abc	2.4 $\pm$ 0.4 ab	7.8 $\pm$ 0.3 b	7.7 $\pm$ 0.9 bcd	2.8 $\pm$ 0.2 ab	23 $\pm$ 1 bc
6	9 $\pm$ 2.3 cde	14 $\pm$ 0.9 a	209 $\pm$ 8 a	2.6 $\pm$ 0.4 ab	7.6 $\pm$ 0.3 b	7.3 $\pm$ 0.9 cd	3.0 $\pm$ 0.2 a	21 $\pm$ 1 bc
8	12 $\pm$ 2.3 bcd	9 $\pm$ 0.9 c	205 $\pm$ 8 ab	2.9 $\pm$ 0.4 ab	7.9 $\pm$ 0.3 b	5.9 $\pm$ 0.9 d	2.3 $\pm$ 0.2 bc	22 $\pm$ 1 bc
10	20 $\pm$ 2.3 a	8 $\pm$ 0.9 c	192 $\pm$ 8 abc	3.4 $\pm$ 0.4 a	7.3 $\pm$ 0.3 b	7.7 $\pm$ 0.9 bcd	2.4 $\pm$ 0.2 bc	23 $\pm$ 1 b
12	17 $\pm$ 2.3 ab	9 $\pm$ 0.9 c	177 $\pm$ 8 c	3.6 $\pm$ 0.4 a	8.0 $\pm$ 0.3 b	16.9 $\pm$ 0.9 a	2.1 $\pm$ 0.2 c	24 $\pm$ 1 b
15	16 $\pm$ 2.6 abc	8 $\pm$ 1.0 c	187 $\pm$ 9 abc	2.4 $\pm$ 0.4 ab	10 $\pm$ 0.3a	15.9 $\pm$ 1.0 a	2.9 $\pm$ 0.2 ab	29 $\pm$ 1 a

\* Valores seguidos de diferente letra dentro de filas son estadísticamente diferentes (P<0.05)

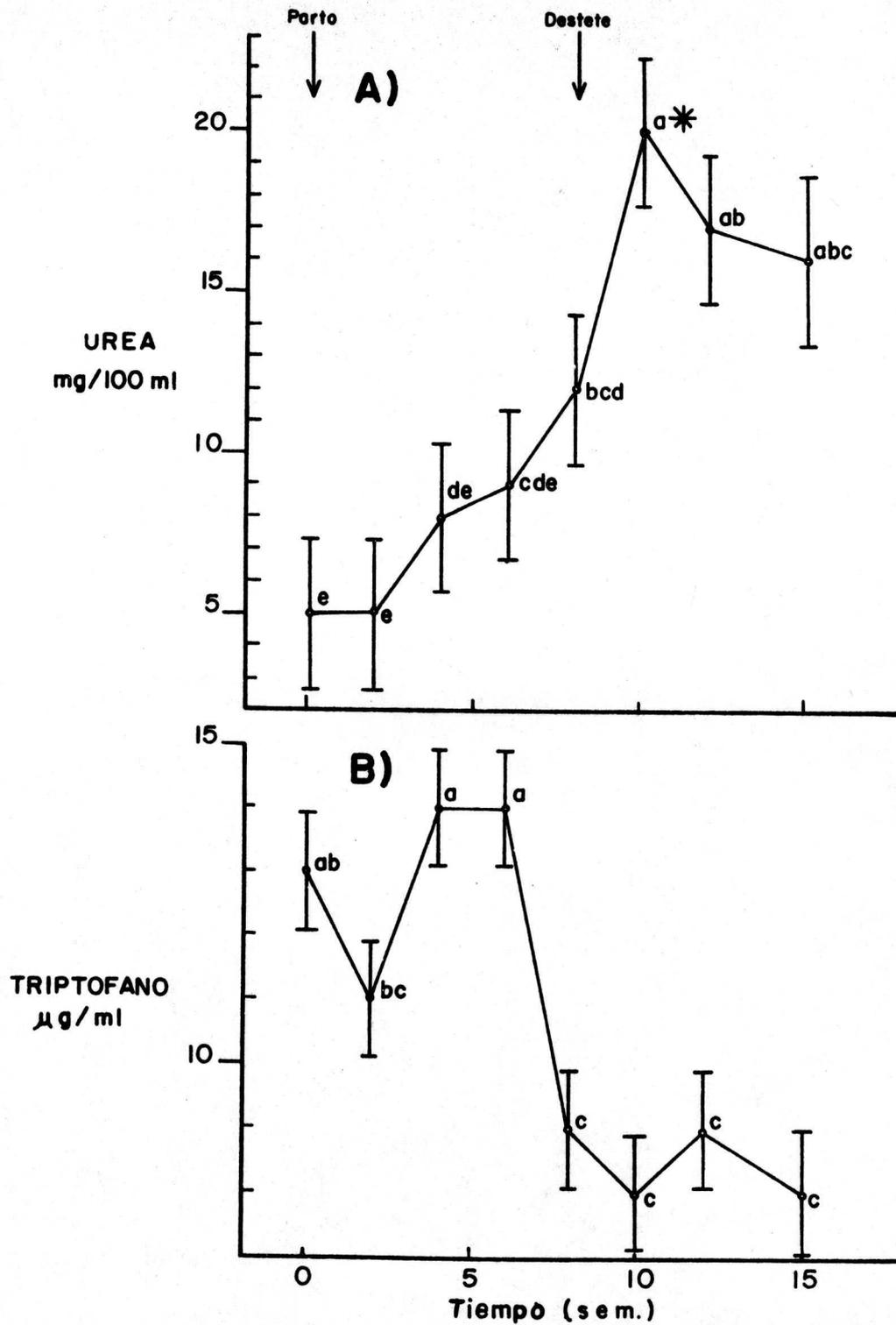


FIGURA 7. Cambios en la concentración plasmática de A) Urea y B) Tryptófano en ovejas, durante el período posparto (MMC±EE).

\* Puntos seguidos con diferente letra son estadísticamente diferentes ( $P < 0.05$ )

concentraciones de TRIP en el plasma se relacionaron en forma linear con el aporte de proteína a nivel duodenal.

Por su parte Bermúdez (1986) en borregos en crecimiento con diferentes niveles de alimentación, encontró una correlación considerable y altamente significativa entre la concentración de TRIP y el balance de nitrógeno en los animales.

En vacas, con una deficiencia de aminoácidos en relación a los requerimientos, se pueden observar retrasos en la primera ovulación (Chalupa y Ferguson, 1988). En el presente estudio el intervalo parto 1er CL fué de 54 días el cual es prolongado ya que existen reportes de períodos más cortos en animales bien alimentados (Whiteman *et al.*, 1972)

La concentración de LT, (Figura 8A) aumentaron desde el parto hasta la sem 6, cuando alcanzaron valores máximos ( $P < .05$ ), para posteriormente disminuir a concentraciones similares a las observadas al momento del parto.

El incremento en LT del parto a la sem 6 corresponde al período de mayor intensidad de la lactancia, lo que está asociado con un balance energético negativo, resultante de mayor salida de energía que de entrada. Desde el parto, el nivel de energía suministrado fue deficiente para las altas necesidades de la lactancia, por tal razón ocurrió una remoción de reservas adiposas para tratar de satisfacer las necesidades de energía, con el consecuente incremento de la concentración de LT. A partir de la sem 6, la concentración de LT disminuyó, debido al acercarse el término de la lactancia.

La concentración de BHB (Figura 8B) aumentó desde el parto hasta la sem 12, cuando se encontró el valor máximo ( $P < .05$ ) para posteriormente disminuir. Durante el período de lactancia (60 días), la concentración de

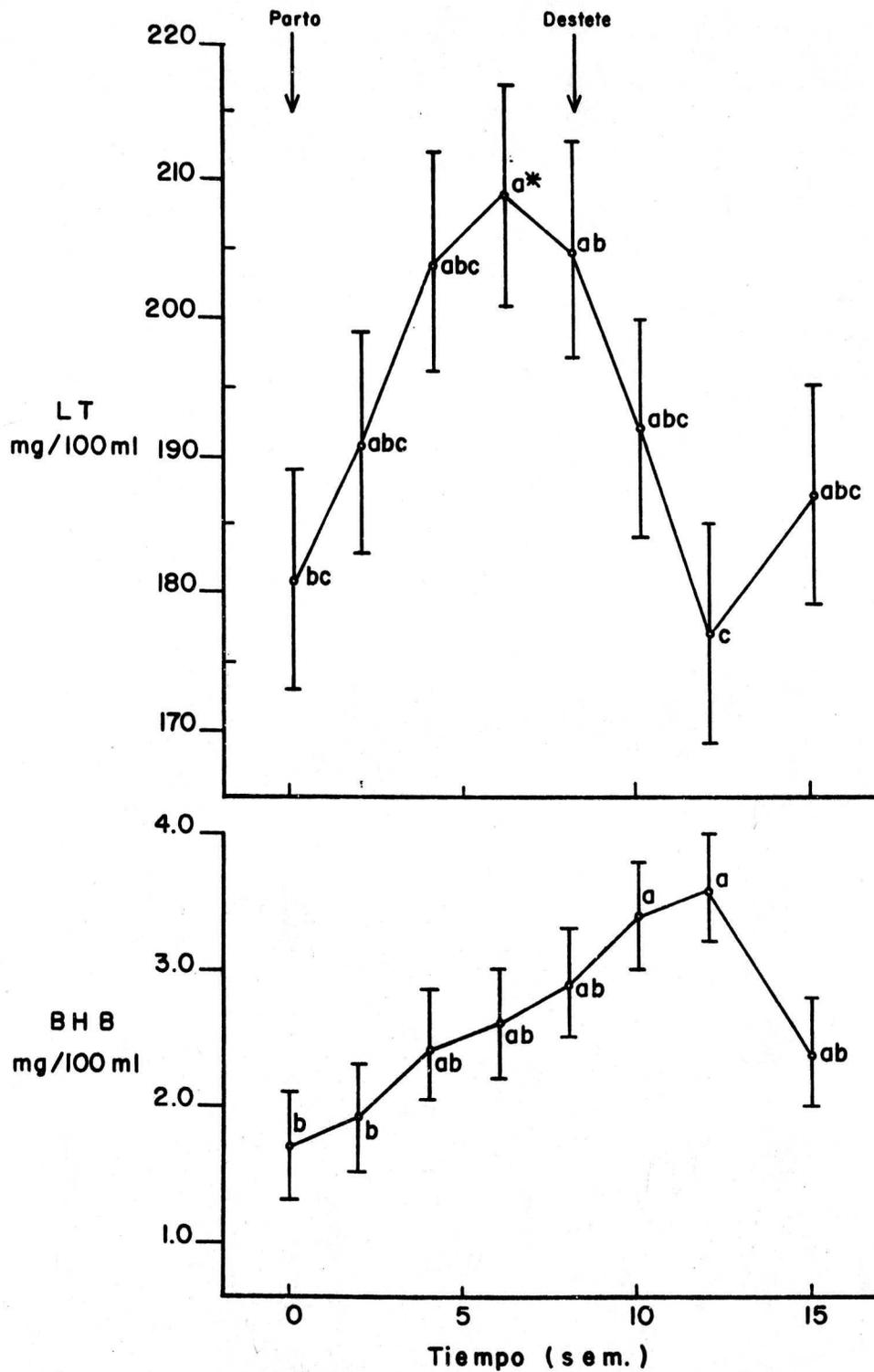


FIGURA 8. Cambios en la concentración plasmática de A) Lípidos Totales (LT) y B)  $\beta$ -Hidroxibutirato (BHB) en ovejas, durante el período posparto ( $MMC \pm EE$ ).

\* Puntos seguidos con diferente letra son estadísticamente diferentes ( $P < 0.05$ )

BHB permaneció menor a 3 mg/dl, lo cual corresponde a un estado energético en equilibrio (Russel, 1977). El inicio de la lactancia se considera un estado fisiológico de alta demanda de energía, pero la concentración de BHB no lo reflejaron. Poco después de la sem 8, la concentración de BHB superó los 3 mg/dL, denotando una mayor remoción de reservas grasas correspondientes a una subnutrición moderada (Russel, 1977). Estos cambios permanecieron hasta la sem 13, cuando se retorna al estado de equilibrio. La mayor pérdida de peso en cualquiera de los tratamientos ocurrió alrededor del día 56 posparto, lo cual correspondió al momento en que la concentración de BHB superó los 3 mg/dL.

Desde el parto hasta la sem 12, la concentración de Ca (Cuadro 11), se mantuvo entre 7 y 8 mg/dL (Figura 9A), lo que sugiere que durante este período existió una alteración en la disponibilidad del Ca en el organismo, aun cuando los niveles ofrecidos en la dieta eran suficientes para cubrir las necesidades. Posteriormente las concentraciones de Ca aumentaron hasta la sem 15 cuando alcanzaron valores máximos ( $P < 0.05$ ).

La concentración baja del Ca durante las primeras 12 sem posparto, pueden deberse a la lactancia, ya que estos cambios coincidieron con un aumento considerable en las demandas de Ca (Braithwaite, 1986). El balance negativo del Ca, principia en la fase tardía de la gestación y al inicio de la lactación las reservas óseas son movilizadas para cubrir estas altas demandas. No existiendo daño debido a que las reservas son normalmente reemplazadas al finalizar la lactación (12 sem) cuando el Ca es absorbido en mayor proporción a las demandas.

Durante la lactancia las concentraciones de Pi plasmático (Figura 9B) disminuyeron del parto hasta la sem 8 posparto, cuando alcanzaron los valores más bajos ( $P < .05$ ). Posteriormente estas concentraciones se incrementaron hasta la sem 12 cuando alcanzó el valor máximo ( $P < .05$ ).

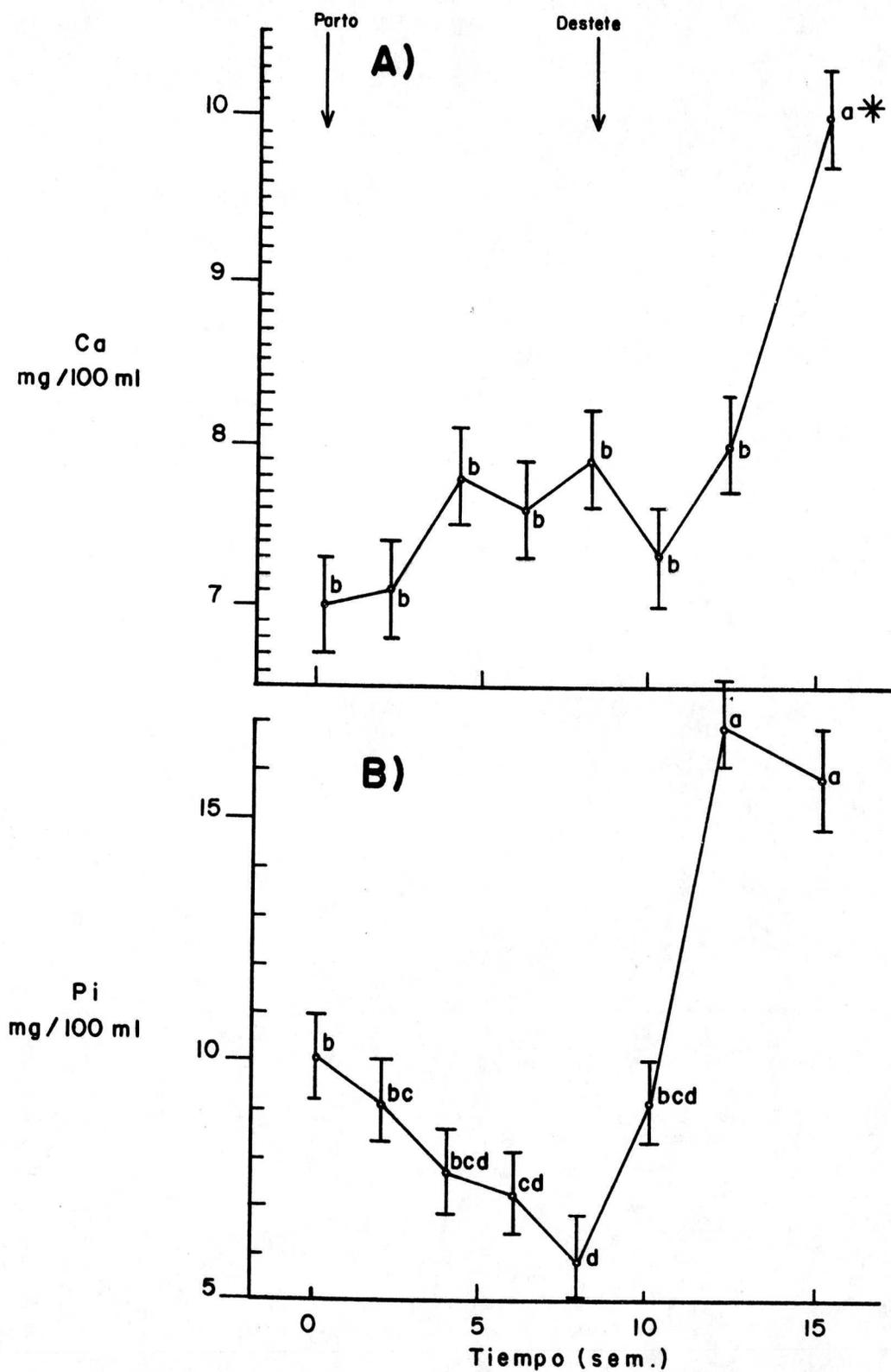


FIGURA 9. Cambios en la concentración plasmática de A) Calcio (Ca) y B) Fósforo inorgánico (Pi) en ovejas, durante el período posparto (MMC $\pm$ EE).

\* Puntos seguidos con diferente letra son estadísticamente diferentes (P<0.05)

observado durante todo el posparto. Durante la lactación este mineral se mantuvo en concentraciones superiores a las críticas comunmente reportadas de 4-5 mg/dL (Kolb, 1976 a). Al igual que el Ca en la sem 10, la concentración de Pi se incrementó aun cuando desde esta fecha las borregas recibieron dietas para animales no lactantes.

Los resultados de Braithwaite (1986), muestran que a partir de los 90 días de gestación, existen grandes demandas de P que hacen que la retención de este mineral sea fuertemente negativa lo cual permanece así hasta los 130 días posparto. Teniéndose una pérdida total promedio de P de 125 g a través de la gestación y lactación.

En la estrecha relación del metabolismo de Ca y de Pi (Figuras 9 A y B) se pueden observar variaciones desde 2:1 hasta 1:2 sin condiciones desfavorables (Kolb, 1976b). Las desproporciones más altas a favor de Pi, producen transtornos en forma de alteraciones óseas (Kolb, 1976b). Ninguna alteración pudo ser encontrada en los animales del presente estudio.

Durante las primeras 6 sem posparto las concentraciones de Mg se mantuvieron altas y con cambios moderados (Figura 10A), lo cual sugiere que durante éste período existió una concentración suficiente de Mg en la dieta. Posteriormente las concentraciones de Mg disminuyeron y se mantuvieron relativamente constantes de la sem 8 a la 13, cuando alcanzaron los valores mínimos ( $P < .05$ ). A partir de la sem 13 las concentraciones de Mg aumentaron hasta la sem 15 cuando alcanzaron valores similares al inicio de la lactancia.

El período de depresión en la concentración plasmática de Mg de la sem 7 a la 14, coincide con el incremento de la concentración de urea lo cual puede disminuir la eficiencia de utilización de Mg (Fenner, 1979).

En lo referente al K (Figura 108) durante las primeras 12 sem

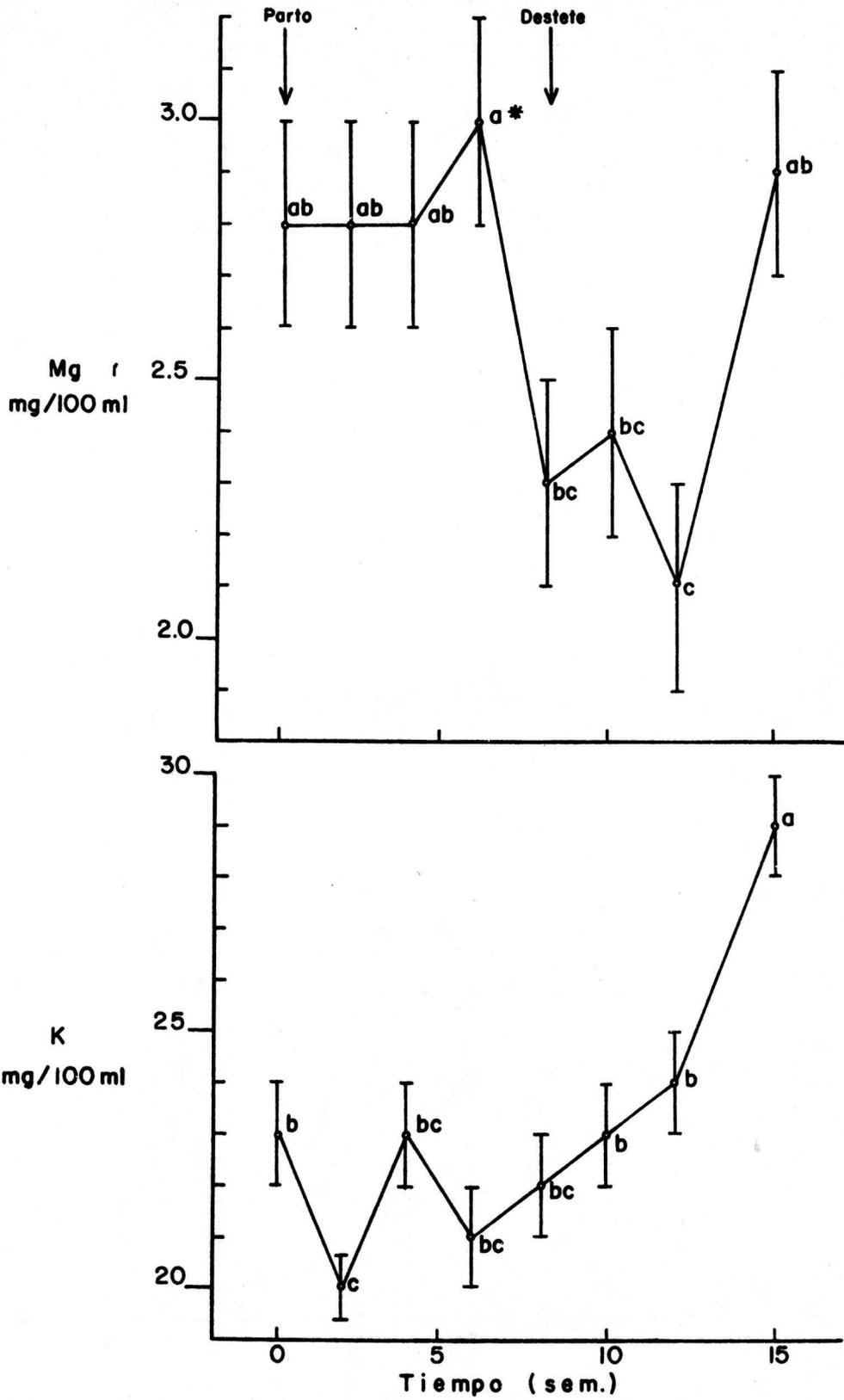


FIGURA 10. Cambios en la concentración plasmática de A) Magnesio (Mg) y B) Potasio (K) en ovejas, durante el período posparto(MMC±EE).

\* Puntos seguidos con diferente letra son estadísticamente diferentes (P<0.05).

posparto su concentración se mantuvo relativamente constante con variaciones muy ligeras; pero a partir de la sem 13 las concentraciones de K aumentaron hasta la sem 15 cuando alcanzaron valores máximos ( $P < .05$ ). Este aumento coincidió con el destete lo cual es similar con lo observado por Hewett. (1974), en perfiles metabólicos de vacas altamente productoras, en donde una dieta alta de fósforo incrementa la concentración de K plasmático.

A pesar de ser pequeña, la variación en la concentración de k observada en el presente experimento (20-29 mg/dL), representa valores superiores a los reportados como normales en los animales doméstico (Kronfeld y Medway, 1973; Ketz, 1976), sin embargo, no se manifestaron problemas fisiológicos que pudiera alterar el comportamiento productivo y reproductivo.

En el cuadro 12 se presentan las correlaciones encontradas entre variables reproductivas y los componentes plasmáticos. Las concentraciones de Pi presentaron correlaciones positivas ( $P < .01$ ) con la variable parto primer incremento de progesterona (PAR - 1IP4). El Pi también estuvo correlacionado positivamente con las variables duración de vida del cuerpo lúteo (DUR - VCL) y con las concentraciones de progesterona (CONC-P4), ( $r=0.46$ ,  $P < 0.18$ ;  $r=0.53$ ,  $P < 0.11$ , respectivamente).

Las correlaciones entre DUR-VCL y CONC-P4 con BHB, fueron negativas y significativas. Por otro, lado también se observaron correlaciones entre estas variables y LT ( $r=-0.58$ ,  $P < 0.07$ ;  $r=0.57$ ,  $P < 0.08$  respectivamente).

En conclusión, un balance de energía negativo durante el posparto, denotado por niveles crecientes de BHB y LT, disminuyen la vida media del CL y la concentración de P4 plasmática.

En vaquillas alimentadas con dietas restringidas en energía se observaron concentraciones de P4 bajas, sin verse alterada la duración de

CUADRO 12. CORRELACION ENTRE VARIABLES REPRODUCTIVAS Y COMPONENTES PLASMATICOS.

VARIABLE	DUR - VCL	B H B	Pi
PAR - 1 IP <sub>4</sub>			0.72**
DUR - VCL		-0.65*	
CONC - P <sub>4</sub>	0.95**	-0.70*	

PAR - 1 IP<sub>4</sub> = Parto - 1er Incremento de progesterona. DUR - VCL = Duración de vida del Cuerpo Lúteo  
 CONC - P<sub>4</sub> = Concentración de progesterona.

\* P<.05, \*\* P<.01

vida del CL (Donaldson *et al.*, 1970; Gombe y Hansel, 1973; Beal *et al.*, 1978; Imakawa *et al.*, 1983). Por otro lado en estudios *in vitro*, cuerpos lúteos de vacas alimentadas con dietas bajas en energía produjeron menor cantidad de P<sub>4</sub> que cuerpos lúteos colectados de vacas alimentadas de acuerdo a sus necesidades (Apgar *et al.*; 1975; Imakawa *et al.*, 1983).

La correlación positiva entre las variables CONC-P<sub>4</sub> y DUR-VCL indica que la concentración de P<sub>4</sub> estuvo directamente condicionada por la duración de vida del CL.

Con la información de las muestras que coincidieron en la elevación de la concentración de P<sub>4</sub>, se obtuvieron ecuaciones explicativas de las variables reproductivas (Cuadro 13). En la primera ecuación, animales con niveles mayores de TRIP entran en calor más pronto después del parto. En cuanto al Pi no existe relación lógica. sin embargo, niveles altos de Pi pueden resultar por deficiencias de calcio y esto podría ser explicación de a mayor Pi mayor intervalo parto-1<sup>a</sup> ovulación. En las ecuaciones 2 y 3, cada unidad de BHB es detrimental tanto en la vida media del CL como en la cantidad de P<sub>4</sub> producida, lo cual pone de manifiesto la gran sensibilidad del funcionamiento reproductivo a un balance energético negativo, (indicado por la concentración plasmática de BHB), lo cual reafirma lo sugerido por Tisser *et al.* (1981), que ovejas bajo programas de partos acelerados, no deben perder peso en el posparto.

**CUADRO 13. ECUACIONES QUE MEJOR EXPLICAN EL COMPORTAMIENTO DE LAS VARIABLES REPRODUCTIVAS EN EL POSPARTO**

ECUACION	$r^2$	PROBABILIDAD
PAR - 1 $IP_4 = 57.7 - 2.46 \text{ TRIP} + 2.5 \text{ Pi}$	0.75	$P < .01$
DUR - VCL = 20.9 - 3.9 BHB	0.42	$P < .04$
CONC - $P_4 = 3.8 - 0.7 \text{ BHB}$	0.49	$P < .02$

PAR - 1  $IP_4$  = Parto - 1er Incremento de progesterona. DUR - VCL = Duración de vida del Cuerpo Lúteo  
 CONC -  $P_4$  = Concentración de progesterona. TRIP = Triptófano. Pi = Fósforo inorgánico  
 BHB =  $\beta$ -Hidroxibutirato

## 5. CONCLUSIONES

El alimentar borregas con un 75, 100 y 125% de los requerimientos establecidos por el NRC no ocasionaron diferencias en el comportamiento productivo y reproductivo de ovejas Corriedale, paridas durante la estación reproductiva.

El 67% de las ovejas presentaron un CL funcional posparto, de las cuales el 27% y 7% tuvieron un segundo y tercer ciclo respectivamente.

Los niveles de alimentación utilizados no causaron diferencias en los componentes sanguíneos Urea, TRIP, LT, BHB, Ca, Pi, Mg y K. Sin embargo a pesar de que las dietas ofrecidas fueron balanceadas de acuerdo al NRC, los componentes sanguíneos mostraron deficiencias de proteína y energía durante la lactancia, notándose que las indicaciones del NRC (1975) no son correctas y confirmando la importancia del uso de componentes sanguíneos en la caracterización del estado nutricional en borregas.

## REFERENCIAS

- Allen, R.S. 1977. Lipid metabolism. In: M.J. Swenson, (ed) Dukes' Physiology Domestic Animals. 9<sup>a</sup> ed. Cornell Univ. Press. USA. pp. 357-367.
- Allden, W.G. 1981. Problems of animal production from Mediterranean pastures. In: J.B. Hacker (ed). Nutritional Limits to Animal Production from Pastures. Proc. of an Int. Symp. Sta. Lucia Queensland. Aust. p 45.
- Amir, D., M. Rosemberg y H. Schindler. 1984. Oestrous and ovarian activities of finn-cross ewes during the post-partum and the seasonal onestrus periods. J. agric. Sci., Camb. 103 : 155.
- Apgar, J., D. Aspros., J. E. Hixon R. R. Saatman y W. Hansel 1975. Effect of restricted feed intake on the sensitivity of the bovine corpus luteum to LH in vitro. J. Anim. Sci. 41 : 1120,
- Arije, G.R., J.M. Wiltbank y M.L. Hopwood. 1974. Hormone levels in pre and post parturient beef cows. J. Anim. Sci. 39 : 338.
- Bach, S. J y A. Messervy. 1969. Observations on the diffusible calcium fraction in the serum of the cow during oestrus and during parturition. Vet. Rec. 84 : 20.
- Baird., D. T y R. J. Scaramuzzi. 1976. Changes in the secretion of ovarian steriods and pituitary luteinizing hormone in the peri-ovulatory period in the ewe: The effect of progesterone. J. Endocrinol. 70 : 237.
- Barker, H. B y E. L. Wiggins. 1964. Estrual activity in lactating ewe. J. Anim. Sci. 23 : 973.
- Barr. J. A., Goodnight., J. P. Sall., W. H. Blair y D. M. Chilco. 1979. SAS User's Guide. SAS Inst. Inc. raleigh, North Carolina, USA.
- Bartle, S.J., J.R. Males y R. L. Preston. 1984. Effect of energy intake on the post partum interval in beef cows and the adequacy of the cow's milk production for calf growth. J. Anim. Sci. 58 : 1068.

- Bauman, D. E. 1976. Intermediary metabolism of adipose tissue Fed. Proc. 35 : 2308.
- Beal, W.E., R.E. Short., R. B. Staigmiller., R.A. Bellows., C.C. Kaltenbach y T.G. Dunn. 1978. Influence of dietary energy intake on bovine pituitary and luteal function. J. Anim. Sci. 46 : 181.
- Bearden, H.J y J.W. Fuguay. 1984. Applied Animal Reproduction. 2ª ed. Reston Publ. Co. Virginia. USA. p. 117.
- Bell, A. W. 1981. Lipid metabolism in liver and selected tissues and in the whole body of ruminant animals. In: W.W. Christie (Ed). Lipid Metabolism. Pergamon Press. London. pp. 363-410.
- Bellows, R.A y R.E. Short. 1978. Effects of precalving feed level birth weight, calving difficulty and subsequent fertility. J. Anim. Sci. 46 : 1522.
- Bergman, E.N. 1977. Disorders of carbohydrate and fat metabolism. In: M.J. Swenson (Ed). Dukes' Physiology of Domestic Animals. 9ª ed. Cornell Univ. Press. USA. pp. 357-367.
- Bermudez, E.J.W. 1986. Uso de metabolitos sanguíneos en la determinación del estado nutricional de ovinos. Tesis Maestría. Fac. Est. Sup. Cuaut. UNAM. México.
- Bhattacharyya, K.G y J.A. Richard. 1977. Statistical concepts and methods. John Wiley and Sons. New York.
- Blood. D.C., J.A. Herderson., O.M. Radostits. 1983. Enfermedades causadas por carencias nutritivas. En: Medicina Veterinaria. 5ª ed. Interamericana. México, D. F. p. 918.
- Bogin, E., Y. Avidar., M. Davidson., S. Gordin y B.A. Israeli. 1982. Effect of nutrition on fertility and blood composition in the milk cow. J. Dairy. Res. 49 : 13.
- Bowden, D.M. 1971. Non esterified fatty acids and ketone bodies on blood as indicators of nutritional status in ruminants: A review. Can. J. Anim. Sci. 51 : 1.

- Braithwaite, G.D. 1981. Effect of 1 hidroxycholecalciferol on calcium and phosphorus metabolism in sheep given high or low calcium diets. *J. agric. Sci. Camb.* 95 : 291.
- Braithwaite, G.D. 1983. Calcium and phosphorus requirements of the ewe during pregnancy and lactation. 1. Calcium. *Br. J. Nutr.* 50 : 711.
- Briggs, H.M. 1969. Razas modernas de animales domésticos. *Acribia. Zaragoza. España.* pp. 517-525.
- Butler, W.R., R.W. Everett y C.E. Coppick. 1981. The relationships between energy balance, milk production and ovulation in postpartum Holstein cows. *J. Anim. Sci.* 53 : 742.
- Call, J.W., W.C. Foote., C.D.Ecker y C.V. Hulet. 1976. Post-partum uterine and ovarian changes and estrus behaviour from lactation effects in normal and hormone treated ewes. *Theriogenology.* 6 : 495.
- Care, A.D., J.P. Barlet, y H.M. Abdel-Hafeez. 1980. Calcium and phosphate homeostasis in ruminants and its relationship to the aetiology and prevention of parturient paresis. In: Y. Ruckebusch and P. Thivent (Ed). *Digestive Physiology and Metabolism in Ruminants.* MTP Press Limited. Lancaster England. pp. 429 - 446.
- Carroll, D.J., B.A. Barton, G.W. Anderson y B.P. Grindale. 1987. Influence of dietary crude protein intake on urea-nitrogen and ammonia concentration of plasma, ruminal and vaginal fluids of dairy cows. *J. Dairy. Sci.* 70 (suppl 1) : 117.
- Carroll, D.J. B.A. Barton, G.W. Anderson y R.D. Smith 1988. Influence of protein intake and feeding strategy on reproductive performance of dairy cows. *J. Dairy. Sci.* 71 : 3470.
- Clarke, I.J., P.J. Wright., W.A. Chamley y K. Burman. 1984. Differences in the reproductive endocrine status of ewe in the early post-partum period and during seasonal anoestrus. *J. Reprod. Fert.* 70 : 591.
- Cockrem, F.R.M. 1979. A review of the influence of live weight and flushing on fertility made in the context of efficient sheep production. *Proc. N.Z. Soc. Anim. Prod.* 38 : 23.

- Cohen, R.D.H. 1980. Phosphorus in rangeland ruminant nutrition: A review. *Livest. Prod. Sci.* 7 : 25.
- Crowder, M.E., P.A. Gilles., C. Tamanini., C.E. Moss y T.M. Nett. 1982. Pituitary content of gonadotropins and Gn-RH receptors in pregnant, postpartum and steroid treated ovariectomized ewes. *J. Anim. Sci.* 54 : 1235.
- Cuellar, O.J.A y H.J.C. Muñoz. 1986. Influencia de la época de parto en el peso al nacimiento y mortalidad de corderos criollos. *Mem. de la Reu. Anual del Inst. Nal. de Inv. Pec. México. D.F.* p. 172.
- Chandler, P.T., C.A. Brown., R.P. Johnston., G.K. Mc. Leod., R.D. Mc Carthy., B.R. Moss., A.H. Rakes y L.D. Satter. 1976. Protein and methionine hydroxy analog for lactating cows. *J. Dairy. Sci.* 59 : 1897.
- Chalupa, W. 1984. Discussion of protein symposium. *J. Dairy Sci.* 67 : 1134.
- Chalupa, W.Y y J.D. Ferguson. 1988. La importancia de la nutrición en la reproducción de la vaca alta productora. *Mem. Sem. Int. "La importancia de la Nutrición en la Reproducción de Bovinos. IX Aniv. Centro de Ganadería, C.P. Montecillos. México,* p. 41.
- Chicco, C.F., C.B. Ammerman., J.P. Feaster y B.G. Dunavant. 1973. Nutritional interrelationships of dietary calcium, phosphorus and magnesium in sheep. *J. Anim Sci.* 36 : 986.
- Church, D.C., S.L. Hansard., J.K. Miller y P.D. Whanger. 1984. The trace elements. In: D.C. Church (Ed). *Digestive Physiology and Nutrition of Ruminants.* O & B. Books Inc. Oregon. USA. Vol. 2 : pp 100 - 156.
- Davis, S.R., G.A. Hughson y L.M. McLeay. 1982. Blood plasma tryptophan concentration - a potentially useful indicator of feed intake in pasture - Fed ruminants. *Proc. N.Z. Soc. Anim. Prod.* 42 : 165.
- Dirección General de Economía Agrícola 1970 - 1984. *Agenda de Información estadística agropecuaria y forestal.* SARH.
- De. Alba, J. 1985. Reproducción animal. *La prensa Med. Mexicana. S.A., México, D.F.* pp. 409 - 410.

- De Lucas T.J., E. González P. y L. Martínez R. 1983. Estacionalidad reproductiva de cinco razas ovinas. Mem. de la XVII Reu. An. de Inv. Pec. en Mex. México. p. 119.
- De Lucas T. J., A.P. Pijoan y J. G. Abraham. 1984. Estacionalidad reproductiva de las ovejas en México Mem. de la Reu. An. del Inst. Nal. de Inv. Pec. México p. 328.
- Devlin, T.J., W.K. Roberts y V.V.E. St. Omer. 1969. Effects of dietary potassium upon growth, serum electrolytes and intrarumen environment of finishing beef steers. J. Anim. Sci. 28 : 557.
- Donaldson, L.E., J.M. Bassett. y G.D. Thorburn. 1970. Peipheral plasma progesterone concentration of cows during puberty, oestrus cycles, pregnancy and lactation and the effects of undernutrition or exogenous oxytocin on progesterone concentration. J. Endocrinol. 48 : 599.
- Ducker, M.J., C.J. Thwaites y J.C. Bowman. 1970. Photoperiodism in the ewe. 1. The effect of long supplemented day lengthson the breeding activity of pregnant and non-pregnant Tees water clun ewes. Anim. Prod. 12 : 107.
- Ducker, M.J. y J.C. Bowman. 1970 a. Photoperiodism in the ewe. 3. The effects of various patterns of increasing dayleng on the onset of anoestrus in clun Forest ewes. Anim. Prod. 12 : 465.
- Ducker, M.J. y J.C. Bowman. 1970 b. Photoperiodism in the ewe. 4. A note on the effect on onset of oestrus in clun Forest ewe of applying the same decrease in daylenght at two different times of the year. Anim. Prod. 12 : 513.
- Dyrmundsson, O.R. y J.L. Lees. 1972. Effect of rams on the onset of breeding activity in clun Forest ewe lambs J. agric. Sci. Camb. 79 : 269.
- Edgerton, L.A. 1980. Effect of lactation upon the postpartum interval. J. Anim. Sci. 51 (Supp II) : 40.
- Edwards, J.S., EE. Bartley y A.D. Dayton. 1980. Effects of dietary protein concentration on lactating cows. J. Dairy. Sci. 63 : 243.

- Egan, M.A.R. 1972. Reproductive responses to supplemental zinc and manganese in grazing Dorset Horn ewes. *Aust. J. Exp. Agric. Anim. Husb.* 12 : 131.
- Faulkner, A. 1983. Foetal and neonatal metabolism In : J.A.F. Rook and P.C. Thomas (Ed) *Nutritional Physiology of Farm Animals*. Longman. New York. USA. pp. 203 - 238.
- Fenner, H. 1979. Magnesium nutrition of the ruminant. In: *Proc. 2nd Ann. Int. Miner. Conf. St. Patesburg. Beach. Fla.* pp. 57 - 91.
- Fick, K.R., L.R. Mc. Dowell., P.H. Miles., N.S. Wilkinson., J.D. Funk., J.H. Conrad y R. Valdivia. 1979. *Métodos de análisis de minerales para tejidos de plantas y animales*. 2ª ed. Univ. de Florida. Gainesville, Fla. E.U.A.
- Field, A.C., G. Wiener y J.Wood. 1969. The concentration of minerals in the blood of genetically diverse groups of sheep *J. agric. Sci., Camb.* 73 : 267.
- Fitzgerald, B.P y F.J. Cunningham. 1981. Effect of removal of lambs or treatment with bromocriptine on plasma concentrations of prolactin and FSH during the post-partum período in ewes lambing at different times during the breeding season. *J. Reprod. Fert.* 61 : 141.
- Fletcher, I.C. 1971. Relationships between frequency of suckling lamb growth and post-partum oestrus behaviour in ewes. *Anim. Behav.* 19 : 108.
- Fletcher, I.C. 1973. Effects of lactation, suckling and oxytocin on post-partum ovulation and oestrus in ewes. *J. Reprod. Fert.* 33 : 293.
- Folman, Y., M. Rosenber., Z. Herz y M. Davidson. 1981. Performance, rumen and blood metabolites in high-yielding cows fed varying protein percents and protected soybean *J. Dairy. Sci.* 64 : 759.
- Fontenot, J.P., R.W. Miller., C.K. Whitehair y R. MacVicar. 1956. The effect of a high-protein, high-potassium ration on the mineral metabolism of lambs. *J. Anim. Sci.* 15 : 1263. (Abst).

- Fontenot, J.P y D.C. Church. 1984. The macro (major) minerals. In: D.C. Church (Ed). Digestive Physiology and Nutrition of Ruminants. O & B Books Inc. Oregon. USA. Vol. 2 : pp 71 - 75.
- Foot, J.Z., L.J. Cummins., S. A. Spiker y P.C. Flinn. 1984. Concentration of  $\beta$ -Hydroxybutirate in plasma of ewes in late pregnancy and early lactation and survival and growth of lambs. In: D.R. Lindsay and D.T. Pearce (Eds). Reproduction in Sheep. Camb. Univ. Press. Canberra. Aust. pp. 187 - 190.
- Foot, W.C., J.W.C. Call y C.V. Julet. 1967. Effects of lactation and hormone treatment on ovulations, estrus and uterine involution in the ewe. J. Anim. Sci. 26 : 943 (Abst).
- Ford, J.J. 1979. Post partum reproductive performance of finnsheep-crossbred ewes. J. Anim. Sci. 49 : 1043.
- Foster, D.L. y F.J. Karsch. 1976. Inhibition of tonic secretion of luteinizing hormone by progesterone in immature female sheep. Endocrinol. 99 : 1.
- Fraser. A.F y A.H. Laing. 1969. Oestrus induction in ewes with standard treatments of reduced natural light. Vet. Rec. 84 : 427.
- Gaintonde, H.K., G. Evans y M.K. Hartmann. 1979. Determination of tryptophan by manually operated and autoanalyser methods based on the formation of Norharman. Anal. Biochem. 92 : 338.
- García, E. 1981. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen 3ª ed. CETENAL. D.F. México.
- García, U.L.A., A. Estrada., A.E. Casas C y C. Vázquez P. 1987. Estimación de parámetros genéticos en un rebaño de ovinos Corriedale en el norte de México. Mem. Reu. Inv. Pec. Mex. D.F. México. p. 431.
- Gardner, R.W. y E.D. Hogue. 1964. Effects of energy intake and number of lambs suckled on milk composition and energetic efficiency of lactating ewes J. Anim. Sci. 23 : 935.
- Gardner, R.W. y E.D. Hogue, 1966. Milk production, milk composition and energetic efficiency of Hampshire and Corriedale ewes fed to maintain body weight. J. Anim. Sci. 25 : 789.

- Glimp, A.H. 1971. Effect of breed and mating season on reproductive performance of sheep. *J. Anim. Sci.* 32 : 1176.
- Gombe, S. y W. Hansel. 1973. Plasma luteinizing hormone and progesterone levels in heifers on restricted energy intakes. *J. Anim. Sci.* 37 : 728.
- González, R.A., B.D. Murphy., J. de Alba y J.G. Manns. 1981. Características del período posparto en ovejas Pelibuey. Mem. 8<sup>va</sup> Reunión de ALPA, Sto. Domingo R.D. p. 134.
- Goodman, L.S. y A. Gilman. 1975. *The pharmaceutical Basis of Therapeutics.* 5th ed. Mac Millan, New York.
- Gore, D.S y H.R. Behrman. 1984. Alteration of transmembrane sodium and potassium gradients inhibits the action of luteinizing hormone in the luteal cell. *Endocrinology.* 114 : 2020.
- Gould M.B. y J.V. Whiteman. 1973. Postpartum reproductive performance of early weaned spring lambing ewes. *J. Anim. Sci.* 36 : 1041
- Guada, J.A., J.J. Robinson y C. Fraser. 1975. The effect of dietary energy concentration on protein utilization during late pregnancy in ewes. *J. agric. Sci. Camb.* 85 : 175.
- Guyton, A.C. 1987. *Fisiología humana.* 6<sup>a</sup> ed. Interamericana. México. pp. 604 - 616.
- Hafez, E.S.E. 1987. Reproductive Cycles. In: E.S.E. Hafez (Ed) *Reproduction in Farm Animals* 5<sup>a</sup> ed. Lea & Fabiger. Philadelphia USA. pp. 107 - 129.
- Hartley, W.J. y A.B. Grant. 1961. A review of selenium responsive diseases of New Zeland livestock. *Fed. Proc.* 20 : 679.
- Hauger, R.L., F.J. Karsch y D.L. Foster 1975. Role of progesterone in the negative feed-back inhibition of LH secretion during the estrous cycle of the ewe. Proc. 8th A. Meeting, Soc. Study. Reprod. p. 85 (Abst).
- Hays, W.V y MJ. Swenson. 1977. Minerals bones and joints. In: M.J. Swenson, (Ed). *Dukes' physiology of domestic animals.* 9<sup>a</sup> ed. Cornell Univ. Press. USA. pp 397 - 399.

- Hemken, R.W. 1970. Iodine. *J. Dairy Sci.* 53 : 1183.
- Henry, R.J., D.C. Cannon y J.W. Winkelman. 1980. *Química clínica*. 2ª ed. JIMS Barcelona Vol. 1 : 393 - 395.
- Herriman, I.D y R.J. Hetzman. 1978. The effects of fasting on the concentrations of intermediate metabolites in the blood and hepatic tissues of pregnant and non-pregnant ewes. *J. agric. Sci. Camb.* 90 : 579.
- Hewett, C. 1974. On the causes and effects of variations in the blood profile of Swedish dairy cattle. *Acta Vet. Scand. Suppl* 50. 15 : 1.
- Hewett, C., L. Ekman y L. Lindell. 1975. Preliminary observations on the influence of different feed protein levels on the blood profile of dairy cows. *Act. Vet. Scand.* 16 : 41.
- Hidiroglow, M., S.K. Ho y J.F. Standish. 1978. Effects of dietary manganese level on reproductive performance of ewes and on tissue mineral composition of ewes and day-old lambs. *Can. J. Anim. Sci.* 58 : 35.
- Hill, J.R., D.R. Lamond., D.M. Henricks., J.F. Dickey y G.D. Niswender. 1970. The effects of undernutrition on ovarian function and fertility in beef heifers. *Biol. Reprod.* 2 : 78.
- Howard, H.J., E.P. Aalseth., G.D. Adams., J.J. Bush., R.W. Mc New y L.J. Dawson. 1987. Influence of dietary protein on reproductive performance of dairy cows. *J. Dairy Sci.* 70 : 1563.
- Howell, J.M.C. 1968. The effect of experimental copper deficiency on growth, reproduction and Haemopoiesis in the sheep. *Vet. Rec.* 83 : 226.
- Hulet, C.V y F. Stormshak. 1972. Some factors affecting response of anestrus ewe to hormone treatment. *J. Anim. Sci.* 34 : 1011.
- Humphrey, W.D., D.R. Koritnik, C.C. Kaltenbach, T.G. Dunn y G.D. Niswender. 1976. Progesterone and LH in postpartum suckled beef cows. *J. Anim. Sci.* 43 : 290.

- Hunter, G.L. 1968. Increasing the frequency of pregnancy in sheep. I. Some factor affecting rebreeding during the postpartum period. *Anim. Breed. Abst.* 36 : 347.
- Hunter, G.L y I.M.R. Van Aarde. 1973. Influence of season of lambing on postpartum intervals to ovulation and estrus in lactating, and dry ewes all different nutritional levels. *J. Reprod. Fert.* 32 : 1.
- Hunter, G.L y I.M.R Van Aarde. 1975. Influence of age of ewe and photoperiod on the intervals between parturition and first oestrous in lactating and no lactating ewes at different nutritional levels. *J. Reprod. Fert.* 42 : 205.
- Hunter. A.P. 1977. Some nutritional factors affecting the fertility of dairy cattle. *N.Z. Vet. J.* 25 : 305.
- Imakawa, K., R.J. Kittok y J.E. Kinder. 1983. The influence of dietary energy intake on progesterone concentrations in beef heifers. *J. Anim. Sci.* 56 : 454.
- Jacobson, D.R., R.W. Hemken., P.S. Button y R.H. Hatton. 1972. Mineral nutrition calcium, phosphorus, magnesium and potassium interrelationships. *J. Dairy Sci.* 55 : 935.
- Jainudeen, M.R y E.S.E. Hafez. 1987. Sheep and Goats. In: ESE, Hafez (Ed). *Reproduction in Farm Animals*. 5<sup>a</sup> ed. Lea & Fabiger. Philadelphia. p.p. 315 - 323.
- Jarret, I.G., O.H. Filsell y F.J. Ballard. 1976. Utilization of oxidizable substrates by the sheep hind limb: Effects of starvation and exercise. *Metabolism.* 25 : 523.
- Jordan, E.R. y L.V. Swanson. 1979. effect of crude protein on reproductive efficiency, serum total protein on reproductive efficiency, serum total protein and albumin in the high-producing dairy cow. *J. Dairy. Sci.* 62 : 58.
- Jordan, E.R., T.E. Chapman., D.W. Holtan y L.V. Swanson. 1983. Relationship of dietary crude protein to composition of uterine secretions and blood in high-producing postpartum dairy cows. *J. Dairy Sci.* 66 : 1854.

- Julien W.E., H.R. Conrad., J.E. Jones y A.L. Moxon. 1976. Selenium and vitamin E and incidences of retained placenta in parturient dairy cows. *J. Dairy Sci.* 59 : 1954.
- Kaim, M., Y. Folman y H. Newmark. 1983. The effect of protein and lactation number on postpartum body weight loss and reproductive performance of dairy cows. *Anim. Prod.* 37 : 229.
- Kandylis, K. 1984. The role of sulphur in ruminant nutrition A review. *Livest. Prod. Sci.* 11 : 611.
- Kann, G y J. Martinet. 1975. Prolactin levels and duration of post partum anoestrus in lactating ewes. *Nature.* 257 : 263.
- Karsch, F.J.S.J. Legan., R.L. Hauger y D.L. Foster. 1977. Negative feedback action of progesterone on tonic luteinizing hormone secretion in the ewe. dependence on the ovaries. *Endocrinology* 101 : 800.
- Karsch, F.J. y S.J. Legan. 1978. Roles of progesterone and estradiol in controlling LH secretion during the estrous cycle of the ewe. *Biol. Reprod.* 18 (Suppl 1) : 50A
- Kelly, J.M. 1977. Changes in serum  $\beta$ -Hydroxybutyrate concentrations in dairy cows kept under commercial farm conditions. *Vet. Rec.* 101 : 499.
- Ketz, H.A. 1976. Equilibrio hidromineral En: *Fisiología Veterinaria*. E. Kolb (Ed). 2ª ed. acribia. zaragoza, España p. 660.
- Kinder, J.R., M.S. Roberson y K. Imakawa. 1988. Influencia de la nutrición sobre la endocrinología reproductiva de la vaca productora de carne. *Mem. Sem. Int. "La Importancia de la Nutrición en la Reproducción de Bovinos. IX Aniv. Centro de Ganadería, C.P. Montecillos. Edo. de México. p. 7*
- Kirillov, V. 1944. Organisation of closely-spaced lamb crops. *Anim. Breed Abst.* 13 : 148.
- Klucinski, W y S.P. Targowski. 1984. Ammonia toxicity for mammalian and avian lymphocytes from blood. *Immunopharmacology* 8 : 47.

- Kolb, E. 1976a. Fisiología de los líquidos corporales En: Fisiología Veterinaria. E. Kolb (Ed). 2ª ed. Acribia Zaragoza, España. pp. 434 - 450.
- Kolb, E. 1976b. Fisiología de la nutrición. En: Fisiología Veterinaria. E. Kolb (Ed). 2ª ed. acribia. Zaragoza España pp. 137 - 146.
- Krolak, M. 1968. Effect of manganese added to diet, on cattle fertility and manganese content in hair. Pol. Ach. Weter. 11 : 294.
- Kronfeld, D.S. y W. Medway. 1973. Química sanguínea en: Patología clínica veterinaria. W. Medway., J.F. Prier y J.S. Wilkinson (Eds). UTEHA. México. pp. 14 - 60.
- Kutsky, J.R. 1981. Handbook of vitamins, minerals and hormones. 2ª ed. Van Nost Ren. Co. New York. pp. 4 - 65.
- Laguna, J. y E. Piña G. 1979. Metabolismo del agua y los electrolitos. En: Bioquímica. 3ª ed. La Prensa Médica Mexicana, S.A. México D.F. pp 612 - 614.
- Lamond, D.R., J.R. Hill, Jr., W.C. Godley., S.W. Kennedy y R.G. Gaddy. 1973. Influence of nutrition on ovulation and fertilization in the rambouillet ewe. J. Anim. Sci. 36 : 363.
- Land, R.B. 1971. The incidence of oestrus during lactation in Finnish Landrace, Dorset Horn and finn-Dorset sheep. J. Reprod. Fert. 24 : 345.
- Lane, A.G., J.R. Campbell y G.F. Krause. 1968. Blood mineral composition in ruminants. J. Anim. Sci. 27 : 766.
- Legan, S.J. y F.J. Karsch and D.L. Foster. 1977. The endocrine control of seasonal reproductive function in the ewe: A marked changed in response to the negative feedback action of estradiol on luteinizing hormone secretion Endocrinology 101 : 818.
- Legan, S.J. y F.J. Karsch. 1980. Photoperiodic control of seasonal breeding in ewes. Modulation of the negative feedback action of estradiol. Biol. Reprod. 23 : 1061.
- Leng, R.A. 1965. Ketone body metabolism in normal and underfed pregnant sheep and in pregnancy toxaemia. Res. Vet. Sci. 6 : 433.

- Lewis, D. 1960. Ammonia toxicity in the ruminant. *J. agric. Sci. Camb.* 55 : 111.
- Lindsay, D.B. 1976. The usefulness to the animal producer of research findings in nutrition on reproduction. *Proc. Aust. Soc. Anim. Prod.* 11 : 217.
- Lindsay, D.B. 1977. The effect of feeding pattern and sampling procedure on blood parameters. In: D. Lister and N.G. Gregory (Ed). *The Use of Blood Metabolites in Animal Production*. British Society of Animal Production. Occasional Pub. N° 1 : 99.
- Lishman, A.W. 1969. The seasonal pattern of oestrus among ewes as affected by isolation from and joining with rams. *Agroanimalia* 1 : 95 (A.B.A. 2013).
- Long, C.H., D.E. Ullrey., E.R. Miller., B.H. Vicent y C.L. Zutant. 1965. Sheep hematology from birth to maturity. III. Serum calcium, phosphorus, magnesium, sodium and potassium. *J. Anim. Sci.* 24 : 145.
- Luckey, T.D. y B. Venugopal. 1977. *Metal toxicity in mammals*. Vol. I, II. Plenum Press. New York.
- Lynch. G.P. y C.J. R. Jackson. 1983. A method for assessing the nutritional status of gestating ewes. *Can. J. Anim. Sci.* 63 : 603.
- Mallampati, R.S., A.L. Pope y L.E. Casida. 1971. Effect of suckling on post partum anestrus in ewe lambing in different seasons of the year. *J. Anim. Sci.* 32 : 673.
- Marshall, F.H.A. 1937. On the change over in the oestrous cycle in animals after transference across the equator, with further observations on the incidence of the breeding season and the factor controlling sexual periodicity. *Proc. R. Soc. B.* 122 : 417.
- Marston, H.R., S.H. Allen y R.M. Smith. 1972. Production within the rumen and removal from the blood-stream of volatile fatty acids in sheep given a diet deficient in cobalt. *Br. J. Nutr.* 27 : 147.

- Martin, D.W. 1986. Agua y Minerales. En: Bioquímica de Harper D.K. Granner., D.W. Martin., P.A. Mayes., M. Nestle y V.W. Rodwell. 10vª ed. Manual Moderno. México, D.F. pp. 666 - 669.
- Martinez, M.G., M.J. Urrutia y R.L. Martínez 1986. Eficiencia reproductiva de un rebaño Corriedale en dos años. Mem. Reu. Anual. del Int. Nal. Inv. Pec. México p. 181.
- Mauleon, P. y L. Dautier. 1965. Variations de dureé de l'anoestrus de lactation chez les brebis de race Ile-de-France. Annls Biol. Anim. Biochem. Biophys. 5 : 131.
- Maynard, L.A., J.K. Loosli., H.F. Hintz y R.G. Warner. 1979. Animal Nutrition. 7ª ed. Mc graw-Hill. New York. U.S.A. pp. 220 - 242.
- McDowell, L.R. 1976. Mineral deficiencies and toxicities and their effect on beef production in developing countries. Conf. of Beef Cattle Production in Developing Countries. Edinburg, Scotland.
- McDowell, L.R., J.H. Conrad., G.L. Ellis y J.K. Loosli. 1984. Minerales para ruminantes en pastoreo en regiones tropicales. Boletín. Depto. de Ciencia Animal. Centro de Agricultura tropical. Univ. Florida, Gainesville. EUA. pp. 12 - 23.
- McIntire, K.H. 1970. The effects of increased nitrogen intakes on plasma urea nitrogen and rumen ammonia levels in sheep Aust. J. Agric. Res. 21 : 501.
- Memon, G.N., R.J. Antoniewicz., N.J. Benevenga., A.L. Pope y L.E. Casida. 1969. Some effects of the differences in dietary energy and protein levels on the ovary and the anterior pituitary gland of the ewe. J. Anim. Sci. 28 : 57.
- Mercado, P.P y R. Orcasberro G. 1979. Efecto del nivel alimenticio durante la lactancia sobre la producción de leche de borregas criollo X Merino rambouillet. Chapingo. Nva. Epoca. 16 - 17 : 57.
- Miller, W.W. y E.L. Wiggins. 1964. Ovarian activity and fertility in lactating ewes. J. Anim. Sci. 23 : 981.
- Moreno, CH.R. 1976. Estado actual y perspectivas de la producción ovina en México. Rev. Med. Vet. UNAM. VII (4) : 136.

- Morrow, D.A., S.J. Roberts., K. Mc Entee y H.G. Gray. 1966 post partum ovarian activity and uterine involution in dairy cattle. J. Am. Vet. Med. Ass. 149 : 1569.
- Moss, G.E., T.E. Adams., G.D. Niswender y T.M. Nett. 1980. Effects of parturition and suckling on concentrations of pituitary gonadotropins hypotalamic Gn RH and pituitary responsiveness to GnRH in ewes. J. Anim. Sci. 50 : 496.
- Murphy, B.D. y A. González. R. 1983. Una revisión sobre la fisiología del anestro posparto y los efectos de la nutrición y la lactancia sobre la restauración de la actividad cíclica reproductiva de la hembra. Prod. Anim. (Buenos Aires, Arg.) 10 : 81.
- Nahed, T.J., T. Alemán S . y M. Parra V. 1982. La Producción ovina en una comunidad Chamula. Mem. del 1er Sem. Nal. sobre Sistemas de Producción Pecuaria p. 241.
- Newton, G.L., J.P. Fontenot., R.E. Tucker y C.E. Polan. 1972. Effects of high dietary potassium intaken on the metabolism of magnesium by sheep. J. Anim. Sci. 35 : 440.
- Newton, J.E. y J.E. Betts. 1972. A comparison between the effect of various photoperiods on the reproductive performance of scottish half bred ewes. J. agr. Sci., Camb. 78 : 425.
- Nolan, J.V. y R.A., Leng. 1970. Metabolism of urea in late pregnancy and the possible contribution of aminoacid carbon to glucose synthesis in sheep. Br. J. Nutr. 24 : 905.
- N.R.C. 1975. Nutrient Requirements of domestic animals, N° 5. Nutrient requirements of sheep. (Fifth revised Ed). National Academy of Science. Washington, D.C.
- N.R.C. 1980. Mineral tolerance of domestic animals. National Research council. Washington, D.C.
- N.R.C. 1984. Nutrient requirements of Beef Cattle (Sixth Revised Ed) National Academy of sciences. Washington. D.C. Research.
- N.R.C. 1985. Nutrient requirments of sheep (Sixth revised Ed). National Academy Press. Washington, D.C.

- Oldham, C.M., G.B. Martin y T.W. Knight. 1978. Stimulation of seasonally anovular Merino ewes by rams. I. Time from introduction of rams to the preovulatory LH surge and ovulation. *Anim. Reprod. Sci.* 1 : 283.
- Oldham, C.M. y G.B. Martin. 1978. Stimulation of seasonally anovular Merino ewes by rams. II Premature regression of ram-induced corpora lutea. *Anim. Reprod. Sci.* 1 : 291.
- Orcasberro, R., S. Fernández R. y I. Tovar L. 1982. La producción ovina en la zona de Río Frío. Edo. de México. Mem. del 1er Sem. Nal. sobre Sistemas de Producción Pecuaria p. 268.
- Palmquist, D.L. 1972. Palmitic acid as a source of endogenous acetate and beta hydroxybutyrate in fed and fasted ruminants. *J. Nutr.* 102 : 1401.
- Pearce, D.T y C.M. Oldham. 1984. The ram effect its mechanism and application to the management of sheep. In: D.R. Lindsay and D.T. Pearce (Ed). *Reproduction in Sheep*. Camb. Univ. Press. Canberra. Aust. pp. 26 - 33.
- Pearce, D.T., G.B. Martin y C.M. Oldham. 1985. Corpora lutea with a short lifespan induced by rams in seasonally anovulatory ewes are prevented by progesterone delaying the preovulatory surge of LH. *J. Reprod. Fert.* 75 : 79.
- Pérez, I.A. 1979. Situación actual de la ganadería ovina en México. Memorias del Curso de Actualización Aspectos de Producción Ovina. UNAM. México. p. 1.
- Perry, T.W. 1984. *Animal life cycle feeding and nutrition*. Academic Press. Inc. Florida. USA. pp. 3 - 31.
- Phillippo, M., W.R. Humphries., C.B., Lawrence y J. Price. 1982a. Investigation of the effect of copper status and the rapy on fertility in beef suckler herds. *J. agric. Sci. Camb.* 99 : 359.
- Phillippo, M., W.R. Humphries., I. Bremner and B. W. Young 1982b. Possible effect of molybdenum on fertility in the cow. *Proc. Nutr. Soc.* 41 : 80 A (Abstr).

- Preston, R.L., D.D. Schnakenberg y W.H. P Fander. 1965. Protein utilization in ruminants. 1. blood urea nitrogen as affected by protein intake. J. Nutr. 86 : 281.
- Preston, R.L. y R. Osmond. 1971. Urea nitrogen determination by spectrophotometric techniques. Mimeograph. Washington, State Univ.
- Prewitt, L.R., A.F. Kertz., A.G. Lane., J.R. Campbell y D.E. Weinman 1971. Effects of dietary protein on blood, urine and milk composition. Am. J. Vet. Res. 32 : 393.
- Quirke, J.F y J. Gosling. 1975. Progesterone concentration in the peripheral plasma of Galway and Finnish Landrace sheep during the oestrous cycle: Ir. S. Agric. Res. 14 : 49.
- Radloff, H.D., L.H. Schultz y W.G. Hoekstra. 1966. Relationship of plasma free fatty acids to other blood components in ruminants under various physiological conditions. J. Dairy Sci. 49 : 179.
- Rahnema S. H y J.P. Fontenot 1986. Effect of Potassium on association of minerals with various fractions of digesta and feces of sheep fed hay. J. Anim. Sci. 63 : 1491.
- Rasmussen, H. 1970. Cell communication calcium ion and cyclic adenosine monophosphate. Science. 1970 : 404.
- Rees, M.C y D.J. Minson. 1978. Fertilizer sulphur a factor affecting voluntary intake, digestibility and retention time of pangola grass (*Digitaria decumbens*) by sheep. Br. J. Nutr. 39 : 5.
- Reffett, J.K y J.A. Boling. 1985. Nutrient utilization in lambs fed diets high in sodium or potassium. J. Anim. Sci. 61 : 1004.
- Reid, R.L. 1960. The determination of ketone bodies in blood. Anal. Biochem. 85 : 265.
- Reid, J.T., P.W. Moe y H.F. Tyrrel. 1966. Energy and protein requirements of milk production. J. Dairy Sci. 42 : 215.
- Restall, B.J. 1971. The effect of lamb removal on reproductive activity in Dorset Horn x Merino ewes after lambing. Proc. Aust. Soc. Reprod. Biol. J. Reprod. Fert. 24 (1) : 145 - 146.

- Restall, B.J y B.G. Starr. 1977. The influence of season of lambing and lactation on reproductive activity and plasma LH concentrations in Merino ewes. *J. Reprod. Fert.* 49 : 297.
- Restall, B.J., R.D. Kearins., J. Herdegen y P. Carberry. 1978. The induction of reproductive activity in lacting ewes. *Aust. J. Agric. Res.* 29 : 181.
- Robinson, J.J y T.J. Forbes. 1967. A study of the protein requirements of the nature breeding ewe. 2. Protein utilization in the pregnant ewe. *Br. J. Nutr.* 21 : 879.
- Robinson, J.J., I. McDonald., I. Mc Hattie y K. Pennie. 1978. Studies on reproduction in prolific ewes. 4. sequential changes in the maternal body during pregnancy. *J. agric. Sci., Camb.* 91 : 291.
- Rochin, A y C.R. Pérez. 1986. Empadre de un rebaño ovino Corriedale en el estado de Querétaro durante el mes de mayo. *Mem de Reu. An. Inst. Nal. Inv. Pec. México.* p. 175.
- Rodríguez, M.S., B. Piña C y M. García W. 1987. Efecto de un tratamiento con progestágenos sobre la inducción de estros en ovejas Corriedale en anestro. *Mem. reunión de AMPA, Tampico, México.*
- Russel, A.J.F., J.M. Doney y R.L. Reid. 1967. Energy requirements of the pregnant ewe. *J. agric. Sci. Camb.* 68 - 359.
- Russel, A.J.F. 1977. The use of measurements of energy status in pregnant ewes. In: D. Lister and N.G. Gregory (Ed). *The Use of Blood Metabolites in Animal Production.* British Society of Animal Production Occasional Publ. N° 1 : 31.
- Russel, A.J.F. 1979. The nutrition of the pregnant ewe. In: British Council and Commonwealth Agricultural Bureaux (Ed) *The Management and Diseases of Sheep.* London. pp.
- Russel, A.J.F. 1984. Means of assessing the adequacy of nutrition of the pregnant ewes. *Livest. Prod. Sci.* 11 : 429.
- Salomón, G.A., R. Zamora H., J. De Lucas T y A. Trejo G. 1982. Anestros posparto en ovejas criollas. *Mem. Reu. An. Inst. Nal. de Inv. Pec. México* p. 604.

- Samy, A.H.E., J.L. Brown y D.L. Globus. 1960. Effects of magnesium and calcium loading on renal excretion of electrolytes in dogs. *amer. J. Physiol.* 198 : 595.
- Scharp, D.W. 1979. Effect of adding superphosphate to the drinking water on the fertility of dairy cows. *Aust. Vet. J.* 55 : 240.
- Schinckel, P.G., 1954. The effect of the ram on the incidence and occurrence of oestrus in ewe. *Aust. Vet. J.* 30 : 189.
- Sefidbaht, N y A. Farid. 1977. Effect of early weaning and hormone treatments on inductions of estrus, conception and lambing of fall lambing karakules ewe. *J. Anim. Sci.* 45 : 311.
- Shevah, Y., W.J.M. Black., W.R. Carr y R.B. Land. 1974. The effect of lactation on the resumption of reproductive activity and the preovulatory release of LH in Finn x Dorset ewes. *J. Reprod. fert.* 38 : 369.
- Shevah, Y., J.M. Black., W.R. Carr y R.B. Land. 1975. The effects of nutrition on the reproductive performance of Finn x Dorset ewes. II. Post-partum ovarian activity, conception and the plasma concentration of progesterone and LH. *J. Reprod. Fert.* 45 : 289.
- Short, R.E. 1988. Efectos de la nutrición sobre el anestro posparto y la infertilidad del ganado productor de carne. *Mem. Sem. Int. "La Importancia de la Nutrición en la Reproducción de Bovinos. IX Aniv. Centro de Ganadería, C.P. Montecillos. Edo. de México.* p. 24.
- Short, R.E. y D.C. Adams. 1988. Nutritional and normal interrelationships in beef cattle reproduction. *Can. J. Anim. Sci.* 68 : 29.
- Somers M. 1961. Factors influencing the secretion of nitrogen in sheep saliva. 3. Factors affecting the nitrogen fractions in the parotid saliva of sheep with special reference to the influence of ammonia production in the rumen and fluctuations in level of blood Urea. *Aust. J. exp. Biol.* 39 : 133.
- Somers, M. y E.J. Underwood 1969. Studies of zinc nutrition in sheep. II. the influence of zinc deficiency in ram lambs upon the digestibility of the dry matter and the utilization of the nitrogen and sulphur of the diet. *Aust. J. Agric. Res.* 20 : 899.

- Srikandakumar, A., R.H. Ingraham., M. Ellsworth., L.F. Archbald., A. Liao y R.A. Godke. 1986. Comparison of a solid-phase non-extraction radioimmunoassay for progesterone with and extraction assay for monitoring luteal function in the mare, bitch and cow. *Theriogenology*. 26 : 779.
- Stalheim, O.H.V. y J.E. Gallagher. 1977. Ureplasmal epithelial lesions related to ammonia. *Infect Immun*. 15 : 995.
- Stillings, B.R., J.W. Bratzler, L.F. Marriott y R.C. Miller. 1964. Utilization of magnesium and other minerals by ruminants consuming low and high nitrogen-containing forages and vitamin D. *J. Anim. Sci.* 23 : 1148.
- Steel, R.G.D. y J.H. Torrie. 1985. *Bioestadística. Principios y procedimientos* 2ª ed. Mc. Graw Hill. México, D.F.
- Suttle, N.F. 1974. Effects of organic and inorganic sulphur on the availability of dietary copper to sheep. *Br. J. Nutr.* 32 : 559.
- Sykes, A.R y A.C. Field 1972. Effects of dietary deficiencies of energy protein and calcium on the pregnant ewe. *J. agric. Sci. Camb.* 78 : 119.
- Sykes, A.R. y A.C. Field. 1973. Effects of dietary deficiencies of energy, protein and calcium on the pregnant ewe. IV. Serum total protein, albumin, globulin, transferrin and plasma urea levels. *J. agric. Sci. Camb.* 80 : 29.
- Sykes, A.R., R.L. Coop y K.W. Angus. 1979. Chronic infection with Trichostrongylus vitrinus in sheep. Some effects on food utilization, skeletal growth and certain serum constituents. *Res. Vet.* 26 : 372.
- Sykes, A.R y D.D. Grace. 1984. Mineral metabolism and reproduction in cattle. In: *Beef Dairy Cattle Reproduction. Animal Industries workshop III.* Lincoln. College. New Zeland. Canterbury. N.Z. pp. 45 - 58.
- Sykes, A.R. y K.G. Geenty. 1986. Calcium and phosphorus balances of lactating ewes at pasture. *J. agric. Sci. Camb.* 106 : 369.

- Talavera, F., C.S. Park y G.L. Williams. 1985. Relationships among dietary lipid intake, serum cholesterol and ovarian function in Holstein heifers. *J. Anim. Sci.* 60 : 1045.
- Telle, P.P., R.L. Preston., L.D. Kintner y W.H. Pfander. 1964. Definition of the ovine potassium requirement. *J. Anim. Sci.* 23 : 59.
- Thomson, W. y A.M. Thomson. 1953. Effect of diet on milk yield of the ewe and growth of her lamb. *Br. J. Nut.* 7 : 263.
- Thorburn, G.D., M.J. BHasset y D.I. Smith. 1969. Progesterone concentrations in the puripheral plasma of sheep during the oestrus cycle. *J. Endoc.* 45 : 459.
- Tisser, M., M. Theriez., L. Gueguen y G. Molenat. 1981. Ovinos En: Alimentación de los Rumiantes. R. Jarrige (Ed). MUNDI-PRENSA. Madrid España pp. 451 - 453.
- Torel, D.T., I.D. Hume y W.C. Weir. 1972. Effect of level of protein and energy during flushing on lambing performance of range ewes. *J. Anim. Sci.* 34 : 479.
- Trinder, N., C.D. Wood house y C.P. Renton. 1969. The effect of vitamin E and selenium on the incidence of retained placentae in dairy cows. *Vet. Rec.* 85 : 550.
- Trinder, N., R.J. Hall y C.P. Renton. 1973. The reklationship between the intake of selenium and vitamin E on the incidence of retained placentae in dairy cows. *Vet. Rec.* 93 : 641.
- Underwood, E.J y M. Somers. 1969. Studies of zinc nutrition in sheep. I. The relation of zinc to growth, testicular development, and spermatogénesis in young rams. *Aust. J. agric. Res.* 20 : 889.
- Unidad de Iformática, Contabilidad y Glosa. 1987. Importaciones de ovinos. Dirección General de Asuntos Internacionales. S.H.C.P. D.F. México.
- Van Den Bergh, S.G. 1977. Abnormal lipid metabolism and production diseases. In: Proceeding of the 3er. Int. conf. on Prod. Disease in farm Anim. sept. 13 - 16 Wageningen. Netherlands. p. 12.

- Van Horn, H.H y D.R. Jacobson. 1971. Response of lactating cows to added increments of dietary protein and nonprotein nitrogen J. Dairy Sci. 54 : 379.
- Van Niekerk, B.D.H. y A.M. Mulder 1965. Duration of pregnancy and post-partum anoestrus in autumn mated Doper, Dohne Merino and Merino ewes. Proc. S. Afr. Soc. Anim. Prod. 4 : 205.
- Van Niekerk, C.H. 1979. Limitations to female reproductive efficiency. In: G.L. Tomes., D.E. Robertson and R.J. Lightfoot (Ed). Sheep Breeding. 2<sup>a</sup> ed. Butterworths. London. 303.
- Vernon, R.G. y M. Peaker. 1983. The regulation of nutrient utilization: Basic principles and mechanism In: J.A.F. Rook and P.C. Thomas (Ed). Nutritional Physiology of Farm Animals. Longman. New York. USA pp. 64 - 73.
- Villareal, H. 1970. Riñón y electrolitos. Mendez Otero. México. pp. 45 - 56.
- Villa-Godoy, A. 1987. Influence of negative energy balance and body condition of luteal function and estrous behavior in dairy cattle. Ph.D. Dissertation. Michigan State University.
- Vydellingum, N., R.L. Drake, J. Etienne y A.H. Kissebah. 1983. Insulin regulation of fat cell ribosomes, protein synthesis and lipoprotein lipase. Am. J. Physiol. 245 (Endocrinol. Matab. 8): E 121.
- Wagner, J.F. y E.L. Veenhuizen. 1968. Effect of lactation on reproductive performance in the ewe. J. Anim. Sci. 27 : 1198 (Abst).
- Wang, J.H., D.M. Waisman. 1979. Calmodulin and its role in the second-messenger system. in: B.L. Horecker, and E.R. Stadtman (Eds). Current Topics in Cellular Regulation. Vol. 15. Academic Press New York. p.p. 47 - 107.
- Whiteman, J.V., W.A. Zollinger., F.A. Thrift y M.B. Gould 1972. Post partum mating performance of ewes involved in a twice-yearly lamb program. J. Anim. Sci. 35 : 836.
- Wilson, J.G. 1966. Bovine functional infertility in Devon and Cornwall: Response to manganese therapy. Vet. Rec. 79 : 562.

- Wiltbank, J.W. and A.C. Cook. 1958. The comparative reproductive performance of nursed and milked cows. *J. Anim. Sci.* 17 : 640.
- Wright, P.J., T. Stelmasiak y G.A. Anderson. 1983a. Suppressed release of LH in ovariectomized post-partum ewes. *J. Reprod. Fert.* 67 : 197.
- Wright, P.J., P.E. Geytenbeek., I.J. CLarke y J.K. Findlay. 1983b. LH. Release and luteal function in post-partum acyclicewes after the pulsatile administration of LH-RH. *J. Reprod. Fert.* 67 : 257.
- Yeates, N.T.M. 1947. Influence of variation in length of day upon the breeding season of sheep. *Nature. London* 160 : 429.
- Yuthasastrakosol. P., W.M. Palmer y B.E. Howland. 1977. Release of LH in anoestrous and cyclic ewes. *J. Reprod. Fert.* 50 : 319.
- Zimmerman, D.R., H.G. Spies., H.L. Seif y E. Casida. 1960. Ovulation rate in Swine as affected by increased energy intake just prior to ovulation. *J. Anim. Sci.* 19 : 295.

## APENDICES

### A. DETERMINACION DE NITROGENO UREICO POR ESPECTOFOTOMETRIA

#### 1. Preparación de patrones

Para la preparación de la solución madre se disolvieron 0.2144g de urea (seca) en agua deionizada, más 1 ml de HCL concentrado y se aforó a 100 ml con agua deionizada, con la cual se obtuvo la concentración de 100 mg de N-Urea/100 ml, preparándose de aquí diluciones para la obtención de las específicas concentraciones patrón.

El plasma de ovinos tiene una concentración de urea que oscila de 0 a 25 g/100 ml, la curva patrón incluyó a 10,20 y 40 mg/100 ml.

#### 2. Procedimiento

Se dispensó 0.2 ml de Sol. Amortiguadora de Ureasa en tubos con capacidad de 18 ml. Las patrones, blancos y muestras se hicieron por duplicado.

Se añadió 0.02 ml de la muestra (plasma) a cada tubo, con una micropipeta con puntas intercambiables. A los blancos se añadió 0.02 ml de Agua deionizada. A los patrones la misma cantidad de cada patrón.

Se colocaron los tubos en baño María a 37° C durante 20 min.

Se añadió 5 ml de reactivo de hipoclorito alcalino mezclando completamente. Se utilizaron pipetas automáticas y dispensadores para dosificar los reactivos en forma uniforme y rápida. Es importante que la solución de hipoclorito sea añadida inmediatamente después del reactivo colorante del fenol a cada muestra, la densidad óptica disminuye, si los dos reactivos no se añaden uno inmediatamente después del otro.

Se colocaron los tubos en el baño María a 37° C por 20 min. Se leyó la densidad óptica a 550 nm, en un espectrofotómetro Baush and Lomb, spectronic 700. El blanco es comparado con agua deionizada y si el color no escede 0.080 unidades de absorbancia, el medidor es ajustado a cero utilizando el ajuste de ancho de apertura.

El color es estable durante 24h cuando los tubos son mantenidos en oscuridad y tapados. cuando los blancos se comparen contra agua, las lecturas de los blancos deben ser menores de 0.080 unidades de absorbancia para asegurarse estar libre de una contaminación mínima con amoníaco.

Las muestras se trabajaron por duplicado en grupos de 30 muestras, siendo el coeficiente de variación intra ensayo de 5%.

## **B. DETERMINACION DE TRIPTOFANO TOTAL, METODO BASADO EN LA FORMACION DE NORHARMAN**

### **1. Preparación de patrones**

Los niveles plasmáticos reportados de triptófano en rumiantes tiene una amplitud de 3.8-15.7 µg/ml. La curva patrón utilizada incluyó las concentraciones 2, 5, 8, 11, 14, y 17 µg/ml. Una solución madre de L-triptófano (Lab. Merck) fué preparadã con una concentración de 10,000 µg de L-Triptófano/ml de ácido tricloracético (ATA), y junto a las diluciones para patrones fueron preparadas justoantes de su utilización, para evitar el deterioro que sufren por la luz solar.

### **2. Desproteización de la muestra**

Se trató 0.1 ml de plasma con 2 ml de ácido tricloracético (ATA) al 5% (P/v) a 5° C. Se mezcló el contenido completamente centrifugando a

3000 rpm por 30-40 min a 5°C. Se decantó el sobrenadante a otro tubo para su procesamiento.

### **3. Procedimiento**

Se pipeteó a un tubo con tapón de rosca (10X140 mm) calibrado a 5 ml, 0.5 ml de muestra desproteinizada agua deionizada (blanco) ó patrón y 1.5 ml de ATA, más 0.5 ml de la mezcla cloruro férrico-formaldehído, se tapó rápidamente el tubo, se mezcló el contenido ligeramente y en posición vertical e incubó en baño María en ebullición (92°C) durante 60 min. Se sacó del baño y enfrió con agua corriente, se aforó a 5 ml con ATA se mezcló y midió la intensidad de fluorescencia usando 373 y 445 nm, de longitud de onda para excitación y emisión. La preparación es estable por lo menos 72h. Deben protegerse de la luz natural, las preparaciones de la curva patrón, ya que en soluciones en ATA al 5%, expuestas por 60 a 75 min del 70 a 100% del triptófano es descompuesto. La luz fluorescente, tiene un efecto destructor del triptófano despreciable. Debido a lo anterior, es esencial trabajar en ausencia de luz natural con luz fluorescente.

### **4. Lectura de Muestras**

Se trabajó con tres grupos de 60 muestras, incluyendose los patrones cada 15 muestras problema aproximadamente. Se obtuvo un coeficiente de variación intra ensayo del 6%.

Se utilizó un fluorómetro marca Turner modelo 110. La apertura de luz utilizada fue 30X. Las cubetas fueron cilíndricas de 12X75 mm.

## C. DETERMINACION DE $\beta$ - HIDROXIBUTIRATO

El método está basado en la conversión de los cuerpos cetónicos a acetona, destilación de acetona y su subsecuente determinación colorimétrica por la reacción con el aldehído salicílico para formar dihidroxidibenceno acetona en solución alcalina. Las pérdidas de acetona durante la destilación son fácilmente evitadas y acetona libre más ácido acetoacético son determinados separadamente del ácido  $\beta$ -hidroxibutirato de la misma muestra.

### 1. Aparato

El aparato de destilación hace posible obtener, toda la acetona sin pérdida alguna en los primeros mililitros de destilado cuando se tratan con volúmenes tan grandes como 25 ml. el tubo de destilación recomendado no se utilizó por carecerse de una fuente de color adecuada para controlar ebullición, se sustituyó por un matrás balón con boca esmerilada con capacidad de 100 ml, la fuente de calor fue una manta de calentamiento al tamaño del matrás, y la ebullición se controló con pedacería de porcelaria. El tubo condensador por aire y el refrigerante, tuvieron características y medidas de acuerdo a la descripción original. El embudo con llave y la punta capilar que se comunica con el tubo de destilación fué sustituido por una bureta graduada a 7 ml, siendo la punta del diámetro interno recomendado de 0.25 mm.

### 2. Reactivos

Soluciones de desproteínización:

Solución de sulfato de zinc ( $\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ ) al 5% P/v.

Sol. de Hidróxido de bario al 0.3N.

La técnica de precipitación de proteína usado es el propuesto por Somogyi (Henry et al., 1980). La absoluta exactitud en las preparaciones de estas soluciones no es tan importante como el requerimiento de un volumen dado de hidróxido de bario neutralize un volumen igual de sulfato de zinc. Por tal motivo fueron tituladas las dos sustancias previamente por triplicado teniendo como indicador a fenoftaleína al 1%. La proporción de neutralización se ajustó a 5 ml del total de solución desproteinizadora que se utilizó en cada muestra.

Ac. Sulfúrico 7N.

Sol. de Dicromato de Potasio, 0.2% P/v.

Hidróxido de Sodio, 10N.

Etanol redestilado - Libre de acetona.

Aldehído Salicílico grado reactivo (Lab. Merck).

Solución reactivo de color - Aldehído Salicílico preparado al diluir 20 ml de Aldehído Salicílico a 100 ml con Etanol libre de acetona, la solución se protegió de la luz y se almacenó en refrigeración.

**Soluciones Patrón.** El rango de la concentración plasmática de  $\beta$ -hidroxibutirato en ovinos reportado en la literatura es de 0-15 mg/100 ml. Debido a la dilución final de 1:20 de las muestras, se determinó incluir en el patrón los puntos de .2, .4, y .8 mg/100 ml. Los patrones corridos con cada 10 muestras problema estuvieron preparados a partir de soluciones patrón de un estuche comercial (DL- $\beta$ -Hidroxibutirate calibrators solutions, Sigma Diagnostics. Catalog No. 310-11).

### 3. Procedimiento

**Desproteinización.-** Se prepararon filtrados libres de proteína del plasma; a 1 ml de Plasma se diluyó a 10 con agua destilada de aquí a 5 ml, se agregaron los desproteinizadores primero el sulfato de zinc, se mezcló

y después el hidróxido de bario, dejándose asentar la mezcla en refrigeración para obtener el sobrenadante cristalino.

**Destilación de Ac. Acetoacético y acetona preformada.-** Se pusieron 8 ml de Ac. Sulfúrico 7N en el matríz de destilación que contenía pedacería de porcelana, para controlar la ebullición. Se procedió a calentar con una manta de calentamiento. cuando el vapor comenzó a condensarse en el tubo superior del destilador (pero no hasta entonces), se agregó el contenido de la bureta, en la cual previamente se depositaron 5 ml de solución del patrón o muestra desproteinizada, medida con pipeta; la ebullición no se interrumpió. La destilación tuvo una tasa fija de 5 ml de destilado en aproximadamente 5 min. Para coleccionar la solución destilada se utilizaron tubos de ensayo (15X150 mm), calibrados exactamente a 5 ml.

**Destilación del Ac.  $\beta$ -Hidroxibutirato.-** Sin interrumpir la ebullición de la destilación anterior, se cambió el tubo de colección y se agregó 5 ml de sol. de Dicromato de Potasio al 0.02% a través de la bureta, continuando la destilación hasta la obtención de 5 ml de destilado. se tapó la muestra con papel parafilm se protegió de la luz y se almacenó a temperatura entre 3-4°C. Una vez reunidas 30 muestras con el grupo patrón, se procedió al desarrollo de color.

**Desarrollo de Color.-** A cada destilado de 5 ml (volumen exacto) se agregó 4 ml de Sol10N de hidróxido de sodio y 2 ml de solución reactivo de color, mezclado vigorosamente al adicionar el segundo y se incubó en baño María en aproximadamente 55°C durante 20 minutos, se sacaron para enfriarse a temperatura ambiente por una hora. La medición del color desarrollado se comparó con la solución reactivo blanco preparada al mismo tiempo de las muestras en 5 ml de agua destilada. Se utilizó un espectrofotómetro Carl Zeiss digital, modelo D2, a 530 nm.

**Patrones.-** Los patrones se corrieron por triplicado con cada serie de determinaciones, teniendo el proceso de desproteínización al igual que las muestras problema.

Se tuvo un coeficiente de variación intra ensayo del 6% e interensayo del 7.5%.

#### **D. DETERMINACION DE FOSFORO INORGANICO**

El fósforo inorgánico reacciona con el molibdato sódico ácido (MoNaA) y forma ácido fosfomolibdico. el MoNaA del fosfomolibdato es reducido por un agente reductor: reactivo de Elon (sulfato de P-metilaminofenol). el MoNaA del ácido molibdico no combinado es también reducido por el reactivo de Elon, pero en cantidades insignificantes. La cantidad de fósforo presente es determinada midiendo la intensidad del color azul del fosfomolibdato reducido. El color es debido al coloide reducido de los oxidos del molibdeno. La temperatura y acidez favorecen la intensidad del color, el cual es estable hasta 6 h. Las proteínas del plasma o suero sanguíneo pueden interferir con la lectura, por lo cual las proteínas son precipitadas con ácido tricloracético.

##### **1. Reactivos**

**Molibdato ácido:** 10gr de molibdato sódico ( $\text{Na}_2\text{MoO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ) es disuelto en 400 ml de ácido sulfúrico 2.5N.

**Reactivo de Elon:** 1g de sulfato p-metilaminofenol es disuelto en 100 ml de una solución de bisulfito de sodio al 3% ( $\text{NaHSO}_3$ )

**Ac. tricloracético al 10%:** 10g de ATA son disueltos en 100 ml de agua destilada

Patrón de fósforo: Solución madre (1000  $\mu\text{g/ml}$ ). 4.39'g de fosfato dehidrogenado de potasio ( $\text{KH}_2\text{PO}_4$ ) son disueltos en un litro de agua destilada que contenga 10 ml de ácido sulfúrico 10N.

Patrón de fósforo de trabajo: (10  $\mu\text{g/P/ml}$ ). 10 ml de solución madre se diluyen en un litro de agua destilada.

**Preparación de la muestra.** El plasma sanguíneo contiene de 30 a 60  $\mu\text{g}$  de P/ml, fósforo como  $\text{PO}_4$ . Debido al proceso de precipitación de proteínas la concentración es de 3 a 6  $\mu\text{g}$  P/ml. Asimismo, como se utilizó 1 ml de la muestra desproteinizada y se llevó a 10 ml, el factor final de dilución fué de  $10 \times 10 = 100$ , es decir tuvimos un rango de .3 a .6  $\mu\text{gP/ml}$ .

## 2. PROCEDIMIENTO

### Muestras.

Se Pipeteó 1 ml de la solución de plasma a un tubo con capacidad de 12 ml.

Se añadió 1 ml de la solución de ácido molibdico, se agitó en "vortex" y esperó 30 min.

Se agregó 1 ml de reactivo de Elon, más 7 ml de agua destilada, se agitó en "vortex" y esperó 20 minutos.

Se procedió a leer en un espectrofómetro Bausch and Lomb spectronic 700 a 660 nm. El color es estable por lo menos durante 6 h.

### Curva patrón

La secuencia es la misma que para las muestras, excepto que en lugar de la muestra se añaden cantidades variables del patrón de trabajo y por lo tanto de agua destilada como se ilustra en el cuadro siguiente:

TUBO	Fósforo (g/ml)	Estandar de Trabajo P (ml)	Acido Molibdico (ml)	Reactivo de Elon (ml)	Agua destilada (ml)
1	0.05	0.00	1	1	8.0
2	0.5	0.5	1	1	7.5
3	1.0	1.0	1	1	7.0
4	2.0	2.0	1	1	6.0
5	4.0	4.0	1	1	4.0
6	6.0	6.0	1	1	2.0
7	8.0	8.0	1	1	0.0

Cálculos.

La ecuación

$$Y = a - bx$$

Se despejó x

$$x = \frac{y - a}{b}$$

Donde:

y = Absorbancia de los patrones

x = Concentración de fósforo de los patrones ( $\mu\text{g/ml}$ )

Se sustituyó en la ecuación anterior, los valores de absorbancia de cada muestra, para obtener el valor de X.

#### E. DETERMINACION DE CALCIO, MAGNESIO Y POTASIO POR ESPECTROFOTOMETRIA DE ABSORCION ATOMICA

En la espectrofotometría de absorción atómica se mide la energía que absorben los átomos en vez de medir la energía que estos emiten. El

elemento de interés de una muestra se disocia de sus enlaces químicos y se coloca en un estado no excitado, no ionizado y en su estado mínimo de energía. En estas condiciones el elemento es capaz de absorber radiación externa que es la que se mide. Cada elemento tiene su propio espectro de emisión y absorción que es característico.

## 1. Soluciones patrón y reactivos

### Calcio

Solución madre de calcio: 1000  $\mu\text{g}$  de Ca/ml

Carbonato de Calcio ( $\text{CaCO}_3$ ) tiene un PM=100.09; el 40.08% es Ca.

1g de  $\text{CaCO}_3$ /l=400.8  $\mu\text{g}$  Ca/ml

$1,000 + 400.8 = 2.495/1 = 1000 \mu\text{g Ca/ml}$

Se disolvió 2.495 g de  $\text{Ca CO}_3$  (secado al horno a  $70^\circ\text{C}$  x 3 h) en la cantidad necesaria de HCL al 50%. Cuando se enfría se lleva al volumen de un litro con agua deionizada.

### Potasio

Solución madre de potasio: 1,000  $\mu\text{g}$  de K/ml

Cloruro de potasio (KCl) tiene un PM = 74 = 74.56; el 5244 mg de K/ml

$1000 + 524.4 = 1.9069 \text{ g/l}$

Se disolvió 1.9069 gr de KCl (secado al horno  $70^\circ\text{C}$  x 3 h) y completó a un litro con agua deionizada.

### Magnesio

Solución madre de magnesio: 1,000  $\mu\text{g/ml}$ .

Se disolvió 1 gr de Mg puro en cinta, en un volumen mínimo de HCl y agua deionizada (1 vol/1vol), una vez disuelto se aforó a 1 lt. con agua

deionizada al 1% de HCl (v/v).

Solución de cloruro de lantano ( $\text{LaCl}_3$ ), 5% lantano.

Se disolvieron 58.65 g de óxido de lantano  $\text{La}_2\text{O}_3$  en 250 ml de HCl concentrado y al enfriarse se aforó a 1L con agua deionizada. Se diluyó esta solución al 1%, para uso en los análisis.

Ac. Tricloracético (ATA) al 10% P/v.

Se disolvieron 100 g de ATA en un litro de agua deionizada.

## 2. Soluciones patrón de trabajo

### Calcio

En matraces volumétricos de 100 ml se prepararon patrones de trabajo de 0,1,2,3 y 4  $\mu\text{g}$  de Ca/ml. A cada patrón se le agregó 18 ml de ATA al 10% para igualar la dilución final del plasma y 8 ml de  $\text{LaCl}_3$  al 1%. Se diluyó el plasma 1 a 10 con TCA al 10% para desproteínizar y se tomó 1 ml de la mezcla diluyendo a 5 ml con  $\text{LaCl}_3$  al 1%. Esta concentración de lantano puede controlar más o menos 200  $\mu\text{g}/\text{ml}$  de ión fosfato, mismo que interfiere marcadamente en el análisis de calcio. El factor de dilución fue  $10 \times 5 = 50$ . Los niveles plasmáticos de Ca varían de 90 a 110  $\mu\text{g}/\text{ml}$  y debido a la dilución empleada de 50, los valores se encontraron de 1.8 a 2.2  $\mu\text{g}/\text{ml}$ .

### Magnesio

En matraces volumétricos de 100 ml se prepararon patrones de 0, .1, .2, .4, .6 y .8  $\mu\text{g}$  de Magnesio/ml. La determinación de este mineral se hizo de la misma preparación del Ca. La concentración en el plasma oscila entre 18 - 31  $\mu\text{g}/\text{ml}$  debido al factor final de dilución de 50, estos tuvieron un rango de 0.36 a 0.62  $\mu\text{g}$  de Mg/ml.

## **Potasio**

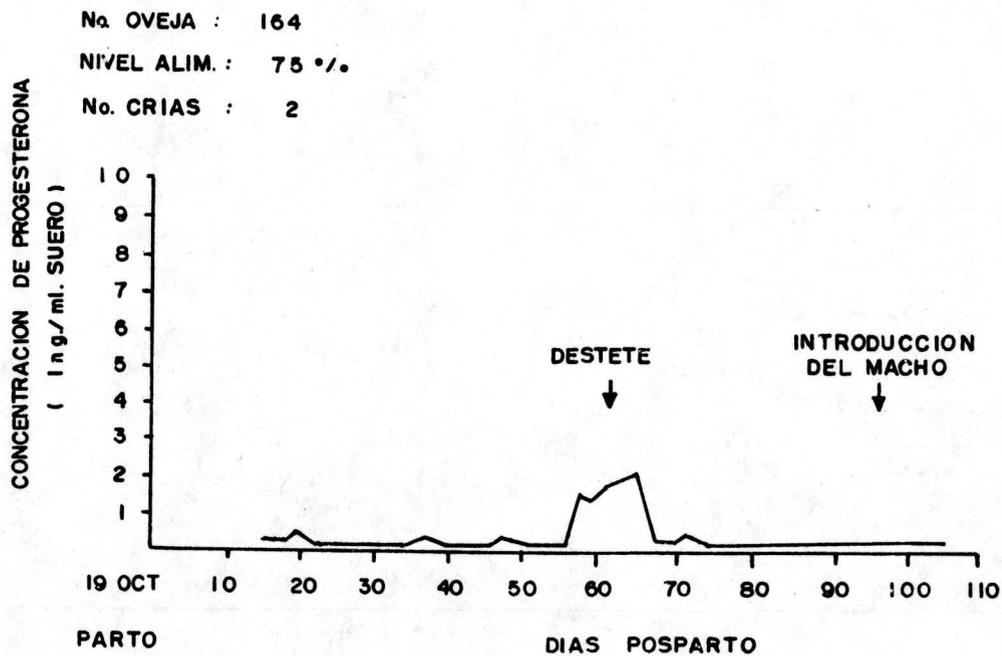
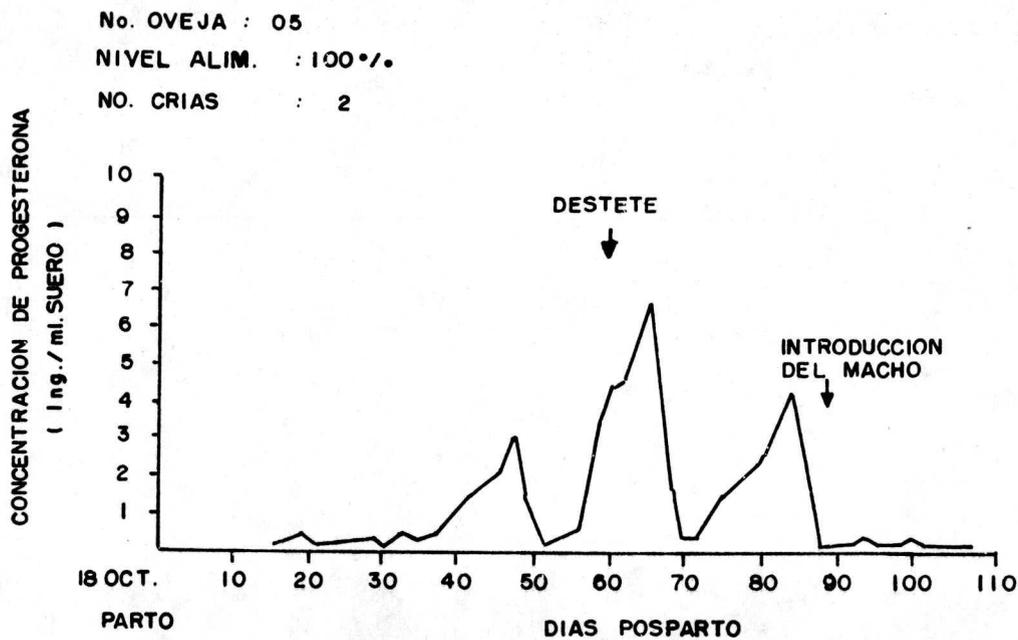
En matraces volumétricos de 100 ml se prepararon patrones de 0.5, 1, 1.5, 2.0 y 3  $\mu\text{g/ml}$ . En el plasma la concentración de K tiene un rango de 200 - 240  $\text{m}=\mu\text{g/ml}$  y al diluir el plasma 1 - 200 se esperó un rango de 1 - 1.2  $\mu\text{g/ml}$ . La muestra de plasma se diluyó de 1 a 10 con ATA al 10%. Se tomó 0.5 ml de la mezcla y se diluyó a 10 ml con agua deionizada. El factor de dilución fue:  $10 \times 20 = 200$ .

### **3. Lectura de patrones y muestras problema**

Se utilizó un espectrofotómetro de absorción atómica Perkin Elmer de llama, modelo 4000. El aparato está diseñado para integrar las lecturas cada 0.5 hasta 60 seg. Programandose en la determinación de Ca, Mg y K un tiempo de integración de 2 seg., es decir 4 lecturas.

Cada 20 muestras se leyó la curva patrón, obteniendose un coeficiente de variación intra ensayo para Ca y Mg de 5% y para K del 7%.

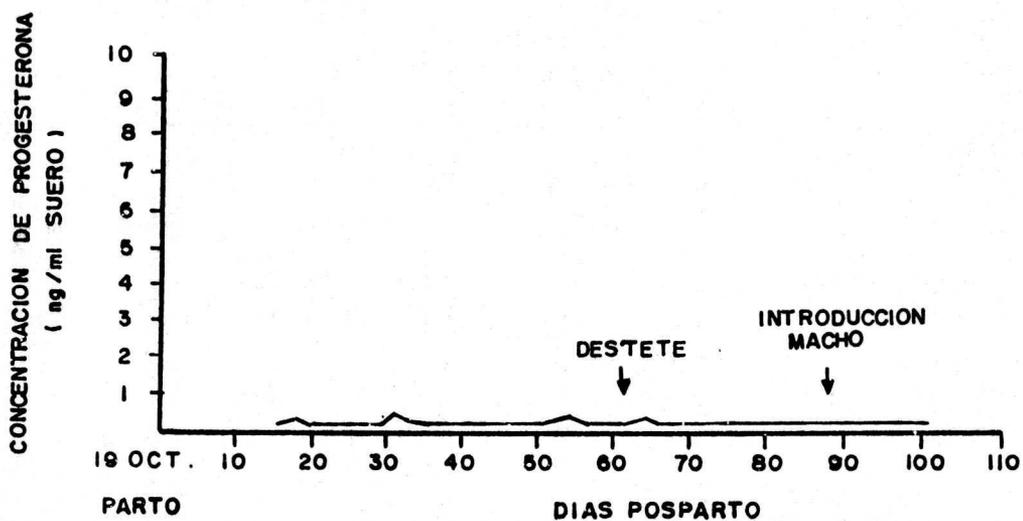
F. CAMBIOS EN LA CONCENTRACION PLASMATICA INDIVIDUAL DE PROGESTERONA DURANTE EL PERIODO POSPARTO



No. OVEJA : 166

NIVEL ALIM. : 100 %

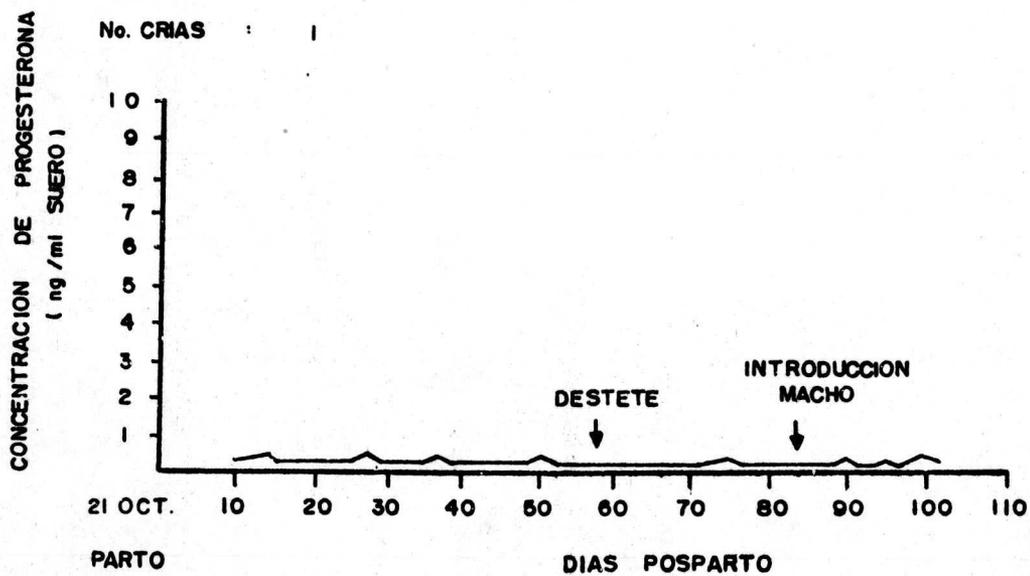
No. CRIAS : 2



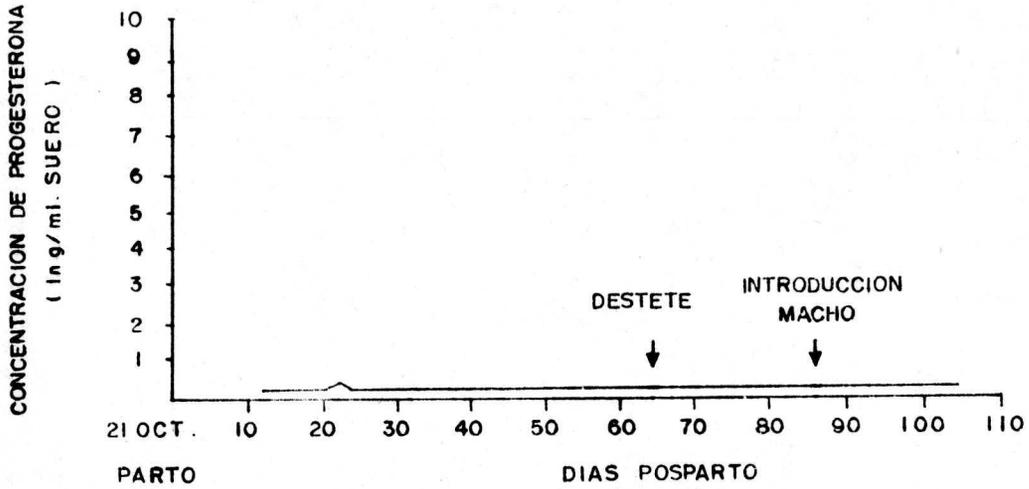
No. OVEJA : 1928

NIVEL ALIM. : 75 %

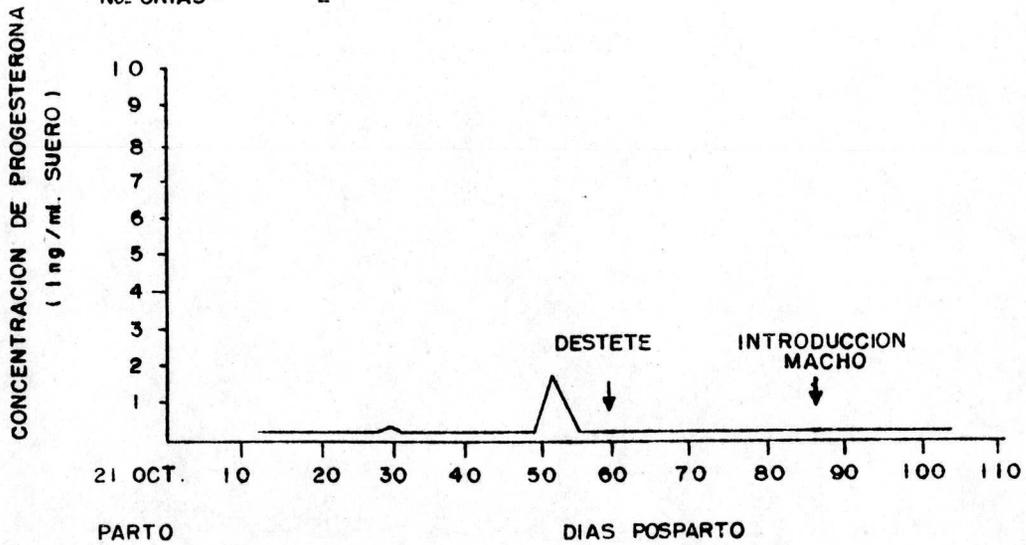
No. CRIAS : 1



No. OVEJA : 2700  
 NIVEL ALIM. : 75 %  
 No. CRIAS : 2



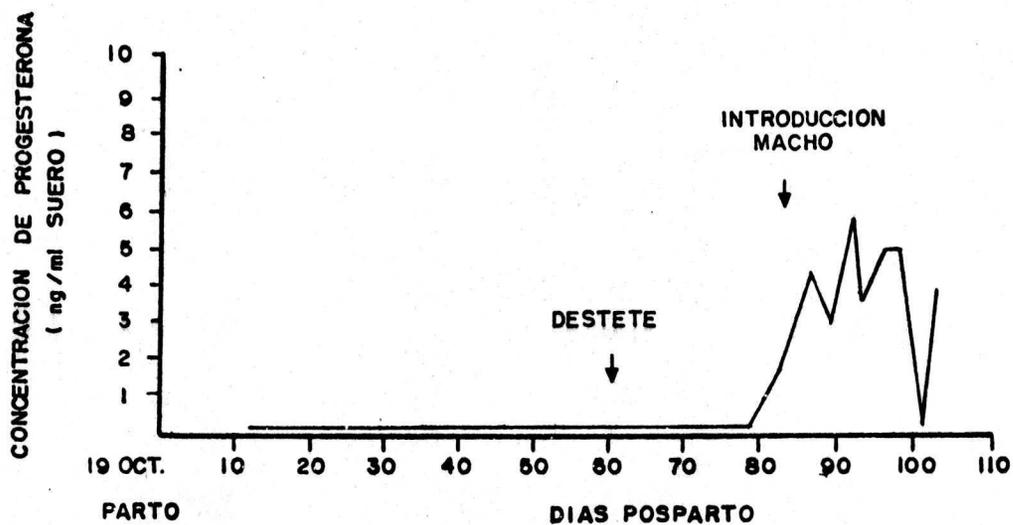
No. OVEJA : 2716  
 NIVEL ALIM. : 125 %  
 No. CRIAS : 2



No. OVEJA : 3470

NIVEL ALIM. : 100 %.

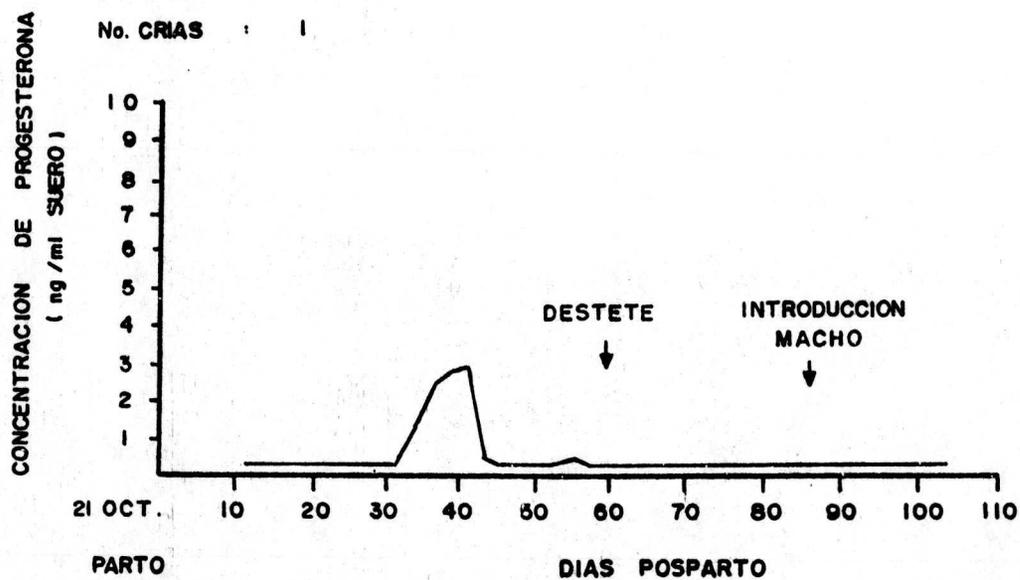
No. CRIAS : 1



No. OVEJA : 4531

NIVEL ALIM. : 75 %.

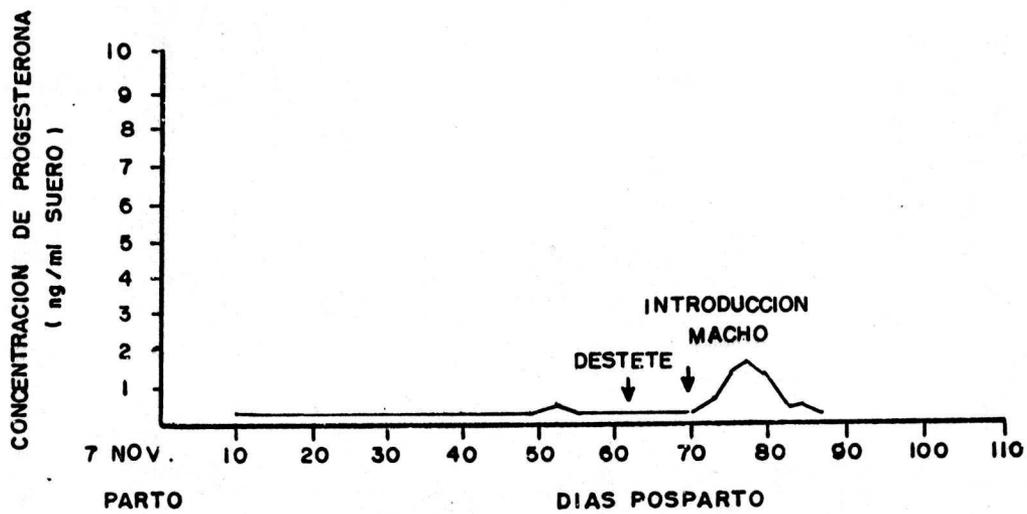
No. CRIAS : 1



No. OVEJA : 6453

NIVEL ALIM. : 100 %.

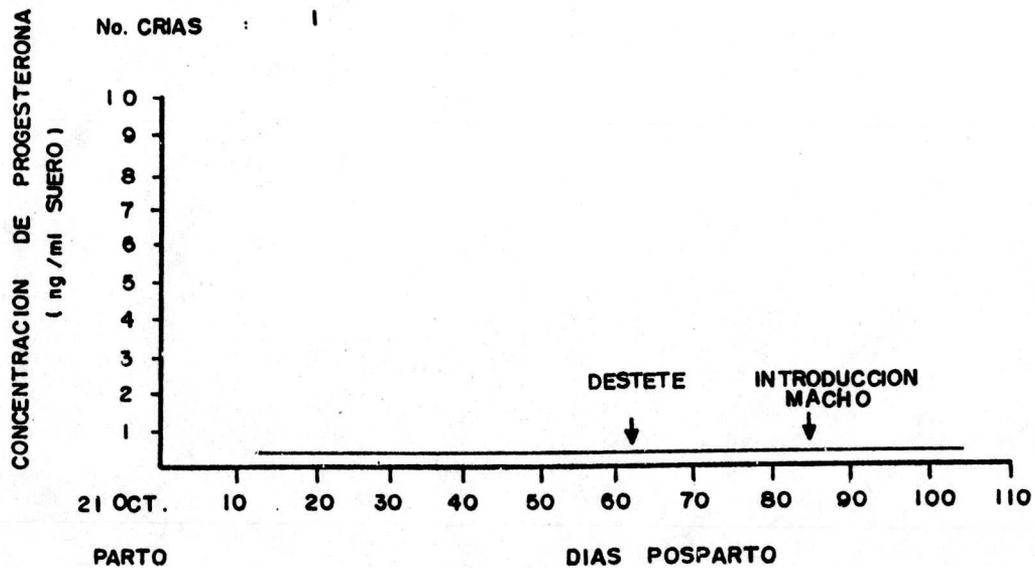
No. CRIAS : 1



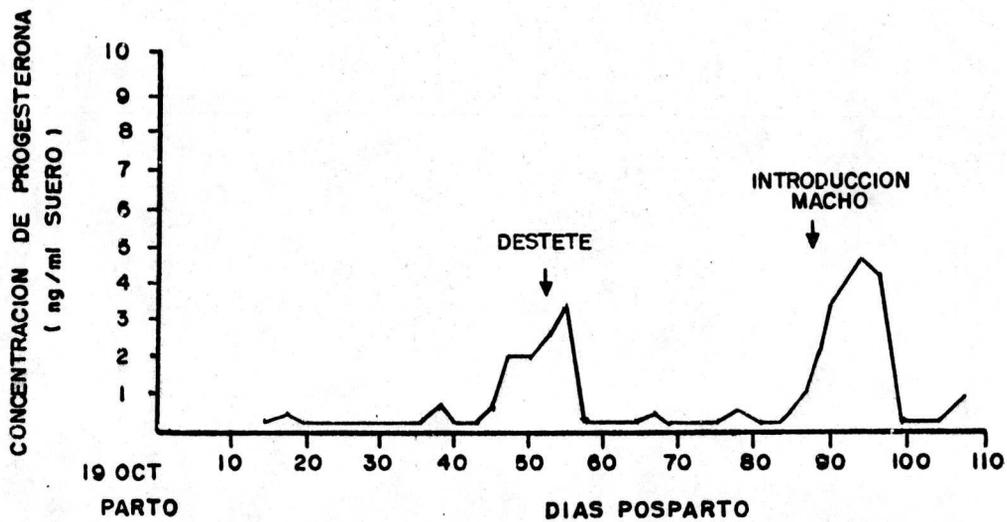
No. OVEJA : 7070

NIVEL ALIM. : 125 %.

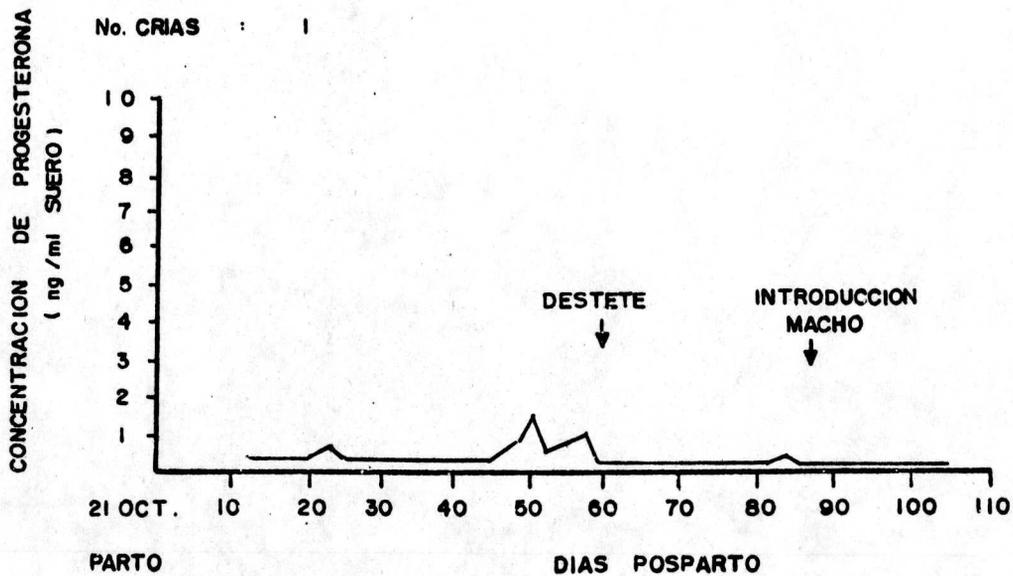
No. CRIAS : 1



No. OVEJA : 7548  
 NIVEL ALIM. : 125 %  
 No. CRIAS : 1



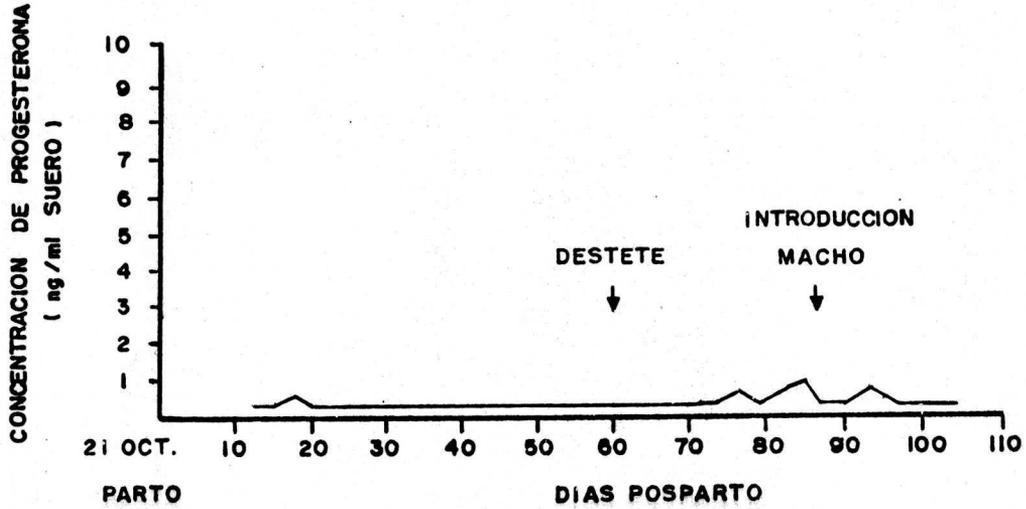
No. OVEJA : 7965  
 NIVEL ALIM. : 125 %  
 No. CRIAS : 1



No. OVEJA : 7979

NIVEL ALIM. : 125 %

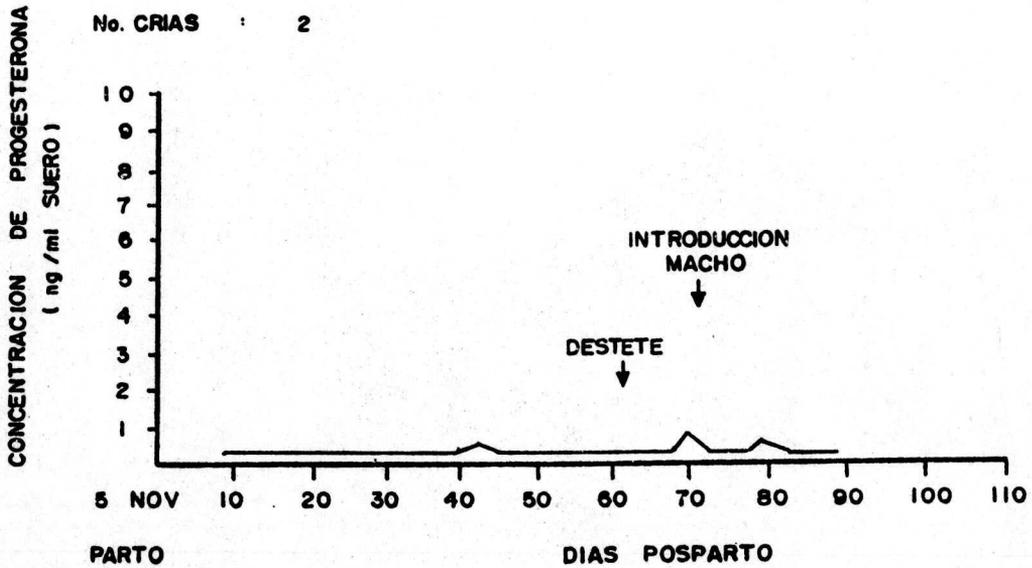
No. CRIAS : 2



No. OVEJA : 8599

NIVEL ALIM. : 75 %

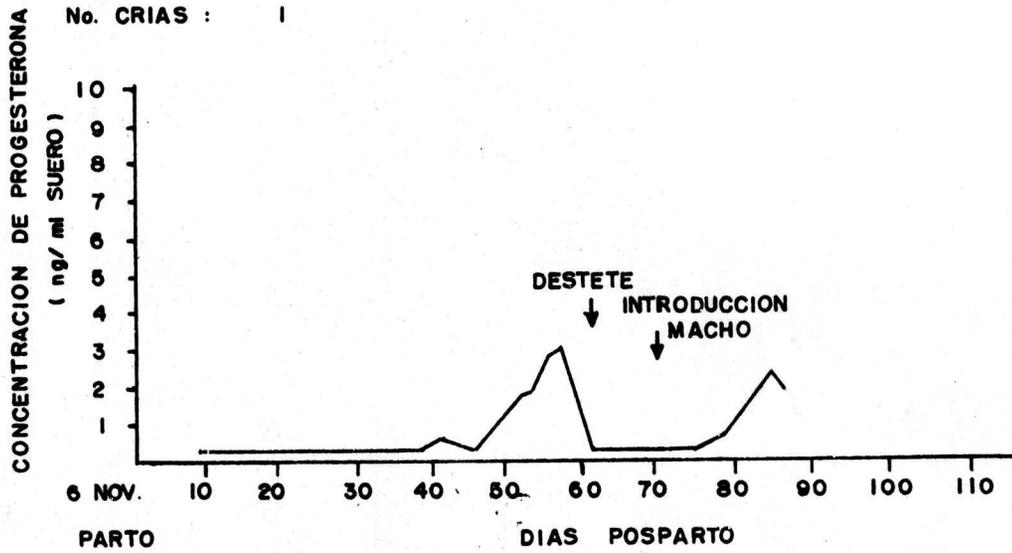
No. CRIAS : 2



No. OVEJA: 9319

NIVEL ALIM.: 75 %

No. CRIAS : 1



G. CAMBIOS EN LA CONCENTRACION DE COMPONENTES PLASMATICOS DURANTE LA GESTACION Y LACTANCIA (MMC $\pm$ EE)

EVENTO	No. OBS.	UREA mg/100 ml	TRIPTOFANO TOTAL $\mu$ g/ml	LIPIDOS TOTALES	$\beta$ HIDROXI- BUTIRATO	CALCIO. mg/100 ml	FOSFORO INORGANICO MAGNESIO POTASIO		
EMPADRE	15	22 $\pm$ 1.8	11 $\pm$ 0.7	202 $\pm$ 9	.8 $\pm$ 0.3	7.2 $\pm$ 0.3	22.1 $\pm$ 1.7	2.1 $\pm$ 0.1	28 $\pm$ 0.8
SEM. 13	15	17 $\pm$ 1.8	8 $\pm$ 0.7	187 $\pm$ 9	.8 $\pm$ 0.3	8.4 $\pm$ 0.3	18.1 $\pm$ 1.7	2.5 $\pm$ 0.1	28 $\pm$ 0.8
15.5	15	17 $\pm$ 1.8	9 $\pm$ 0.7	183 $\pm$ 9	1.7 $\pm$ 0.3	8.1 $\pm$ 0.3	8.3 $\pm$ 1.7	2.3 $\pm$ 0.1	25 $\pm$ 0.8
18	15	10 $\pm$ 1.8	11 $\pm$ 0.7	171 $\pm$ 9	1.6 $\pm$ 0.3	7.7 $\pm$ 0.3	11.6 $\pm$ 1.7	2.4 $\pm$ 0.1	24 $\pm$ 0.8
PARTO	15	5 $\pm$ 2.3	13 $\pm$ 0.9	181 $\pm$ 8	1.7 $\pm$ 0.4	7.0 $\pm$ 0.3	10.1 $\pm$ 0.9	2.8 $\pm$ 0.2	23 $\pm$ 1
SEM. 2	15	5 $\pm$ 2.3	11 $\pm$ 0.9	191 $\pm$ 8	1.9 $\pm$ 0.4	7.1 $\pm$ 0.3	9.2 $\pm$ 0.9	2.8 $\pm$ 0.2	20 $\pm$ 1
4	15	8 $\pm$ 2.3	14 $\pm$ 0.9	204 $\pm$ 8	2.4 $\pm$ 0.4	7.8 $\pm$ 0.3	7.7 $\pm$ 0.9	2.8 $\pm$ 0.2	23 $\pm$ 1
6	15	9 $\pm$ 2.3	14 $\pm$ 0.9	209 $\pm$ 8	2.6 $\pm$ 0.4	7.6 $\pm$ 0.4	7.3 $\pm$ 0.9	3.0 $\pm$ 0.2	21 $\pm$ 1
8	15	12 $\pm$ 2.3	9 $\pm$ 0.9	200 $\pm$ 8	2.9 $\pm$ 0.4	7.9 $\pm$ 0.3	5.9 $\pm$ 0.9	2.3 $\pm$ 0.2	22 $\pm$ 1
10	15	20 $\pm$ 2.3	8 $\pm$ 0.9	192 $\pm$ 8	3.4 $\pm$ 0.4	7.3 $\pm$ 0.3	7.7 $\pm$ 0.9	2.4 $\pm$ 0.2	23 $\pm$ 1
12	15	17 $\pm$ 2.3	9 $\pm$ 0.9	170 $\pm$ 8	3.6 $\pm$ 0.4	8.0 $\pm$ 0.3	16.8 $\pm$ 0.9	2.1 $\pm$ 0.2	24 $\pm$ 1
15	12	16 $\pm$ 2.6	8 $\pm$ 1.0	190 $\pm$ 9	2.6 $\pm$ 0.4	10.0 $\pm$ 0.3	15.9 $\pm$ 1.0	2.9 $\pm$ 0.2	29 $\pm$ 1

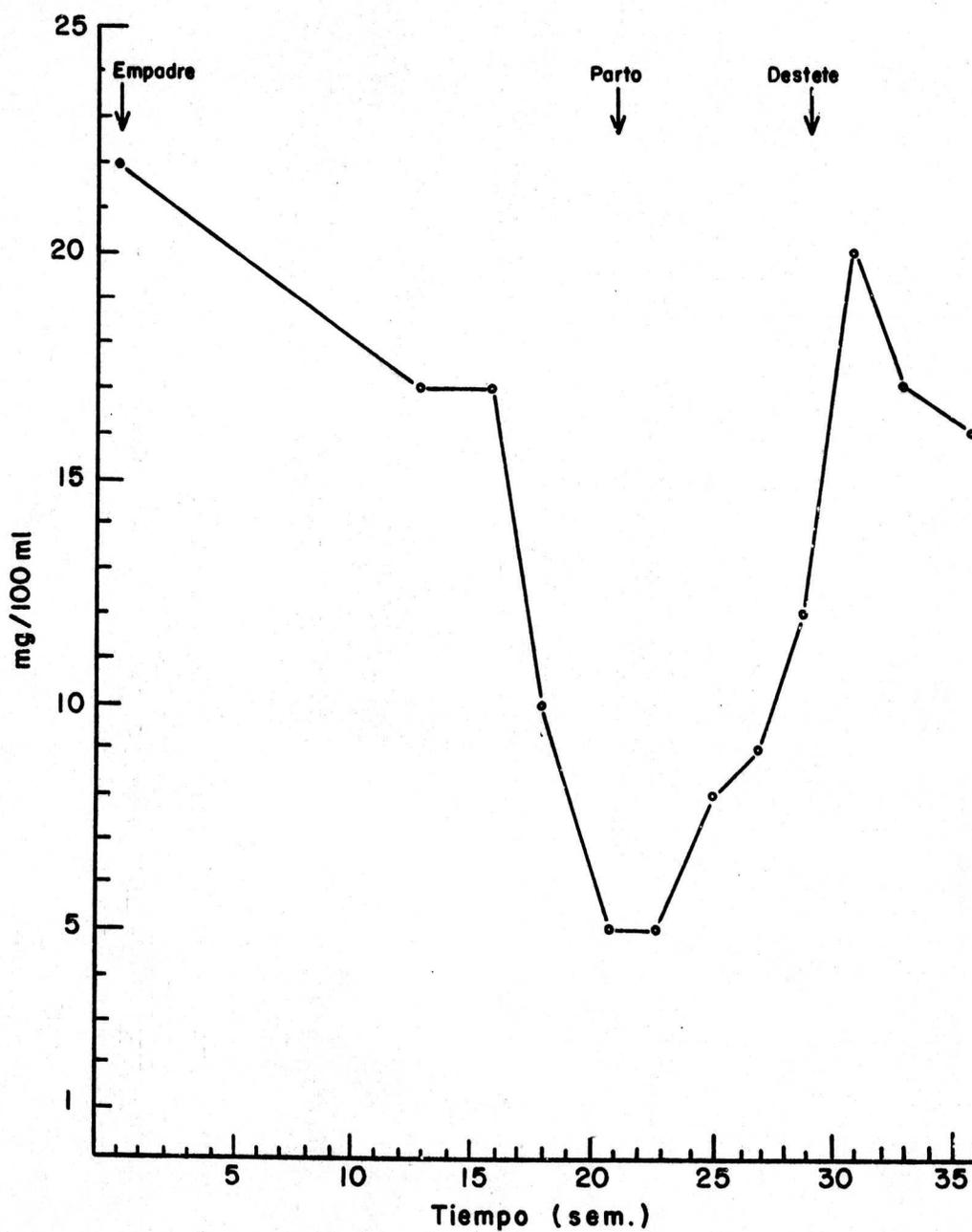


FIGURA 11. Cambios en la concentración media plasmática de Urea durante la gestación y posparto.

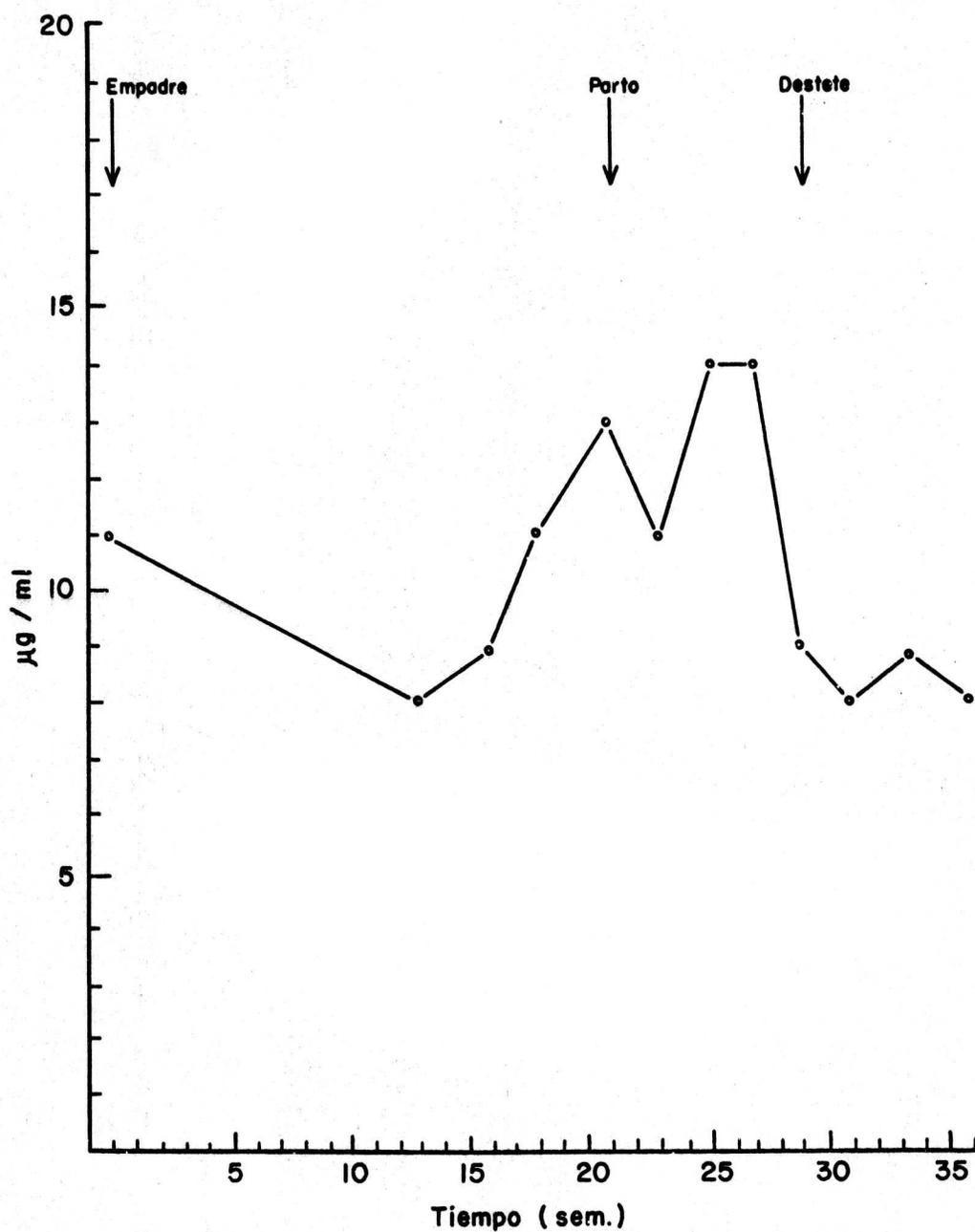


FIGURA 12. Cambios en la concentración media plasmática de Triptófano durante la gestación y posparto.

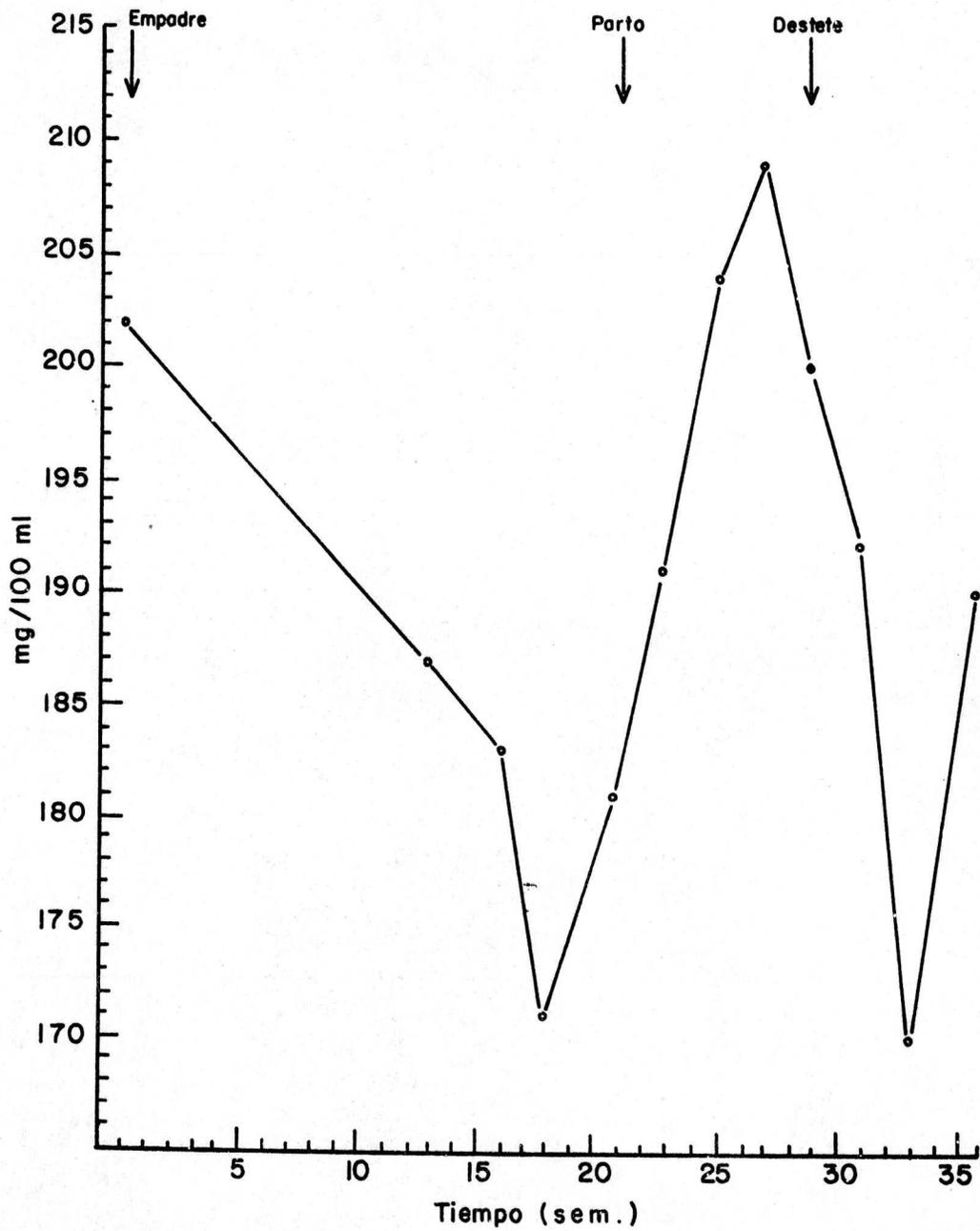


FIGURA 13. Cambios en la concentración media plasmática de Lípidos totales durante la gestación y posparto.

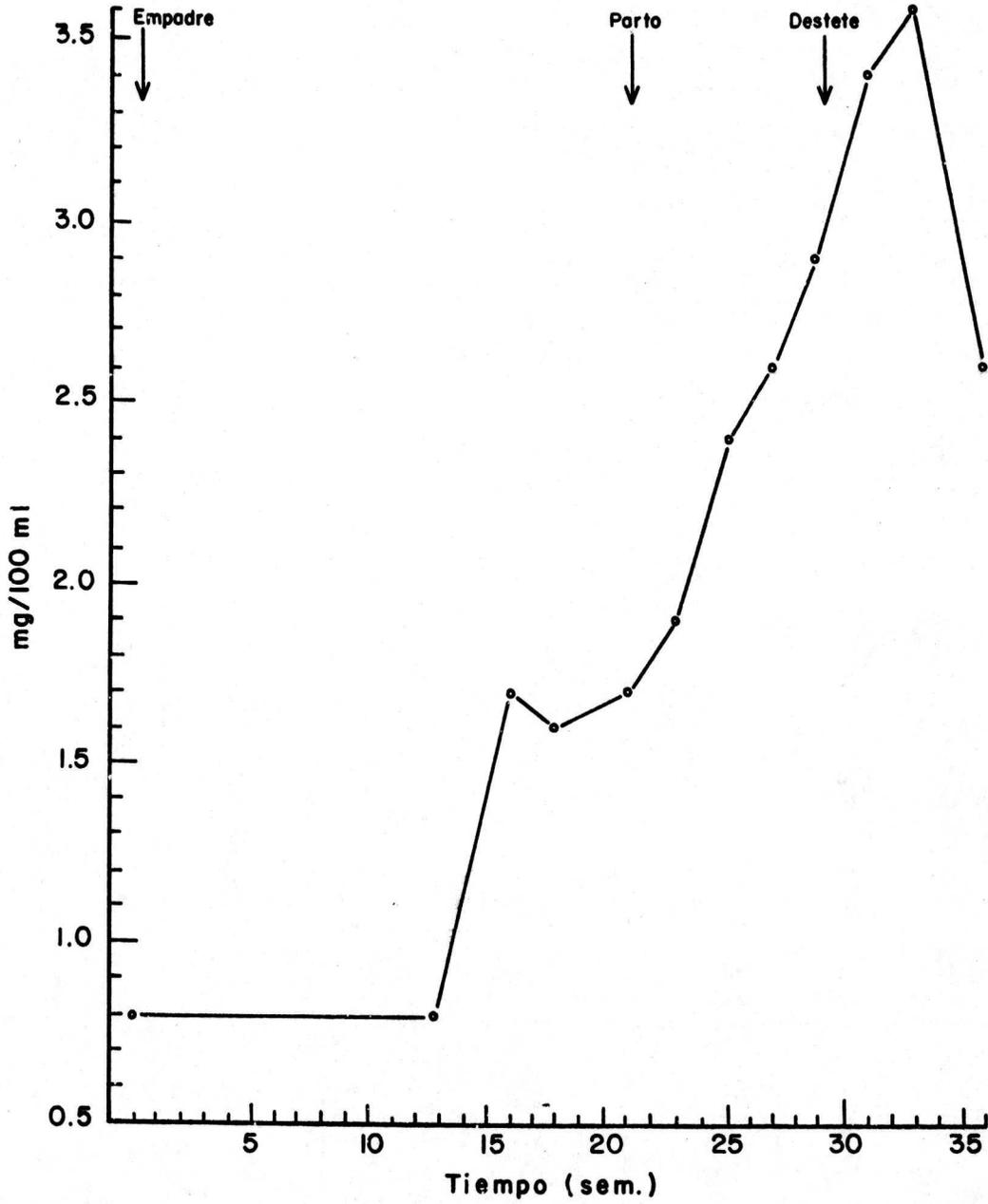


FIGURA 14. Cambios en la concentración media plasmática de  $\beta$ -Hidroxibutirato durante la gestación y posparto.

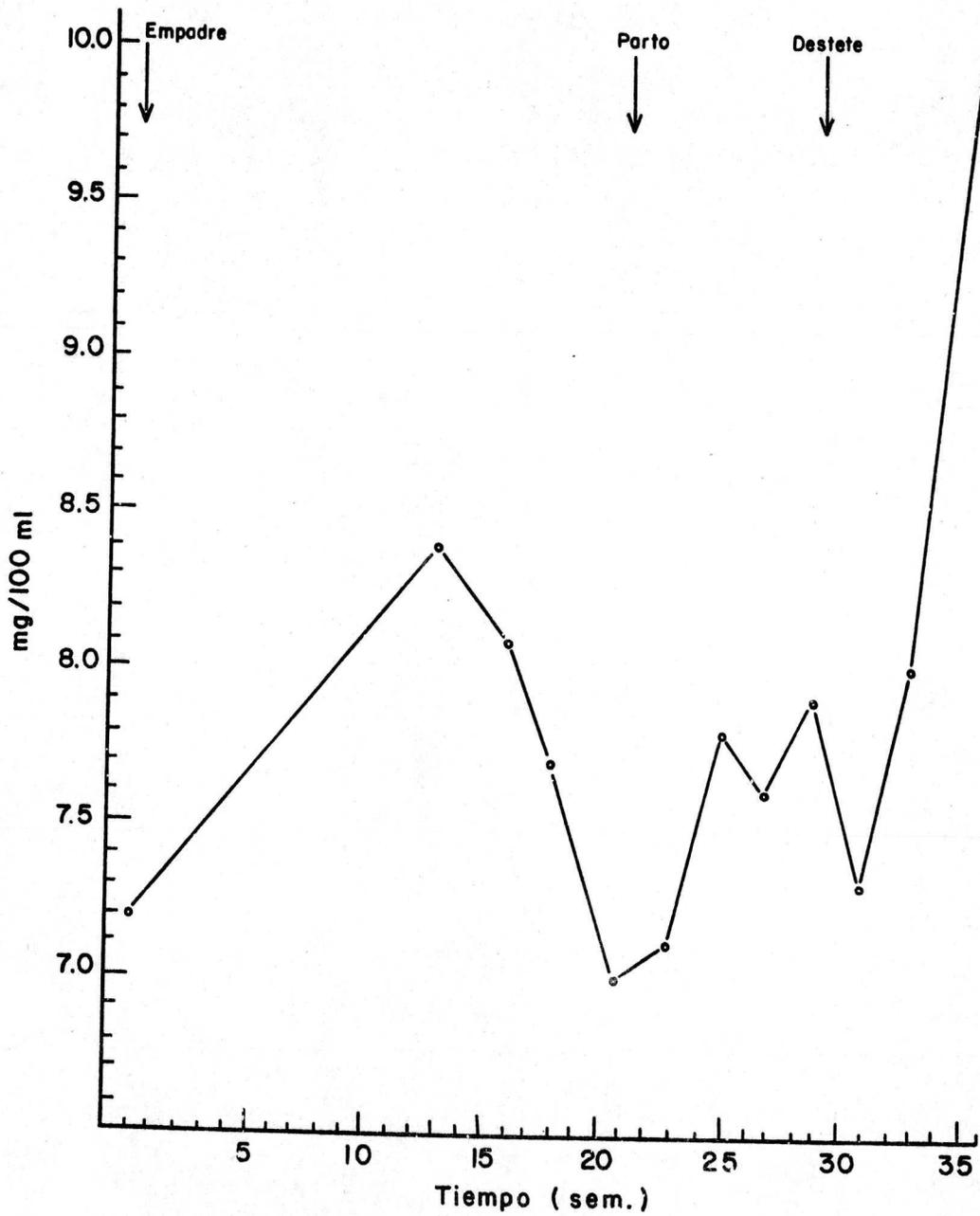


FIGURA 15. Cambios en la concentración media plasmática de calcio durante la gestación y posparto.

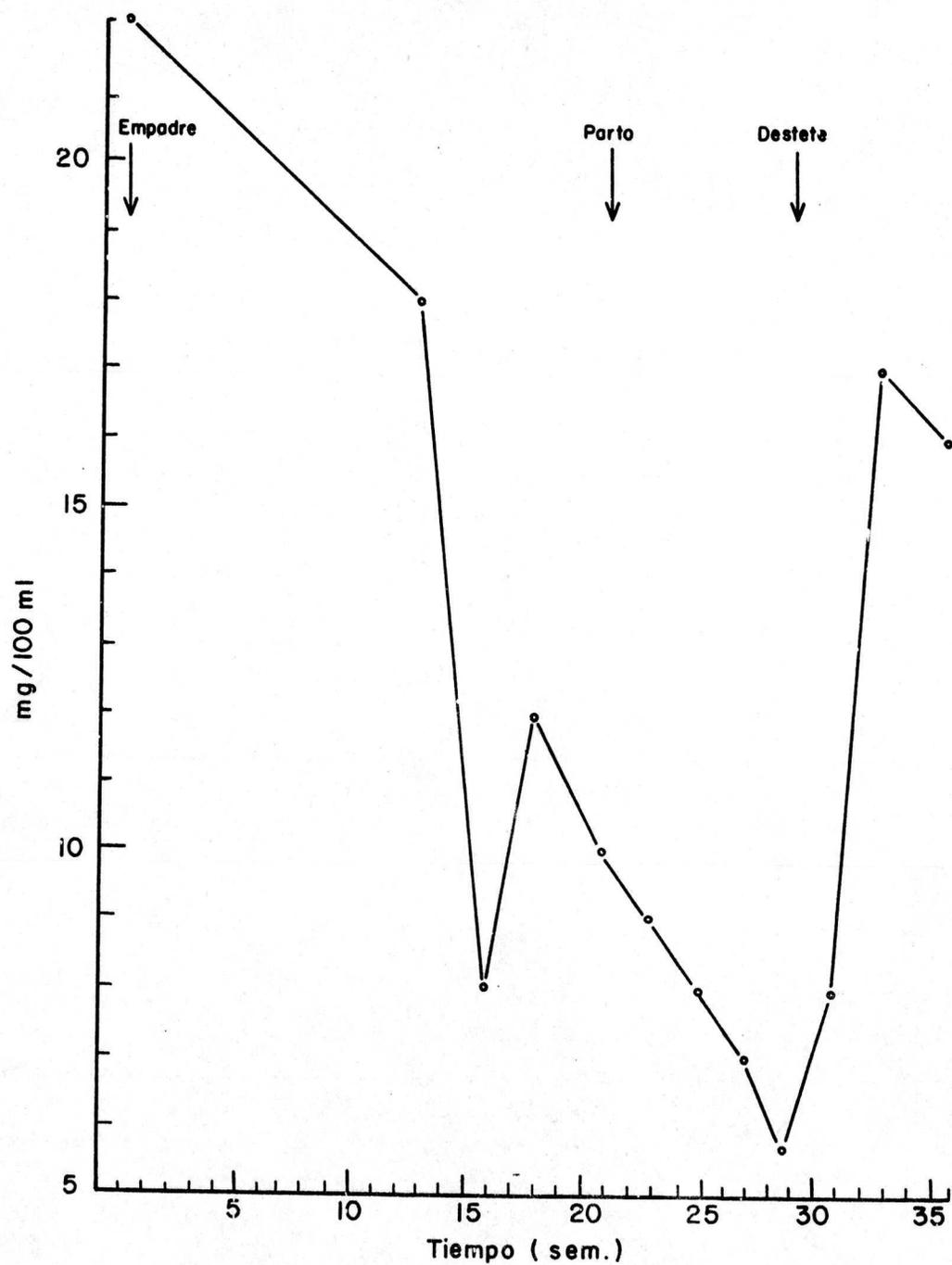


FIGURA 16. Cambios en la concentración media plasmática de fósforo inorgánico durante la gestación y posparto.

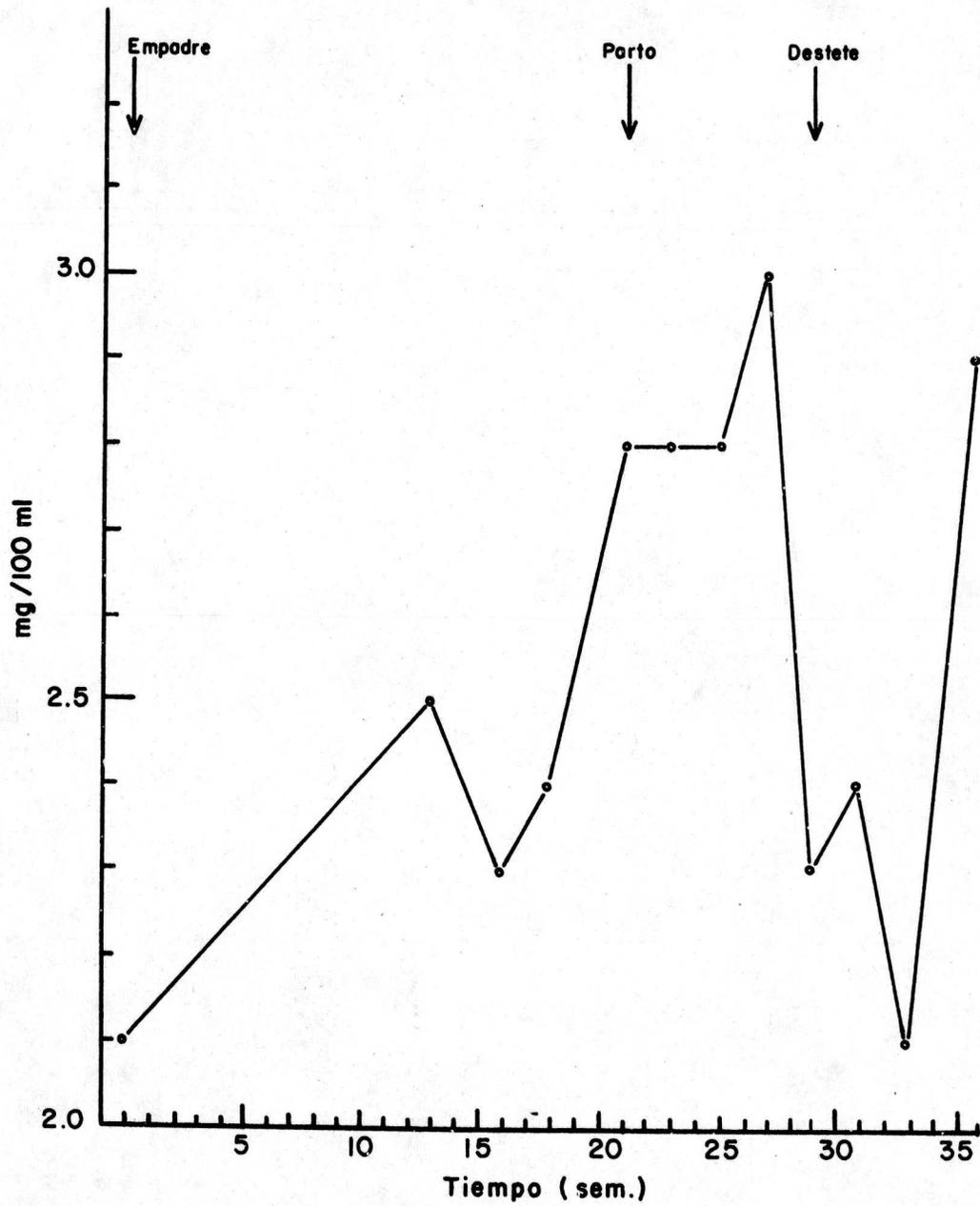


FIGURA 17. Cambios en la concentración media plasmática de magnesio durante la gestación y posparto.

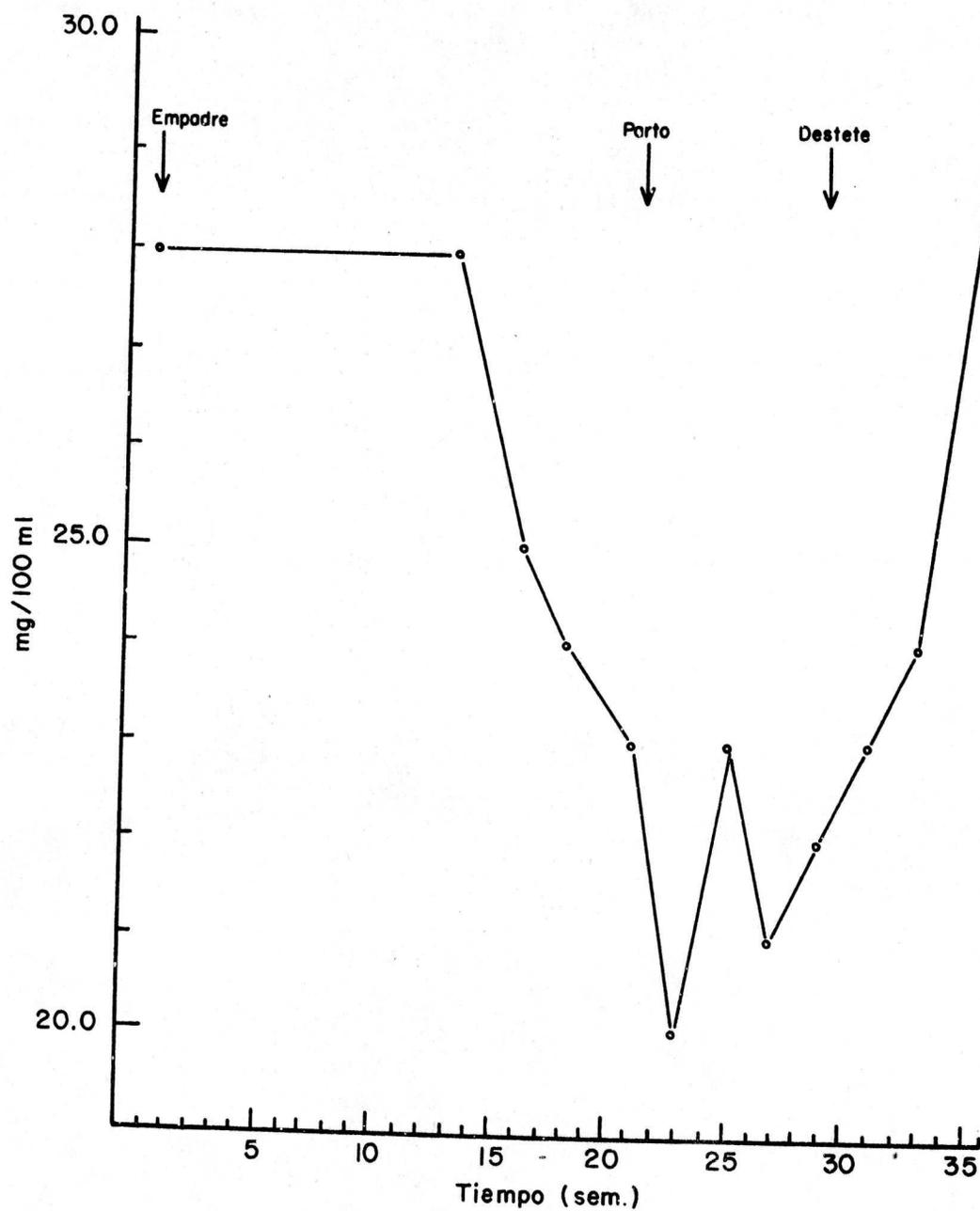


FIGURA 18. Cambios en la concentración media plasmática de potasio durante la gestación y posparto