

01682

2 ej.



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO
FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA
DIVISION DE ESTUDIOS DE POSGRADO E
INVESTIGACION

ESTUDIO DEL METABOLISMO Y LA RELACION DE LOS
TRASTORNOS METABOLICOS CON LA
PRODUCTIVIDAD DE VAQUILLAS HOLSTEIN-FRIESIAN
NEOCELANDESAS Y AMERICANAS EN PASTOREO
CONTROLADO

Tesis de

DOCTOR EN CIENCIAS VETERINARIAS

(ALIMENTACION Y NUTRICION ANIMAL)

Presentada por:

MARIO MEDINA CRUZ, MVZ, MSc

Director de tesis:

JAN BOUDA, MVDr, CSc, DrSc

MEXICO DF

1998



267589

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

DECLARACION

El autor da su consentimiento a la División de Estudios de Posgrado e Investigación de la Facultad (DEPeI) para que esta tesis esté disponible para cualquier tipo de reproducción e intercambio bibliotecario.

DEDICATORIAS

A mi familia entera y a mi hija Paola quienes son lo más importante en mi vida.

DIRECTOR Y ASESOR DE TESIS

Jan Bouda, MVDr, CSc, DrSc

MIEMBROS DEL JURADO (en orden alfabético)

Joel Hernández Cerón, MVZ, M en C, DCV

Leopoldo Paasch Martínez, MVZ, PhD.

Marcelo Pérez Domínguez , MVZ, MSc, PhD.

José Pablo Pérez Gavilán Escalante , QFB, M en C

Carlos Sosa Ferreira, MVZ, MSc, PhD.

Luis Zarco Quintero, MVZ, PhD.



A G R A D E C I M I E N T O S

- ◆ Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACyT) y a Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la UNAM por el apoyo financiero que me permitió llevar a cabo estos estudios.
- ◆ Al Dr. Jan Bouda, en su calidad de asesor del Doctorado en Ciencias Veterinarias, por sus instrucciones, enseñanzas, asesorías, tiempo y valiosos consejos que me otorgó durante la realización de esta investigación.
- ◆ Al Dr. Leopoldo Paasch Martínez, Secretario Administrativo de la UNAM, quien como Director de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia durante la realización de la investigación, la apoyó, así como también por sus enseñanzas y participación en el comité tutorial de grado.
- ◆ Al Dr. Luis Zarco Quintero, Director de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, quien como Jefe del Departamento de Reproducción durante la realización de la investigación, apoyó el estudio mediante la realización de análisis para la determinación de progesterona plasmática. También por sus consejos y participación en el comité tutorial de grado.
- ◆ Al QFB, MC José Pablo Pérez-Gavilán Escalante, jefe del Departamento de Biotecnología del Instituto de Investigaciones Biomédicas de la UNAM, por la realización de análisis de leche y de ácidos grasos volátiles en líquido ruminal, así como también por su participación como tutor del programa de posgrado.
- ◆ A los miembros de mi comité tutorial no mencionados anteriormente, Dr. Carlos Sosa Ferreira, por su asesoría en estadística y en el sistema de producción lechero Neocelandés y al Dr. Marcelo Pérez Domínguez, por su asesoría en el diagnóstico de Mastitis.
- ◆ Al Laboratorio de Diagnóstico Clínico de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la UNAM por el apoyo económico brindado para la realización de este estudio a través del proyecto PAPIIT no. IN 502295.
- ◆ Al Dr. Alejandro Polanco Jaime, Director del Programa Universitario de Alimentos, a través del cual se apoyó financieramente esta investigación en su fase final de realización.
- ◆ A la Sra. Bronwen Chang, Embajadora de Nueva Zelanda en México, por el apoyo financiero para visitar Nueva Zelanda lo que me permitió profundizar en mis conocimientos sobre el sistema de producción de leche basado únicamente en el pastoreo controlado.
- ◆ Al mismo tiempo, un agradecimiento a las personas que realizaron diversos análisis de laboratorio: QFB Rosalba Salcedo Elicea, QFB Arlette Castillo Mata, MVZ Evangelina Romero Callejas, MVZ Clara Murcia Mejía, Q. Ma. Antonieta Aguirre García y QFB Norma Vázquez.
- ◆ Igualmente, un agradecimiento a las siguientes personas del Centro de Enseñanza, Investigación y Extensión en Producción Bovina y Caprina (CEIEPByC) "Rancho 4 Milpas", por el cuidado y manejo de los animales durante la realización del proyecto: MVZ Vicente Lemus Ramírez, MVZ Sara Lugo León y MVZ Ernesto Valencia Gutiérrez.

RESUMEN

Se estudió el metabolismo de 7 vaquillas Holstein-Friesian Neocelandesas y 6 Holstein-Friesian Americanas alimentándose exclusivamente con base en el pastoreo controlado de una pradera de leguminosas (trébol blanco y trébol rojo) y pastos (rye grass y orchard). Las asignaciones de pradera fueron de 16 kg de materia seca para las Neocelandesas y de 17.5 kg para las Americanas. Se estudiaron en total 42 parámetros en plasma sanguíneo (10), en líquido ruminal (10), orina (12), rendimientos de leche (3), rendimientos de los sólidos de leche (3), pesos (1), calificación de condición corporal (1), estatura a la cruz (1) y progesterona plasmática (1). En adición se monitorearon la incidencia de mastitis, de parasitosis y la composición de la pradera y de la tierra. Todos los parámetros estudiados estuvieron dentro de los valores de referencia a excepción de los cuerpos cetónicos en orina. Se detectaron niveles mínimos de cuerpos cetónicos (10 mg/100 ml) dentro de las primeras 8 semanas de lactancia hasta en el 29% (2/7) de las Neocelandesas y en el 33% de las Americanas (2/6). Las Neocelandesas tuvieron picos de producción y picos de rendimiento de sólidos de leche de 25.7 kg y 1.73 kg a los 39 días de lactancia y las Americanas de 24.90 kg y 1.64 kg a los 46 días. Las producciones de leche de las Neocelandesas y Americanas a 305 días fueron de 5,114 kg y 5,002 kg y las producciones de leche/hectárea fueron de 17,899 kg y 16,007 kg respectivamente. Las Neocelandesas tuvieron menor peso corporal, mayor calificación de condición corporal y menor estatura a la cruz en comparación con las Americanas a todo lo largo del estudio. A las 12 semanas de lactancia ambos grupos habían empezado a ganar peso corporal. Los días a primer ovulación de las Neocelandesas y las Americanas fueron de 32.7 ± 23.9 y 42.5 ± 22.3 . El número de vaquillas con mastitis subclínicas fue más alta durante los meses de mayo a septiembre en ambos grupos. En ambos grupos hubo bajos conteos de huevecillos de parásitos. La pradera y la tierra fueron deficientes en su contenido de selenio por lo que se administró una mezcla de sales minerales. Con base en estos resultados, se puede considerar que las enfermedades metabólicas no son una limitante para la producción de leche empleando ganado especializado alimentado sobre praderas en pastoreo controlado en el altiplano central de México.

Palabras clave: Vacas, vaquillas Holstein-Friesian Neocelandesas, vaquillas Holstein-Friesian Americanas, metabolismo, desórdenes metabólicos, sangre, líquido ruminal, orina, leche, peso corporal, calificación de la condición corporal, progesterona, pastoreo controlado.

S U M M A R Y

This study on metabolism was conducted on 7 New Zealand Holstein-Friesian first calf heifers and 6 American Holstein-Friesian first calf heifers maintained on a pasture-only controlled grazing system using legumes (white clover and red clover) and grass (rye grass and orchard). Daily assignments of pasture consisted of 16 kg of dry matter for the New Zealand group and of 17.5 kg for the American group. A total of 42 parameters were studied in blood plasma (10), ruminal fluid (10), urine (12), milk yields (3), milk solids yields (3), body weight (1), body score condition (1), wither's height (1) and plasma progesterone (1). In addition the incidence of mastitis, parasites and the composition of pasture and soil were monitored. All parameters were within the reference values except ketone bodies in urine. Low levels of ketone bodies were detected (10 mg/100 ml) in the first 8 weeks of lactation in 29% (2/7) of the New Zealand first calf heifers and in 33% of the American group (2/6). The New Zealand group had a peak of milk yield and peak of milksolids yield of 25.7 kg and 1.73 kg at day 39 of lactation and the American group of 24.90 kg y 1.64 kg at day 46 of lactation. The 305 day milk yield of the New Zealand and American first calf heifers were of 5,114 kg and 5,002 kg and the milk yields per hectare were 17,899 kg and 16,007 kg respectively. The New Zealand heifers had less body weight, higher body score condition and less wither's height in comparison to the American group throughout the study. By week 12 of lactation both groups had begun to increase body weight. Days to first ovulation in the New Zealand and American groups were 32.7 ± 23.9 and 42.5 ± 22.3 . The number of heifers with subclinical mastitis was higher in both groups from May to September. Low parasite egg counts in feces were found in both groups. Pasture and soil were deficient in selenium content, therefore a mixture of minerals' salts was administered. Based on these results, it is reasonable to consider that metabolic diseases are not limiting factors for high production dairy cattle, based on controlled grazing, in central Mexico.

Key words: Cows, New Zealand Holstein-Friesian first calf heifers, American Holstein-Friesian first calf heifers, metabolism, metabolic disorders, blood, rumen fluid, urine, milk, body weight, body score condition, progesterone, controlled grazing.

CONTENIDO

I INTRODUCCION.....	1
II REVISION DE LITERATURA.....	3
2.1. Los sistemas de producción de leche en México.....	3
2.1.1. Sistema especializado en estabulación.....	5
2.1.2. Sistema especializado y semiespecializado en semiestabulación.....	5
2.1.3. Sistema semiespecializado en pastoreo familiar.....	6
2.1.4. Sistema de doble propósito o sistema tropical.....	6
2.2. El sistema de producción de leche en pastoreo controlado.....	7
2.3. Enfermedades metabólicas.....	8
2.4. Perfiles metabólicos.....	9
2.4.1. Indicadores del balance protéico en sangre y leche.....	11
2.4.1.1. Nitrógeno uréico.....	11
2.4.1.2. Proteína total y albúmina.....	16
2.4.2. Indicadores sanguíneos del balance energético.....	17
2.4.2.1. Cuerpos cetónicos.....	17
2.4.2.1.1. Betahidroxibutirato.....	18
2.4.2.1.2. Acetoacetato.....	20
2.4.2.1.3. Acidos grasos no esterificados.....	20
2.4.2.1.4. Glucosa.....	20
2.4.3. Indicadores sanguíneos del estatus mineral.....	22
2.4.3.1. Calcio.....	22
2.4.3.2. Fósforo inorgánico.....	22
2.4.3.3. Magnesio.....	23
2.4.3.4. Sodio.....	23
2.4.3.5. Potasio.....	23
2.4.4. Indicadores metabólicos en líquido ruminal.....	23
2.4.4.1. Examen físico.....	25
2.4.4.1.1. Color.....	25
2.4.4.1.2. Olor.....	26
2.4.4.1.3. Pruebas de sedimentación y flotación.....	26
2.4.4.2. Examen químico.....	27
2.4.4.2.1. pH.....	27
2.4.4.2.2. Actividad microbiana.....	28
2.4.4.2.3. Acidos grasos volátiles.....	28
2.4.5. Indicadores metabólicos en orina.....	29
2.4.5.1. Examen físico.....	30
2.4.5.1.1. Color, olor, turbidez y sedimento.....	30
2.4.5.1.2. Gravedad específica.....	30

2.4.5.2. Examen químico.....	30
2.4.5.2.1. pH.....	30
2.4.5.2.2. Proteína.....	31
2.4.5.2.3. Otros hallazgos en orina.....	31
2.5. Alteraciones metabólicas y producción de leche.....	32
2.5.1. Curvas de producción.....	32
2.5.2. Componentes lácteos.....	34
2.5.2.1. Sólidos de leche (grasa+proteína).....	36
2.5.2.2. Grasa.....	36
2.5.2.3. Proteína.....	37
2.5.2.4. Incidencia de mastitis.....	37
2.6. Somatometría.....	38
2.6.1. Peso.....	38
2.6.2. Calificación de la condición corporal.....	43
2.6.3. Estatura.....	46
2.7. Progesterona.....	46
III HIPOTESIS.....	48
IV OBJETIVOS.....	49
V MATERIAL Y METODOS.....	50
5.1. Sangre.....	51
5.2. Líquido ruminal.....	52
5.3. Orina.....	54
5.4. Leche.....	54
5.5. Somatometría.....	55
5.6. Heces, pradera y suelo.....	55
5.7. Análisis estadístico.....	57
VI RESULTADOS.....	58
6.1. Sangre.....	58
6.2. Líquido ruminal.....	59
6.3. Orina.....	59
6.4. Leche.....	59
6.5. Somatometría.....	60
6.6. Progesterona.....	61
6.7. Heces, pradera y suelo.....	61
6.8. Cuadro 1.....	62

6.9. Cuadro 2.....	63
6.10. Cuadro 3.....	64
6.11. Cuadro 4.....	65
6.12. Cuadro 5.....	66
6.13. Cuadro 6.....	67
6.14. Cuadro 7.....	68
6.15. Cuadro 8.....	69
6.16. Cuadro 9.....	70
6.17. Figura 1.....	71
6.18. Figura 2.....	72
6.19. Figura 3.....	73
6.20. Figura 4.....	74
6.21. Figura 5.....	75
6.22. Figura 6.....	76
6.23. Figura 7.....	77

VII DISCUSIÓN.....78

7.1. Sangre.....	78
7.1.1. Nitrógeno uréico.....	78
7.1.2. Glucosa.....	79
7.1.3. Fósforo inorgánico.....	79
7.1.4. Potasio.....	80
7.2. Líquido ruminal.....	80
7.3. Orina.....	82
7.4. Leche.....	83
7.4.1. Picos de leche y sus componentes.....	83
7.4.2. Rendimientos de leche y de sus componentes.....	83
7.4.3. Incidencia de mastitis.....	86
7.5. Somatometría.....	87
7.5.1. Peso.....	87
7.5.2. Calificación de la condición corporal.....	89
7.5.3. Estatura.....	90
7.6. Progesterona.....	90
7.7. Heces, pradera y suelo.....	92

VIII CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....93

IX LITERATURA CITADA.....94

I INTRODUCCIÓN

Las enfermedades metabólicas causan pérdidas económicas en las empresas con ganado productor de leche por su alta presentación en forma subclínica, lo que las hace imperceptibles al propietario y al Médico Veterinario. Estas enfermedades metabólicas también ocurren en forma clínica, sin embargo la gran mayoría de ellas son de tipo subclínico y pueden llegar a producir disminuciones importantes del 10% al 25% de la producción (Bouda et al. 1997 a, b).

En México se conoce poco sobre la incidencia de los problemas metabólicos a nivel subclínico. Trabajando con ganado Holstein-Friesian de alta producción en condiciones de confinamiento y con raciones, con base en materia seca, entre un 40% y un 60% de concentrados, y con bajos niveles de fibra, Paasch et al. (1995) diagnosticaron acidosis ruminal subclínica así como otros hallazgos patológicos a la necropsia consistentes en neumonía tromboembólica, abscesos hepáticos, rumenitis, y paraqueratosis ruminal. Bouda et al. (1997a) trabajando con vacas F1 de doble propósito en el trópico, en pastoreo controlado y suplementadas con melaza, diagnosticaron acidosis ruminal subclínica con pH de 5.7 a 6.0, y que estaba asociada a una depresión en la grasa de la leche a niveles de 2.4% a 2.9%.

Recientemente se ha introducido a México el ganado Holstein-Friesian Neocelandés, que difiere del Norteamericano por ser de menor estatura y peso. En las condiciones de Nueva Zelanda, la producción de leche es principalmente estacional sobre praderas mejoradas (prescindiendo casi en su totalidad del uso de concentrados) y por lo tanto produciendo a menores costos de producción. En este sistema se obtienen mayores porcentajes y rendimientos de grasa en la leche lo

que puede significar el pago de premios por la calidad de la leche. Adicionalmente también se puede esperar una mejoría en la salud del hato, y por lo tanto mayor vida productiva de las vacas. Algunos autores indican una mayor productividad por hectárea de terreno cultivado en comparación con los sistemas de producción con ganado especializado en confinamiento (Dávalos 1997; Nichols y Knoblauch 1996). Sin embargo, es muy poco lo que se conoce de su desempeño sobre praderas irrigadas en México, y mucho menos lo que se conoce acerca de su metabolismo, producción lechera, sobre las curvas de producción, sobre los cambios en los pesos y calificación de condición corporal, sobre la prevalencia de enfermedades clínicas o subclínicas, o sobre la funcionalidad ovárica en el posparto, en condiciones de pastoreo controlado (Bouda et al. 1994b; Kolver 1994; Paasch et al. 1994). Este sistema de producción, por las razones mencionadas se perfila como una alternativa para la producción de leche en México.

Por estas razones se decidió llevar a cabo la presente investigación.

II REVISION DE LITERATURA

2.1. LOS SISTEMAS DE PRODUCCIÓN DE LECHE EN MÉXICO

Históricamente los países con una industria lechera desarrollada han empezado protegiendo a sus industrias, y como resultado no sólo han logrado la autosuficiencia, sino que también han podido tener excedentes para la exportación de leche y sus productos (Muñoz et al. 1995).

Los principales productos lácteos que los países desarrollados comercializan en el mercado internacional son leche descremada en polvo, mantequilla y quesos. Aproximadamente el 68% de la leche descremada en polvo es canalizada hacia los países en desarrollo. México es el principal importador de leche descremada en polvo, y junto con Argelia y Japón, absorbe el 75% de las importaciones mundiales. En contraste, la mantequilla y los quesos son importados casi en un 100% por los países desarrollados (Muñoz et al. 1995). En el caso de Japón, no obstante de haber sido el primer importador en 1991, ha implementado programas tendientes a la autosuficiencia a través de subsidios a la producción y políticas proteccionistas, que le han permitido reducir sus importaciones en más de un 20% (Marín 1997).

La firma de tratados comerciales como el Tratado de Libre Comercio de América del Norte, aunado al incremento de la producción de los países en vías de desarrollo, ejercerán un mayor grado de competencia por los mercados regionales y mundiales, la cual girará fuertemente en torno a los costos de producción de la leche. Por ello el mercado mundial de la leche y sus productos se caracterizarán por

presentar disminuciones en los precios de los productos en los próximos años (Brown 1996; Jachnik 1997; Schelhaas 1997).

En México se ha adoptado una política de liberación del precio de las leches pasteurizada y ultrapasteurizada como base del Programa de Desarrollo Lechero 1995-2000. Este programa tiene como propósito incrementar la producción nacional de leche a un ritmo mayor que el crecimiento del consumo, a fin de reducir las importaciones de leche en polvo (Peralta y Lastra 1977).

En 1995 la producción nacional anual de leche fue de 7,676'000,000 l y la demanda de 11,530'000,000 l, dando un déficit de 3,854'000,000 l, equivalente al 33.4% de las necesidades del país. Con el Programa de Desarrollo Lechero 1995-2000, se pretende un crecimiento anual en la producción de leche superior al 10% durante los siguientes 5 años, para lograr una producción de 12,400'000,000 l de leche en el año 2000. Considerando un crecimiento de la demanda del 3.5% anual se requerirían 13,778'000,000 l de leche para el año 2000. De cumplirse las metas del programa, la producción nacional lograría satisfacer el 89% de las necesidades y reducir las importaciones del 35% al 11% de las necesidades nacionales (Dávalos 1997; Peralta y Lastra 1997).

En el país existen sistemas de producción muy diferentes tanto desde el punto de vista técnico como económico, los cuales se clasifican con base en la organización e infraestructura empresariales, las razas, los climas, y las formas de alimentación animal, lo que se traduce en sistemas con diferentes niveles de tecnología, de productividad, de rentabilidad, de tamaño del hato, de sanidad animal y de impacto económico y social.

El hato bovino lechero nacional en producción actualmente se estima en 4'900,000 vientres, de los cuales 900,000 corresponden a razas especializadas o semiespecializadas (Holstein-Friesian y sus

cruzas) en estabulación, semiestabulación y pastoreo. Los otros 4'000,000 corresponden a ganado de doble propósito en pastoreo habitando en las regiones tropicales (Peralta y Lastra 1997). Desde el punto de vista oficial los sistemas de producción se clasifican de la manera siguiente (Peralta y Lastra 1997).

2.1.1. Sistema especializado en estabulación:

Localizado en los estados del norte y del centro y constituido en un 95% por animales de la raza Holstein-Friesian. En este sistema se busca el mejoramiento genético y se fomenta el empleo de ganado de registro. Este tipo de ganado se caracteriza por él más alto nivel de producción entre todas las razas (Chesterton 1989; Radostits 1994b). Este sistema cuenta con una media de 265 vientres por hato, con producciones individuales de 4,000 a 6,000 l de leche a 305 días de ordeño al año. Su nivel tecnológico es elevado, empleando ordeño mecánico, equipo de enfriamiento de leche, tiene buen nivel de capacitación y buen control sanitario. Son empresas con acceso al crédito, con buenos canales de comercialización y con altos niveles de integración. Este tipo de empresas aporta el 30% de la producción nacional.

2.1.2. Sistema especializado y semiespecializado en semiestabulación:

Localizado igualmente en los estados del norte y del centro, emplea a la raza Holstein-Friesian y sus cruzas, con una media de 25 vientres por hato, con producciones individuales de 1,600 a 2,800 l de leche a 305 días de ordeño al año. Su nivel tecnológico es medio, a veces cuentan con equipo de ordeño mecánico, sin embargo no cuentan con equipo de enfriamiento, la capacitación y el control sanitario son deficientes, su acceso al crédito es restringido y los canales de

comercialización son escasos. Este sistema y el de pastoreo familiar (2.1.3.) aportan en conjunto el 40% de la producción nacional.

2.1.3. Sistema semiespecializado en pastoreo familiar:

Localizado igualmente en los estados del norte y del centro, emplea cruza de razas lecheras, con una media de 5 vientres por ható, con producciones individuales de 300 a 700 l de leche a 305 días de ordeño al año. Utiliza el ordeño manual, no tienen equipo de enfriamiento, no hay capacitación ni control sanitario. Este sistema y el sistema especializado y el semiespecializado en semiestabulación (2.1.2.) aportan en conjunto el 40% de la producción nacional.

2.1.4. Sistema de doble propósito o sistema tropical:

Se encuentra en todo el país en las regiones de clima tropical, emplea vacas F1 producto de la cruce de hembra cebú por macho Pardo Suizo principalmente, empleándose para la cruce también a las razas Holstein-Friesian o Jersey. En este sistema se tiene una media de 40 vacas por ható, con producciones individuales de 580 a 900 l de leche a 210 días de ordeño al año. Aún cuando este sistema no produce sus propios reemplazos debido a que requiere una base materna permanente de Cebú, se utilizan vacas F2, F3 así como cruces con diferente grado de heterosis hacia una raza u otra pero con menores niveles de producción. Su nivel tecnológico, de tecnificación y sanitario es deficitario. Cuentan en forma restringida con equipo de ordeño mecánico, acopio y enfriamiento. Su acceso al crédito es limitado y los canales de comercialización son deficitarios. Su producción es marcadamente estacional entre 6 y 8 meses, predominando el pastoreo libre con suplementación alimenticia. Este sistema aporta el 30% de la producción nacional.

2.2. EL SISTEMA DE PRODUCCIÓN DE LECHE EN PASTOREO CONTROLADO

En los últimos años ha tomado auge en México el sistema de producción de leche empleando razas especializadas alimentándose, en forma exclusiva o en forma principal, por medio del pastoreo controlado sobre praderas artificiales, compuestas de tréboles y pastos, de manera similar a como se realiza en países como Nueva Zelanda y Australia. Este sistema, aún poco común en México, se puede observar en los estados del centro. Se emplea principalmente la raza Holstein-Friesian Neocelandesa, pero también a la Holstein-Friesian Americana y la Jersey. Sus producciones van de 3,800 a 5,000 l de leche a 305 días de ordeño al año. Su nivel tecnológico es elevado, empleando ordeño mecánico y equipo de enfriamiento. Se cuenta con buen nivel de capacitación y buen control sanitario. A similitud de las empresas en el sistema especializado en estabulación (2.1.1.), cuentan con acceso al crédito, tienen buenos canales de comercialización y un alto nivel de integración.

Las ventajas principales de este sistema se pueden resumir en el uso intensivo de la pradera como fuente única o principal de la alimentación, con un uso mínimo o nulo de los suplementos alimenticios, lo que se traduce en ahorros importantes en los costos de producción de leche. Por ser un sistema basado exclusivamente o principalmente en el consumo de pradera, los porcentajes de grasa en leche se maximizan traduciéndose en el pago de premios por la composición de la leche. Con el sistema de pastoreo también se espera una mejoría en la salud del hato lo que se traduce en mayor vida productiva de las vacas. Otra ventaja es la reducción en los costos de mano de obra, maquinaria y construcciones. Algunos autores indican que con este sistema se logra una mayor productividad por hectárea de

terreno cultivado en comparación con la producción en estabulación con ganado especializado (Nichols y Knoblauch 1996; Dávalos 1997).

2.3. ENFERMEDADES METABÓLICAS

La mayoría de estas enfermedades de la producción, o enfermedades metabólicas, se deben a un desbalance entre los nutrientes suministrados a través de los alimentos y la energía utilizada para la producción de leche y sus componentes. Cuando estos desbalances se prolongan por algún tiempo se pueden producir deficiencias en las reservas corporales de grasas o metabolitos, lo que produce manifestaciones clínicas de enfermedades de la producción (Radostits et al. 1994a). Esto es que cuando el aporte es inferior a las necesidades ocurren las deficiencias. Debido a la alta prevalencia y en ocasiones al alto porcentaje de mortandad de las vacas, las enfermedades metabólicas son de gran importancia en algunos países.

Las enfermedades metabólicas ocurren en forma clínica y subclínica, siendo estas últimas las más frecuentes e importantes ya que son las que causan la mayoría de las pérdidas que pueden llegar a ser del 10% al 25% de la producción (Bouda et al. 1997b).

La susceptibilidad a las enfermedades metabólicas aparentemente está relacionada con los cambios extremos en la fisiología de fluidos, sales y compuestos orgánicos durante el inicio de la lactancia (Radostits et al. 1994a). Estos desbalances nutricionales y metabólicos se pueden manifestar como enfermedades clínicas o subclínicas que afectan negativamente la curva de producción, y por lo tanto el rendimiento de leche en la lactancia (Bachman 1992; Bouda 1993; Radostits et al. 1994 a,b; Van Saun 1987). En Nueva Zelanda las pariciones se inician al final del invierno cuando las praderas aún son escasas y las enfermedades metabólicas se presentan con mayor

frecuencia entre el parto y el pico de producción lechera. Este, en condiciones de pastoreo controlado, el pico ocurre a la sexta semana posparto, pero la máxima ingesta de materia seca no ocurre sino hasta la décima semana posparto sobreviniendo deficiencias nutricionales causantes de enfermedades metabólicas (Holmes y Wilson 1987; NRC 1989; Radostits et al. 1994 a,b). En Nueva Zelanda se cuenta con investigaciones que han permitido conocer las características productivas, reproductivas y metabólicas en vacas de la raza Holstein-Friesian Neocelandesa así como sus pesos corporales y la prevalencia de enfermedades (Betteridge 1989; Betteridge et al. 1989; Chesterton 1989; Chesterton et al. 1989; Kolver 1994).

2.4. PERFILES METABÓLICOS

Los perfiles metabólicos pueden ser usados como procedimientos de monitoreo rutinario, para la investigación de problemas de salud y del desempeño de un hato, para el diagnóstico de deficiencias derivadas de la nutrición, y como preventivo de padecimientos subclínicos, es decir aquellos que cursan sin signos clínicos (Blowey 1992; Bouda et al. 1993; Paasch et al. 1998). Los trastornos metabólicos se caracterizan por presentar inicialmente alteraciones bioquímicas en líquidos corporales (líquido ruminal, orina, sangre) y posteriormente una mayor disminución en la producción y la calidad de la leche o la carne, mayor predisposición a las enfermedades, infertilidad y un aumento en la morbilidad y mortalidad de las crías.

La mayoría de los valores sufren modificaciones de acuerdo al estadio de la lactancia, el nivel nutricional, la composición de la dieta y los cambios relativos en la calificación de la condición corporal. Por otro lado, en la sangre, frecuentemente las desviaciones con respecto a los valores de referencia son muy pequeñas a consecuencia de los

mecanismos de homeostasis (Blowey 1992; Bouda et al. 1997b; Paasch et al. 1996). Bouda et al. (1994 a,b,c) Jagos y Bouda (1981) y Jagos y Dvorak (1991), utilizan adicionalmente a los análisis en sangre, como parte del perfil metabólico, los análisis de líquido ruminal, de orina y de leche lo cual permite obtener mayor información sobre los padecimientos de los animales ya que los primeros cambios se presentan en líquido ruminal y en orina antes de manifestarse en la sangre. Adicionalmente estos análisis son rápidos y algunos se pueden llevar a cabo al lado de la vaca y son económicos.

Por ello los resultados de los perfiles metabólicos deben ser interpretados en forma conjunta con otros aspectos como son los siguientes (Blowey 1973; Blowey 1975; Blowey 1992; Bouda et al. 1997; Vrzgula 1990):

- ◆ Datos individuales de los animales muestreados: edad, fecha de parto, nivel exacto de producción, incidencia y grado de mastitis, composición de la ración, calificación de la condición corporal, consistencia de las heces y estado general de las vacas.
- ◆ Datos del hato y la calidad de la leche: ingestión diaria de alimentos, análisis químico proximales de los forrajes y (o) concentrados, producción total del hato, número de vacas en leche, análisis de calidad de la leche y producción diaria individual de 6 vacas una vez pasado el pico de producción, cuando menos en 3 ocasiones consecutivas para calcular el grado de declinación de la curva de producción.
- ◆ Prevalencia de enfermedades, y en su caso los signos clínicos en los animales muestreados y otros animales.
- ◆ Las razones para llevar a cabo los estudios de metabolismo como son problemas reproductivos, infertilidad, laminitis, altos índices de desechos involuntarios, baja calificación de condición corporal, bajo porcentaje de grasa en la leche, morbilidad y mortalidad en

becerras.

Toda esta información conjuntamente con la de los perfiles metabólicos contribuye a la evaluación del estatus nutricional general del hato lechero (Blowey 1992, Radostits 1994). Cuando no se consideran estos aspectos, así como cuando no se seleccionan los animales adecuados para realizar las pruebas, éstas pueden ser de valor limitado.

En Estados Unidos y en Europa principalmente, se han estudiado los componentes plasmáticos y (o) sanguíneos que reflejan el estatus metabólico en el ganado lechero durante el período posparto (Blowey 1973; Blowey 1975; Herdt 1981; Kolver 1994; Payne et al. 1970). El término de perfil metabólico de Compton consistía en el análisis de 12 metabolitos en 21 vacas. Posteriormente se adoptó el sistema de miniperfil metabólico (Blowey 1992; Payne et al. 1970) que consistía en los exámenes de energía, proteína y en forma opcional los minerales más importantes, así como algunos elementos traza en 6 vacas entre 4 y 8 semanas de lactación (Blowey 1973; Blowey 1975).

En el balance proteico se consideran al nitrógeno uréico (urea), la proteína total y la albúmina y en el balance energético se consideran al betahidroxibutirato, el acetoacetato, los ácidos grasos no esterificados y la glucosa. Entre los minerales más importantes se encuentran el Ca, P, Mg, K y Na.

2.4.1. Indicadores del balance proteico en sangre y leche.

2.4.1.1. Nitrógeno uréico

El nitrógeno uréico en sangre, en plasma, en suero o en leche provee información sobre el estatus nutricional y de la salud de las vacas. Las fuentes de amoníaco para el rumen son el nitrógeno no proteico en la ración, la proteína degradable en rumen, la proteína cruda microbiana y la urea reciclada al mismo rumen. Este amoníaco

ruminal es utilizado por las bacterias, o bien, es absorbido a través de la pared ruminal, o es enviado al omaso. Las alteraciones en cualquiera de estos 4 mecanismos de abastecimiento o de los 3 mecanismos de utilización de amoniaco causan acumulaciones o deficiencias de este en el rumen (Owens y Zinn 1988). La alimentación en algunos sistemas de producción de leche empleando urea y melaza, se basan en la utilización del nitrógeno y de los carbohidratos de cadena larga por parte de los microorganismos ruminales para construir proteína microbiana, la cual es posteriormente digerida por los sectores inferiores del sistema gastrointestinal de la vaca. Así, cuando las concentraciones de amoniaco ruminal exceden la capacidad de los microorganismos ruminales para incorporarlo en proteína microbiana, el amoniaco es absorbido a través de la pared ruminal.

El hígado convierte el amoniaco en urea la cual es liberada en sangre, y de allí es excretada principalmente a través de la orina, pero también a través de la leche. La presencia de nitrógeno uréico en plasma o sangre puede cambiar el pH sanguíneo y llegar a ser tóxico para el animal. La urea también es excretada hacia el líquido uterino. Dependiendo de la ingesta de nitrógeno, entre el 23% y el 92% del nitrógeno uréico plasmático es reciclado hacia el tracto digestivo por dos medios, que son la saliva y la difusión a través de la pared ruminal. Otras fuentes de nitrógeno uréico son la proteína tisular y los aminoácidos absorbidos a partir del intestino, que son catabolizados para la gluconeogénesis.

Gustafsson y Palmquist (1993) encontraron que las concentraciones de amoniaco ruminal en vacas de alta producción, alcanzaron sus máximos niveles 1 hora después de la alimentación, pero si las vacas son alimentadas con raciones bajas en proteína no hay un pico en la producción de amoniaco ruminal. En vacas con dietas basadas en proteína vegetal, las máximas concentraciones de amoniaco

ruminal se alcanzan entre 3 y 5 h después de la alimentación (Owens y Zinn 1988). Entre 1.5 y 2 h después de la concentración máxima de amoniaco ruminal ocurre un pico en la concentración de nitrógeno uréico plasmático y entre 1.5 y 2 h después se alcanzan las máximas concentraciones de nitrógeno uréico en leche. No obstante los valores de nitrógeno uréico plasmático y nitrógeno uréico en leche guardan una alta correlación entre sí ($r^2=0.966$). Se han encontrado equivalencias del 83% al 98% en el nitrógeno uréico en leche con respecto al nitrógeno uréico plasmático, por lo que investigadores de la universidad de Cornell sugieren multiplicar el nitrógeno uréico plasmático por 0.85 para obtener el nitrógeno uréico en leche (Hutjens y Barmore 1995). Por lo tanto, el nitrógeno uréico en leche refleja el nitrógeno uréico en sangre durante el período previo de 12 h con ordeños 2 veces por día, o de 8 h con ordeños 3 veces por día.

De acuerdo con Hutjens y Barmore (1995), los niveles elevados de nitrógeno uréico en sangre pueden deberse a altos niveles de proteína total en la ración, o a deficiencias de carbohidratos necesarios para la formación de proteínas, o a un ambiente microbiano pobre en el rumen. Un ambiente ruminal pobre, puede ser ocasionado por un pH ruminal ácido, por insuficiente capa de forraje por encima del líquido ruminal ocasionada por una deficiencia de fibra en la ración o por la producción de perfiles anormales de ácidos grasos volátiles.

Elrod y Butler (1993), trabajando con vaquillas Holstein-Friesian americanas alimentadas a niveles normales, o a niveles excesivos de proteína degradable en rumen, encontraron que los animales con menos de 9.9 mg de nitrógeno uréico plasmático/100 ml, tenían 87.5 % de concepción al primer servicio, los que tenían de 9.9 a 16 mg de nitrógeno uréico plasmático/100 ml tuvieron 72.5 % de concepción y las que tenían 16 mg de nitrógeno uréico plasmático/100 ml o más tuvieron 42.8 % de concepción al primer servicio.

Si los valores de nitrógeno uréico en leche son de más de 16 a 18 mg/100 ml, equivalentes a 18.8 a 21.2 mg/100 ml de nitrógeno uréico plasmático, pueden producirse pérdidas de varios tipos como son la reducción en los porcentajes de concepción debido a un balance negativo de energía, acidificación en el pH del útero o bien cambios minerales en el epitelio uterino. Adicionalmente, a niveles elevados de nitrógeno uréico especialmente después del parto pueden verse afectados la inmunidad y la salud.

A niveles superiores a 20 mg/100 ml de nitrógeno uréico en leche equivalentes a 17 mg/100 ml de nitrógeno uréico plasmático, se pueden producir pérdidas de 3.040 kg de leche al día ya que parte de la energía se emplea para la síntesis de urea y no para la producción de leche (Hutjens y Barmore 1995). El nitrógeno uréico desechado a través de la orina puede ser equivalente, de acuerdo con estimaciones de Tillman (1998), a niveles excesivamente altos de fertilización con nitrógeno. El nitrógeno de la orina, se filtra a través del suelo hacia los mantos freáticos (Tillman 1998).

Los niveles superiores a 18 mg/100 ml de nitrógeno uréico en plasma indican la presencia de un exceso de proteína cruda en la dieta no solamente pueden afectar el desempeño reproductivo, sino también reducir el rendimiento de la leche transformada a quesos, producir mayores costos de alimentación, efectos negativos sobre la salud del ganado, y contribuyen a la contaminación ambiental por nitrógeno por medio de la orina y las heces (Hutjens y Barmore 1995; Kolver 1994; Moore y Varga 1997; Tillman 1998).

Igualmente Ferguson et al. (1987 y 1988) observó reducciones en los porcentajes de preñez a niveles de 20 mg/100 ml de nitrógeno uréico en sangre ocasionado por un exceso en los niveles de proteína degradable en rumen. A niveles normales no encontraron alteraciones.

También pueden elevarse las concentraciones de nitrógeno uréico

debido a una falla en la eliminación renal (Hutjens y Barmore 1995; Radostits et al. 1994a; Seglar 1997). Cuando la concentración de amoniaco ruminal excede los 100 mg/100 ml aparecen efectos tóxicos.

Por el contrario, cuando hay una carencia de amoniaco en el rumen, se presentan reducciones en el consumo de alimento y en la rapidez de la digestión (Owens y Zinn 1988). Los niveles bajos de nitrógeno uréico en sangre son el reflejo de una deficiencia de amoniaco en el rumen para el crecimiento bacteriano óptimo. Esto puede conducir a la escasez de proteína disponible para la vaca, a menor producción de leche, y a menor porcentaje de proteína en la leche (Hutjens y Barmore 1995; Seglar 1997).

La cantidad de nitrógeno uréico plasmático reciclado al rumen se reduce cuando la concentración de amonio ruminal es alta o cuando la concentración de nitrógeno uréico plasmático es baja (Owens y Zinn 1988; Hutjens y Barmore 1995; Moore y Varga 1997).

Las concentraciones bajas de nitrógeno ureico son indicativos de bajos niveles de ingestión de proteína, y son una señal de que las vacas pueden desarrollar una deficiencia de proteínas a medida que avanza la lactancia si los niveles de proteína no son incrementados (Radostits et al. 1994). Por ello, si los valores plasmáticos son menores a 10 o 12 mg/100 ml es necesario reevaluar la ración, especialmente los niveles de proteína y los niveles de carbohidratos fermentables en el rumen.

Rodríguez et al. (1997b) encontraron que los niveles de nitrógeno uréico plasmático y nitrógeno uréico en leche no difirieron entre dietas, pero sí a lo largo del día con respecto al horario de alimentación. Otras fuentes de variación en las concentraciones de nitrógeno uréico en la leche incluyen el peso corporal, el número de parto, la etapa de la lactación y las variaciones diurnas. Adicionalmente, Kolver y Mac Millan (1993) concluyeron que el valor nutricional de las praderas junto con la densidad de pastoreo causaron

variaciones en los promedios diarios de nitrógeno uréico. Por esto la interpretación de valores anormales de nitrógeno uréico en un perfil metabólico debe hacerse con precaución (Blowey 1992; Kolver 1994; Moore y Varga 1997; Rodríguez et al. 1997b).

Deben incluirse 10 o más vacas en los grupos a evaluar (Hutjens y Barmore 1995). Igualmente los estudios deben hacerse en una porción representativa del hato y los muestreos deben hacerse a una hora fija a intervalos frecuentes (diariamente) (Elrod 1993; Kolver 1993). El promedio obtenido debe quedar dentro de una o dos unidades del valor real obtenido si se muestreara a todo el grupo (Hutjens y Barmore 1995). Hutjens y Barmore (1995) mencionan que ante valores altos de nitrógeno uréico en leche debe de muestrearse por los menos la mitad del hato para tener un buen promedio para ese hato, ya que cuando son solamente unas vacas las que presentan valores altos de nitrógeno uréico en leche, es posible que la ración esté bien balanceada.

2.4.1.2. Proteína Total y Albúmina

La proteína total en plasma o suero es muy importante para el diagnóstico de deshidrataciones, insuficiencia hepática, disfunciones renales y procesos inmunológicos. Así mismo, es útil para la evaluación del nivel protéico en la ración alimenticia.

De la proteína total, la albúmina es la fracción más importante para la evaluación nutricional y metabólica. La albúmina es una proteína sintetizada en el hígado, y es un indicador importante del balance proteico a largo plazo. También indica el cambio en el uso de proteína y de la ingesta de la proteína no degradable en rumen (Kolver 1994). Los niveles bajos de albúmina y hemoglobina son indicativos de un balance proteico negativo durante un lapso de tiempo prolongado (Radostits et al. 1994a; Payne et al. 1970). De acuerdo con Little

(1974) los niveles de albúmina después del parto caen en algunas vacas, pero después se elevan en forma continua con el avance de la lactación hasta los 120 días de lactancia. De acuerdo con Blowey (1992) la rápida recuperación en los niveles de albúmina ha sido correlacionado con un aumento en la fertilidad y con una mayor producción de leche. De acuerdo con Payne et al. (1970), los hatos pastoreando praderas altamente fertilizadas tienden a tener niveles altos de albúmina. Aún así, existen otros factores que pueden alterar los niveles de albúmina, como son infecciones crónicas que deprimen el nivel de albúmina y elevan el de globulinas, el daño hepático crónico, la esteatosis hepática, las enfermedades renales (nefrosis e inflamaciones) y las parasitosis intestinales crónicas que deprimen la síntesis de albúmina (Roberts 1981; Blowey 1992).

2.4.2. Indicadores sanguíneos del balance energético

2.4.2.1. Cuerpos cetónicos:

El pico de producción de la vaca en pastoreo se presenta entre la tercera y la sexta semana de lactancia, mientras que el pico de consumo de materia seca aún en praderas de excelente calidad no se presenta sino hasta la octava semana de lactancia o después, por lo que existe un período de deficiencia o balance energético negativo durante varias semanas. Durante este tiempo, la vaca moviliza reservas de grasa y proteína en forma de triglicéridos y aminoácidos para la gluconeogénesis. Los cuerpos cetónicos son producidos en la vaca lechera a partir de las grasas corporales, acumulándose en el organismo lo que va acompañado de una disminución de la glucosa en la sangre y el hígado (Fleming 1990; Radostits et al. 1994a). Los cuerpos cetónicos son producidos por el hígado, que es la fuente principal, por la pared ruminal y por la glándula mamaria, y son usados como fuente alternativa de energía por todos los tejidos corporales,

excepto el hígado.

Cuando la producción y absorción de los cuerpos cetónicos excede la capacidad del organismo para utilizarlos como fuente de energía, ocurre la acumulación de estos y de los ácidos grasos no esterificados o de cadena libre, así como también la hipoglicemia, lo que produce una cetosis primaria o también llamada espontánea. Dependiendo de los niveles de los cuerpos cetónicos en la sangre, leche y orina, así como de la presencia o no de signos clínicos, se produce una cetosis subclínica o clínica.

Cuando los cuerpos cetónicos se producen y se acumulan como consecuencia de otro evento causante de la disminución en el consumo de materia seca, entonces se produce una cetosis secundaria. Causas de cetosis secundarias en vacas lecheras incluyen a la acidosis ruminal, el desplazamiento o vólvulus del abomaso, reticuloperitonitis traumática con cualquiera de sus secuelas a otros órganos, trastornos obstructivos del sistema gastrointestinal, metritis, mastitis e hipocalcemia clínica o subclínica.

Los cuerpos cetónicos producidos por el organismo son el betahidroxibutirato, el ácido acetoacético y la acetona, y pueden ser detectados en sangre, leche u orina.

2.4.2.1.1. Betahidroxibutirato

Es el cuerpo cetónico más frecuentemente empleado para evaluar el balance energético, ya que en vacas bien alimentadas es el más abundante de los cuerpos cetónicos, es estable, y no está sujeto a un control homeostático tan estricto como la glucosa (Blowey 1992). El betahidroxibutirato es usado como un indicador de cetosis subclínica (Kolver 1994). El betahidroxibutirato y otros cuerpos cetónicos se incrementan como respuesta a una subalimentación y no son afectados por el estrés.

Herdt et al. (1981) estudiando 57 vacas Holstein-Friesian en las primeras 6 semanas de lactancia, determinaron una correlación negativa entre el betahidroxibutirato y la glucosa plasmática a cualquier nivel de balance energético, y encontraron que la correlación entre este y el balance energético de la vaca es mayor en dietas bajas en proteína. Sin embargo, los niveles de betahidroxibutirato y de glucosa son influenciados por factores como el estadio de la lactancia, la preñez, la hora del día y la técnica de muestreo. Russel y Wright (1983) concluyeron que el betahidroxibutirato estaba íntimamente relacionado al estatus energético en animales sujetos a altas demandas metabólicas para glucosa, como es el caso de la preñez tardía y la lactancia.

Lean et al. (1992) empleando análisis de series de correlaciones cruzadas en el tiempo, y trabajando con 14 vacas multíparas con muestreos cada tercer día, iniciando el parto y terminando el día 42 de lactancia, encontraron una asociación positiva entre la producción de leche y la concentración de betahidroxibutirato el mismo día, siendo la primera un determinante primario de cambios metabólicos. El consumo de materia seca estuvo negativamente correlacionado con las concentraciones de betahidroxibutirato el mismo día y 3 días después. Así mismo, determinaron que la concentración de betahidroxibutirato está asociada en forma positiva con la concentración de ácidos grasos volátiles en rumen. Sugirieron que las concentraciones elevadas de betahidroxibutirato se habían asociado con decrementos en la producción de leche 6 días después. Lean et al. (1992) y Herdt et al. (1981) encontraron una correlación cruzada negativa con la glucosa y con el balance de energía neta estimado.

2.4.2.1.2. Acetoacetato

Se encuentra presente sólo en pequeñas concentraciones en el plasma y es inestable, por lo que no es un buen indicador del balance energético (Blowey 1992). Sin embargo sus niveles en la orina están entre 2 y 20 veces más concentrados que en la sangre y son detectables por los métodos de tiras reactivas o tabletas para orina (Fleming 1990; Jagos y Dvorak 1991).

2.4.2.1.3. Ácidos grasos no esterificados

Estos ácidos, también conocidos como ácidos grasos de cadena larga son producidos después de la hidrólisis de las reservas corporales de grasa. Son un indicador útil del balance energético (Blowey 1992), y una concentración alta indica una movilización excesiva de grasa corporal debida a un déficit de energía (Acre 1998). Sin embargo las concentraciones de ácidos grasos no esterificados están sujetas a variaciones diurnas y nocturnas, y se incrementan rápidamente con el estrés y la actividad física (Blowey 1992). Holmes y Lambourne (1970) determinaron que la variación en la concentración de ácidos grasos no esterificados es mucho menor cuando los animales han sido entrenados o acostumbrados al manejo y muestreo sanguíneo, y que en estas condiciones son un buen indicador del balance energético.

Para estudiar el betahidroxibutirato, la glucosa o los ácidos grasos no esterificados en sangre, los muestreos deben realizarse a la misma hora del día debido a las variaciones significativas que se presentan a diferentes horas del día. En cambio no es necesario tomar muestras diariamente (Kolver 1993).

2.4.2.1.4. Glucosa

La glucosa es un elemento esencial para el cerebro, para el feto, así como para la producción de leche. La glucosa en la sangre es

regulada por las hormonas insulina y glucagón entre otros factores. La disponibilidad de la glucosa hacia la ubre es uno de los determinantes principales para la producción láctea. Aún así, la correlación es baja debido a una serie de factores que afectan los niveles de glucosa plasmática, como el estrés, la actividad física, el frío extremo y la administración de corticosteroides. En situaciones de estrés, transportación o excitación en vacas lecheras, se produce una hiperglicemia determinada por un incremento en las catecolaminas y en los glucocorticoides (Carlson 1990). En forma similar, la hiperglicemia puede ser inducida en forma transitoria a través de la administración exógena de glucocorticoides a altas dosis o de soluciones conteniendo glucosa. En estas condiciones la glucosa puede sobrepasar el umbral renal que en el bovino es de 100 a 140 mg / 100 ml y aparecer en orina, pero la presencia de glicosuria sin hiperglicemia sugiere fuertemente la posibilidad de daño tubular renal por toxicidad o isquemia.

En vacas en producción, es posible encontrar hipoglicemia en casos de cetosis primaria, en el síndrome de la vaca gorda, en mastitis por coliformes, en septicemias, en cólicos por estrangulamiento intestinal, en enteritis tóxicas y en fases avanzadas de endotoxemias, pero generalmente no ocurre por restricción de alimento. Los niveles de glucosa disminuyen conforme se aproxima la hora del ordeño. El tipo de carbohidrato y su contenido en el forraje modifican aumentando o disminuyendo el nivel de glucosa en la sangre (Radostits et al. 1994a, Kolver 1994).

En los bovinos recién nacidos es posible encontrar hipoglicemia por restricción alimentaria, debido a que éstos cuentan con reservas de energía muy limitadas.

Herdt et al. (1981), sugieren que la glucosa sérica y las concentraciones de colesterol disminuyen en forma significativa a

medida en que se incrementa la producción lechera.

2.4.3. Indicadores sanguíneos del estatus mineral

2.4.3.1. Calcio

Sus niveles en plasma sanguíneo varían solamente dentro de niveles reducidos y no son indicadores sensibles de desbalances entre ingesta y requerimientos (Radostits et al. 1994a). Sin embargo, sus niveles en sangre han sido correlacionados con la presentación de hipocalcemia subclínica o clínica (Johnson 1982). De acuerdo con Payne et al. (1970) los hatos con niveles de calcio sérico en los extremos superiores e inferiores del rango normal, probablemente acusan un exceso o una deficiencia de calcio.

2.4.3.2. Fósforo inorgánico

Los niveles de fósforo inorgánico en el suero tienden a caer después de una ingesta deficiente del mineral por un largo período de tiempo, y en estas condiciones una suplementación con fósforo es benéfica. El fósforo plasmático puede presentar fluctuaciones diurnas y diarias, de tal manera que puede requerirse de varios muestreos seriados en un período corto de tiempo para evaluar el balance dietético (Blowey 1992). Los niveles de fósforo en la vena yugular son 15 a 20% más bajos que en la vena coccígea, ya que las glándulas salivales toman parte del fósforo circulante para incorporarlo a la saliva como buffer ruminal (Parker 1974).

El ganado pastoreando sobre praderas con altos niveles de fertilización con fósforo puede presentar hiperfosfatemia (Radostits et al. 1994a), pero esto también puede ocurrir en hatos alimentados en exceso con granos de destilerías (Payne et al. 1970).

2.4.3.3. Magnesio

Es un importante componente del perfil metabólico, especialmente en condiciones de pastoreo, ya que una deficiencia produce signos clínicos, como son espasmos musculares, hiperestesia y agresividad (Radostits et al. 1994a). Las concentraciones de magnesio en el suero pueden ser usadas para prevenir brotes inminentes de hipomagnesemia clínica o tetania de los pastos.

2.4.3.4. Sodio

Al inicio de la lactancia pueden presentarse deficiencias de sodio, en vacas pastoreando sobre praderas de verano sin una suplementación con sal. Niveles tan bajos como 135 mmol/l pueden ser asociados con apetito depravado, lamer objetos extraños, lamerse unos con otros, beber la orina de otros animales, polidipsia y poliuria (Radostits et al. 1994a; Payne et al. 1970).

2.4.3.5. Potasio

Los niveles de potasio son aproximadamente 5% más bajos en la vena yugular que en la vena coccígea (Parker 1974). Por lo anterior debe usarse siempre el mismo vaso sanguíneo y debe citarse el mismo al referir los resultados.

Las deficiencias de potasio son raras, ya que el pasto contiene grandes cantidades de potasio. Payne et al. (1970) reportó altos niveles de potasio sérico de 6.2 meq/l en animales pastoreando praderas altamente fertilizadas. Puede haber altos niveles de potasio en casos de diarreas y en acidosis metabólica.

2.4.4. Indicadores metabólicos en líquido ruminal

El análisis del líquido ruminal permite diagnosticar los problemas metabólicos y digestivos en la fase inicial de su desarrollo,

antes de que se produzcan cambios en la sangre, efectos importantes sobre la producción de la vaca, alteraciones en la calidad de la leche o signos clínicos de enfermedad (Bouda et al. 1996; Bouda et al. 1997b; Radostits et al. 1994a; Paasch et al. 1998). Adicionalmente la evaluación del líquido ruminal como método para el diagnóstico de acidosis ruminal, alcalosis ruminal, indigestión simple, putrefacción ruminal y reflujo abomasal, para efectuar análisis de toxinas así como para realizar investigaciones sobre fármacos, ha adquirido gran importancia en todo el mundo especialmente en los últimos años (Bouda et al. 1997b). La acidosis ruminal subclínica puede pasar desapercibida, y sólo mediante el análisis del líquido ruminal y la orina, así como la graficación de la curva de la lactancia, se puede advertir la presencia de un problema previo no detectado. El análisis del líquido ruminal debe hacerse en los grupos de alto riesgo, que son las vacas en el periparto (1-20 días en leche) y las vacas alrededor del pico de producción (45-150 días en leche)(Nordlund et al. 1995). Deben muestrearse cuando menos 6 vacas de cada grupo.

Los signos de la acidosis ruminal subclínica o subaguda, en contraste con la acidosis ruminal aguda o hiperaguda, son vagos y pueden pasar desapercibidos. Las vacas permanecen alertas y deambulando normalmente, pudiendo presentar diarrea intermitente, ligera distensión ruminal con contenido masoso y contracciones ruminales débiles. La acidosis ruminal subclínica o subaguda, puede ser causa también de cetosis secundaria o de hipocalcemia clínica o subclínica. Otros signos como la laminitis, cojeras y mayor propensión de las pezuñas a traumatismos, pueden estar separadas del inicio del problema por semanas o meses, sin embargo su existencia sugiere fuertemente la presencia de acidosis ruminal. Adicionalmente se puede observar bajo apetito, consumo cíclico de alimento, baja calificación de condición corporal a pesar de una adecuada ingestión

de energía, abscesos sin causas evidentes, hemoptisis, epistaxis y altos porcentajes de desechos por causas poco definidas (Nordlund et al. 1995; Paasch et al. 1998, Radostits et al. 1994a).

En México, el análisis del líquido ruminal recientemente ha recibido mayor atención (Bouda et al. 1994c; Bouda et al. 1993). Paasch et al. (1995), trabajando con 150 vacas lecheras en condiciones de confinamiento, encontraron un 36% de acidosis ruminal subclínica en vacas de alta producción (32.4 l de leche al día) y 2% en vacas de baja producción (15 l de leche al día). En ese mismo estudio, en 345 necropsias realizadas en un año, se cuantificaron las lesiones producidas por la acidosis ruminal subclínica o clínica, las que consistieron en neumonía tromboembólica, en el 14%; abscesos hepáticos, en el 9%; rumenitis, en el 5% y paraqueratosis ruminal en el 9% de los casos.

El análisis del líquido ruminal puede dividirse en exámen físico y exámen químico. El exámen físico incluye la determinación del color, olor, la realización de pruebas de sedimentación y flotación. El exámen químico consiste en la determinación del pH, actividad microbiana y concentración de ácidos grasos volátiles (acético, propiónico y butírico) (Bouda et al. 1994c; Dirksen 1987).

2.4.4.1. Exámen físico

2.4.4.1.1. Color

En ganado en pastoreo tiende a ser muy verde, en ganado consumiendo raciones henificadas es verde, verde olivo o verde cafetoso y en ganado consumiendo paja, ensilados o concentrados es cafetoso amarillento. El color grisáceo o blanquecino es indicativo de acidosis ruminal y el verde oscuro o negruzco es indicativo de estasis ruminal de larga duración o putrefacción ruminal (Radostits et al. 1994a; Jagos y Dvorak 1991; Garry 1990).

2.4.4.1.2. Olor

En condiciones normales es agradable y no irritante a la nariz y se le denomina como aromático. Cuando hay un olor ácido se debe a un exceso de ácido láctico en el rumen debido a acidosis ruminal; cuando hay olor a descompuesto es indicativo de putrefacción proteica, y cuando hay un olor a amoníaco indica intoxicación por urea (Radostits et al. 1994a, Garry 1990).

2.4.4.1.3. Pruebas de sedimentación y flotación

Se realizan en condiciones de campo al lado de la vaca dejando reposar en una probeta o en un tubo de ensayo una muestra de líquido ruminal recién recolectado y registrando el tiempo en que ocurre la flotación y la sedimentación. Las partículas alimenticias más finas, así como los microorganismos de mayor peso y tamaño tienden a sedimentar, mientras que los constituyentes fibrosos de mayor tamaño flotan hacia la superficie. En ocasiones al observar macroscópicamente una muestra se puede advertir la formación de una capa grisáseo-blanquecina en el sedimento, la cual consiste de acúmulos de organismos ruminales (protozoarios) de gran tamaño. En estos casos se puede concluir que la muestra es activa; sin embargo, la falta de formación de esa capa no significa que la muestra sea inactiva, ya que por ese método se detectan sólo las especies de microorganismos más grandes. La sedimentación y la flotación del líquido ruminal en ganado sano varían entre 4 y 8 minutos. (Dirksen 1987, Niederman et al. 1990). Las muestras acuosas e inactivas pueden deberse a inanición, inapetencia, alimentos de bajo valor nutricional o acidosis ruminal. En estos casos las muestras sedimentan rápidamente, ocurriendo poca flotación. Cuando los animales consumen una dieta peletizada, o cuando hay timpanismo gaseoso, las partículas permanecen en

suspensión por un largo período de tiempo (Dirksen 1987; Niederman 1990).

2.4.4.2. Exámen químico

2.4.4.2.1. pH

Debe ser cuantificado inmediatamente ya que puede aumentar por la pérdida de dióxido de carbono y otros factores, o disminuir por la fermentación. El pH ruminal normal varía de 6.4 a 7.0 en animales alimentados predominantemente a base de forrajes, y de 6.0 a 6.6 en animales alimentados con altas proporciones de concentrados o granos. Cuando se administran concentrados y el pH ruminal disminuye por debajo de 6.0 se produce una acidosis ruminal subclínica caracterizada por alteraciones en la fermentación ruminal, consistentes en disminución en la producción de ácido acético y aumento en la producción de ácido propiónico, así como disminuciones significativas en la grasa de la leche. Cuando el pH oscila entre 5.0 y 4.0 ocurre una acidosis ruminal aguda, que incrementa los cambios mencionados, y que va acompañada de signos clínicos consistentes en diarreas, ataxia, anorexia, depresión, midriasis, taquicardia y disminución severa de la producción de leche. De no tratarse en forma rápida y competente, el animal puede adoptar la posición de decúbito y morir en 2 a 5 días después de iniciado el problema (Bouda et al. 1993; Nordlund 1996; Opatpatanakit et al. 1995). El pH es inferior a 6.0 en casos de acidosis latente y reflujo abomasal y menor a 5.0 en acidosis ruminal aguda (Bouda et al. 1994c; Dirksen 1987). La presencia de saliva en el rumen tiende a amortiguar el líquido ruminal hacia un pH neutro debido a su alto contenido de bicarbonato. Los valores mínimos del pH ruminal en hatos alimentados a base de componentes, no ocurren sino entre 2 y 5 h después de la alimentación principal con concentrado (Bouda et al. 1994c; Garry 1990). En hatos alimentados a base de raciones

integrales, estos no ocurren sino hasta entre 4 y 7 h después de la alimentación con raciones integrales (Nordlund 1995). El pH se eleva por arriba de 7.2 cuando hay anorexia, ingestión continua de saliva, intoxicación por urea o putrefacción por consumo de alimentos descompuestos o contaminados con estiércol.

2.4.4.2.2. Actividad microbiana

Se mide mediante la prueba de reducción del azul de metileno, que estima el potencial reductor de la flora ruminal a través de la fermentación para destruir el colorante. El tiempo que tarda en decolorarse la muestra es inversamente proporcional a la actividad microbiana. Así, cuando el animal está en una ración consistente de forrajes y granos, la reducción se lleva a cabo en 3 minutos o menos; cuando la ración consiste predominantemente de forrajes y un poco de granos, la reducción ocurre entre 3 y 7 minutos. Raciones de baja digestibilidad como es la alimentación con paja seca, la inanición por varios días, así como la indigestión simple y la acidosis ruminal aguda prolongan el tiempo de reducción (Dirksen 1987).

2.4.4.2.3. Ácidos grasos volátiles

Son producto de la degradación de la celulosa y los carbohidratos en el sector rumino reticular, e incluyen al ácido acético, el propiónico y el butírico. Con raciones compuestas en su mayor parte por forrajes, los ácidos grasos volátiles proveen entre el 50 y el 85% de la energía metabolizable utilizada por el bovino (Owens y Goetsch 1988; Vrzgula 1990). No obstante que parte de los ácidos grasos volátiles producidos en el sector ruminoreticular son absorbidos por el omaso y el abomaso, la gran mayoría son absorbidos por el rumen, siendo importantes para la estabilidad del pH ruminal (Merchen 1988). Los porcentajes molares

de acetato y butirato son mayores, y la del propionato es menor en raciones altas en forrajes. La proporción de acetato/propionato resultante de la fermentación de la celulosa y los carbohidratos es de 3.9 en raciones basadas únicamente en forrajes y desde 3.4 hasta 1.4 en raciones basadas desde un 20% hasta un 80% en concentrados, con base en materia seca (Bachman 1992). A pesar de que la celulosa y la hemicelulosa de los forrajes son usualmente digeridas en forma simultánea, los productos finales producidos pueden variar en forma significativa dependiendo de la ración (Fahey 1988). Cuando las raciones están compuestas en su mayoría o en su totalidad por forraje, la proporción molar de acetato/propionato en el rumen aumenta, el tiempo de rumia del animal y la capacidad bufferante de la saliva se maximizan, el pH ruminal aumenta y la concentración de grasa en la leche se eleva (Bachman 1992; Jagos y Dvorak 1991; Rodríguez et al. 1997a).

2.4.5. Indicadores metabólicos en orina

Los primeros cambios provocados por alteraciones en el organismo frecuentemente se presentan en orina y en líquido ruminal, y posteriormente en la sangre (Bouda et al. 1994b; 1997b). A través de la orina se desechan muchos metabolitos y constituye un medio muy importante para el diagnóstico y la evaluación del metabolismo y el nivel de nutrición.

Entre los análisis más importantes están el examen físico, que incluye el color, olor, turbidez, sedimento y gravedad específica, y el examen químico, que incluye el pH, proteínas por el método del ácido sulfosalicílico, cetona, sangre/hemoglobina, bilirrubina y urobilinógeno (Bouda et al. 1993; Carlson 1990).

2.4.5.1. Exámen físico

2.4.5.1.1. Color, olor, turbidez y sedimento

Depende de su concentración. La orina debe ser ambar clara, libre de tonalidades rosas, rojizas o cafetosas. Puede contener hasta 5 células o leucocitos por campo de alto poder. Un incremento de eritrocitos indica hematuria y un incremento en los leucocitos indica un proceso inflamatorio, que de estar asociado a bacteriuria indica un proceso séptico en el tracto urinario. El color rojo está dado por la hemoglobinuria, hematuria y pielonefritis.

2.4.5.1.2. Gravedad específica

Normalmente es de 1.020 a 1.040. En vacas lecheras con raciones deficientes en cloruro de sodio por un tiempo prolongado, existe un fenómeno de expulsión medular de agua en riñones como consecuencia de insuficiente sodio a nivel tubular capaz de sostener el mecanismo normal de contracorriente. Esto se traduce en una disminución de la gravedad específica de la orina así como en poliuria en los animales (Carlson 1990). La disminución de la gravedad específica se presenta durante las insuficiencias renales.

2.4.5.2. Exámen químico

2.4.5.2.1. pH

En la vaca el pH de la orina es alcalino, y va de 7.7 a 8.4 (Jagos y Bouda 1980) y su diagnóstico de campo se realiza por medio del potenciómetro portátil. La aciduria se da en cetosis y en acidosis metabólica. En la alcalosis metabólica hipoclorémica e hipokalémica ocurre una aciduria paradójica.

2.4.5.2.2. Proteína

En la orina normal no deben encontrarse proteínas. La determinación de proteínas por medio de tiras reactivas puede dar falsos positivos cuando la orina es muy alcalina. Por esta razón es necesario emplear la prueba del ácido sulfosalicílico (Carlson 1990). Una reacción positiva y persistente en ausencia de leucocitos, eritrocitos, bacterias o sedimentos sugiere pérdida proteica a nivel glomerular como en casos de glomerulonefritis o amiloidosis. Por el contrario, cuando hay bacterias o leucocitos, la presencia de proteínas sugiere un proceso séptico en el tracto urinario. Cuando hay hemorragias o inflamaciones en el tracto urogenital, éstas se asocian a proteinuria. Es un método de diagnóstico para procesos inflamatorios y enfermedades renales como nefrosis, pielonefritis o nefritis.

2.4.5.2.3. Otros hallazgos en orina

El urobilinógeno se encuentra aumentado en ictericias hemolíticas como la producida por Babesia. La sangre en orina (hematuria) ocurre en pielonefritis, y más frecuentemente debido a urolitiasis; la hemoglobinuria se presenta en casos de deficiencia de fósforo y babesiosis. La bilirrubina se detecta en casos de hepatitis. Los cuerpos cetónicos o cetonuria ocurren en forma secundaria en casos de desplazamiento abomasal o en casos de catabolismo debido a fiebre, anorexia, infecciones, mastitis etcétera. La glucosa en orina reviste poca importancia práctica.

2.5. ALTERACIONES METABÓLICAS Y PRODUCCIÓN DE LECHE

En diversos estudios se ha establecido la relación entre las enfermedades metabólicas y la producción lechera (Ferguson et al. 1987, Van Saun 1997).

2.5.1. Curvas de producción

En las vacas lecheras en Nueva Zelanda el pico de producción es más bajo y tiene un ritmo de declinación más rápido en comparación con las vacas Holstein-Friesian Americanas (Edwards 1994). En Nueva Zelanda la duración promedio de la lactancia es de 226 días. Esto se debe principalmente al sistema estacional de partos, que está en función de la disponibilidad estacional de praderas, obligando a la interrupción abrupta de las lactancias en otoño y principios de invierno (Edwards 1994; Jasirowski 1983; Lean 1996; Lee 1997).

La curva de producción de leche en Nueva Zelanda está principalmente determinada por la correspondiente curva de crecimiento de las praderas y la declinación de éstas en términos de producción de materia seca y calidad, lo que determina el grado de persistencia de la lactancia y la longitud de ésta (Edwards y Parker 1994). En Nueva Zelanda la extensión de la longitud de la lactancia a través del mejoramiento de la calidad y cantidad de la ración durante el fin del verano y principios del otoño es una posibilidad importante para incrementar la producción de leche (Edwards y Parker 1994).

En la vaca lechera de alta producción, los máximos volúmenes de producción de diaria de leche se alcanzan entre 3 y 6 semanas posparto, y en ocasiones en la semana 8 posparto. Por otro lado, la máxima ingesta de energía metabolizable en vacas en pastoreo se logra entre las 8 y 12 semanas, y en ocasiones a las 16 semanas posparto, aún siendo alimentadas sobre praderas de excelente calidad. En vacas

en condiciones de confinamiento y recibiendo suplementos alimenticios, la máxima ingesta de energía metabolizable se alcanza entre las 10 y 14 semanas posparto (NRC 1989; Holmes y Wilson 1987). Por esta razón, el pico de producción de leche y el pico del rendimiento de grasa se mantienen a expensas de las reservas corporales y del tejido muscular, por lo que las vacas pierden peso al inicio de la lactancia, aún cuando sean alimentadas a su máxima capacidad sobre praderas de calidad (NRC 1989; Holmes y Wilson 1987).

La subalimentación de las vacas recién paridas contribuye a niveles bajos de producción en el pico de la lactancia, a pobre persistencia de la producción, y a una considerable pérdida de peso corporal (Holmes y Wilson 1987).

Auld et al. (1997a,b), estudiando grupos de vacas de alto valor genético de diferentes edades, encontraron una producción de 24 kg al día en el pico de la lactación durante el período de crecimiento de praderas en Nueva Zelanda. De acuerdo con Holmes y Wilson (1987) y Wood (1969), la curva de producción de las vaquillas de primer parto difiere de la de vacas adultas en que esta última es más alta y más aguda, pero menos persistente que en las vaquillas. Esto significa que los picos de producción de vacas adultas son más altos y más precisos que los de vaquillas, y según Holmes y Wilson (1987) se presentan entre 3 y 6 semanas posparto en Nueva Zelanda, los cuales son seguidos de un período relativamente lento pero constante de declinación o persistencia.

Radostits et al. (1994b) y Wood (1969), mencionan que en condiciones de producción intensiva en confinamiento y usando suplementos, el pico de producción se presenta usualmente dentro de los 2 primeros meses de lactancia, y la persistencia de la lactancia disminuye en vacas adultas del 8 al 10% por mes con respecto al pico

de producción, mientras que en vaquillas de primer parto disminuye del 4% al 6% por mes. Esto puede deberse a que una vaquilla tiene menos reservas corporales y menos tejido secretor que las vacas adultas (Holmes y Wilson 1997). Además, las vaquillas tienen aún necesidades de crecimiento, siendo usados menos nutrientes para la producción, en comparación con la vaca adulta. Las vaquillas tienen menor capacidad de movilizar reservas corporales, limitando el potencial de producción del tejido secretor en el inicio de la lactancia.

En Nueva Zelanda existe el potencial para incrementar el pico de lactación y la persistencia en el segundo y tercer tercio de las lactancias a través de la mejoría de la nutrición.

Un manejo de la alimentación para alcanzar mayores niveles en el pico de la producción de leche, así como un incremento en el aporte de nutrientes de alta digestibilidad durante el verano, por ejemplo a través de ensilados o concentrados en las condiciones de Nueva Zelanda, haría posibles lactancias de 270 a 280 días. El ritmo de reducción de la producción es variable, y puede ser afectado por numerosos factores, como el nivel de nutrición y el mérito genético de la vaca (Holmes y Wilson 1987).

2.5.2. Componentes lácteos

En vacas suplementadas, las concentraciones mínimas de sólidos totales, grasa y proteína ocurren aproximadamente en el momento de máxima producción de leche. Posteriormente las concentraciones de grasa aumentan ligeramente, aunque esto puede estar influenciado por cambios en la dieta de acuerdo al avance de la lactancia en vacas suplementadas. Debido al efecto del alto volumen de producción, los rendimientos totales de los componentes de la leche se incrementan durante el pico de producción (Oldham y Sutton 1983). Sin embargo, en ocasiones, la depresión en el porcentaje de la grasa de la leche es

tan severa que el rendimiento total de la grasa disminuye, no así el de la proteína, cuyo rendimiento total generalmente aumenta, ya que se ve afectada en menor grado por las altas producciones. Por el contrario, cuando el consumo de alimento ha sido mantenido en forma constante, los cambios en las concentraciones de grasa han sido extremadamente pequeños hasta las últimas semanas de lactancia. Las concentraciones de proteína se incrementan lentamente durante el resto de la lactancia y pueden elevarse en forma abrupta en las últimas semanas si las vacas se encuentran preñadas. El contenido de lactosa cambia poco después del ascenso inicial, pero tiende a disminuir en las últimas semanas de lactancia (Oldham y Sutton 1983). Las concentraciones de grasa en la leche pueden variar hasta en 3 puntos porcentuales, y las de proteína hasta en 0.6 puntos. Sin embargo, las concentraciones de lactosa en la leche son relativamente constantes (Bachman 1992; Oldham y Sutton 1983; Radostits et al. 1994). La producción total de leche depende principalmente de la cantidad secretada de los constituyentes osmóticamente activos más importantes, que son la lactosa y las sales minerales.

Es ampliamente conocido que la raza Holstein-Friesian Americana es la que produce los mayores volúmenes de leche de todas las razas especializadas; sin embargo la composición, en términos del contenido de grasa, proteína, lactosa y cenizas es menor en comparación con las razas Jersey, Guernsey, Shorthorn y Ayrshire (Scott 1991). Además, la composición de la leche de la raza Holstein-Friesian Neocelandesa es más alta en sólidos totales, sólidos no grasos, grasa y proteína que la de la raza Holstein-Friesian Americana (Mac Milan y Ahlborn 1997).

2.5.2.1. Sólidos de leche (grasa+proteína)

Sólidos de leche es la traducción del término milksolids que en Nueva Zelandia se usa para referirse a la suma de grasa más proteína, y que constituye un parámetro muy importante en la productividad de las vacas. De acuerdo con Holmes (1987), las reservas corporales de grasa y proteína son utilizadas para contribuir en la síntesis de grasa y proteína de la leche y los picos de sus rendimientos pueden alcanzarse antes que el pico del rendimiento de la leche.

Edwards y Parker (1994) mencionan que los medianos productores de Nueva Zelandia produjeron de 280 a 315 kg de sólidos de leche por vaca en lactancias de 226 días en condiciones de alta densidad de pastoreo, resultando en un mínimo de 1000 kg de sólidos de leche por hectárea. Crawford et al. (1995) mencionan que en el 1% superior de los hatos lecheros en Nueva Zelandia se emplean henos, ensilados, aplicación de nitrógeno sobre las praderas, y en algunos se administran concentrados al ganado. En estos hatos, consistentemente se logran lactancias de 274 ± 10 días y producciones de sólidos de leche de 1.16 a 2.09 kg por día al pico de producción, con 350 kg por lactancia y 881 kg por hectárea a una densidad de pastoreo de 2.48 vacas por hectárea. No obstante que esta producción de sólidos de leche es inferior a lo reportado por Edwards y Parker (1994), estos últimos no citan la carga animal.

2.5.2.2. Grasa

De acuerdo con diversos autores, las altas calificaciones de condición corporal al parto incrementan la concentración de grasa en la leche, pero esta es también dependiente del nivel de la alimentación al inicio de la lactancia (Lee 1997; Oldham 1983; Mudford 1997; Yabuta 1996). De acuerdo con Holmes y Wilson (1987), el rendimiento de grasa en una lactancia de 274 días en una vaca que llega al parto en la

primavera, esto es la época de crecimiento de praderas en Nueva Zelanda, puede ser estimado multiplicando su rendimiento al pico de producción de grasa por un factor de 180 a 200.

2.5.2.3. Proteína

Los mecanismos a través de los cuales el consumo de energía afecta el contenido de proteína en la leche han sido descritos por Oldham y Sutton (1983). Uno de ellos establece que la restricción de energía para la producción de proteína microbiana reduce la producción de proteína en la leche; sin embargo, también se establece que cuando se reduce el consumo de energía, la oxidación de la proteína puede aumentar, haciendo que se utilice como energía, y por lo tanto menos aminoácidos estarían disponibles para la síntesis de proteína en la leche. Los excesos en el consumo de energía promueven pequeños incrementos en el porcentaje de proteína en la leche (Oldham y Sutton 1983).

2.5.2.4. Incidencia de mastitis

Las mastitis clínica y subclínica en los diferentes sistemas de pastoreo ha sido reportada (Goldberg et al. 1992). En Nueva Zelanda se encontró un 8.1% de mastitis clínica en vaquillas al parto, aislándose estreptococos ambientales en el 67% de los casos. Durante la lactancia de vaquillas de primer parto, se encontró un 2.8% de mastitis clínicas, aislándose estreptococos ambientales en el 38.5% de los casos. El 35.6% de las vaquillas durante la lactancia, tuvo mastitis subclínica en cuando menos un cuarto, y de estos el estafilococo coagulasa negativo fue el más frecuentemente aislado (Pankey et al. 1996).

2.6. SOMATOMETRIA

2.6.1. Peso

El peso de la vaquilla antes del primer parto está fuertemente asociado con la producción de leche. De acuerdo con Gunn et al. (1998), en Australia las vaquillas Holstein-Friesian de tamaño promedio en su primer lactancia producen entre un 79% y 82% de lo que producen sus compañeras de hato maduras, mientras que las vaquillas de mayor tamaño producen entre el 90 y el 100% del rendimiento de las vacas maduras. En ese mismo estudio, basándose en los análisis de los registros de 847 vaquillas Holstein-Friesian de primer parto, y con el objeto de conocer la relación entre la producción de leche en la primer lactancia y el peso corporal antes del parto (peso corporal entre 1 y 6 días antes del parto), observaron que los pesos corporales antes del parto de las vaquillas fueron de 425 ± 46 kg y que las producciones fueron de $4,207 \pm 1088$ l de leche, 172 ± 43 kg de grasa y 131 ± 34 kg de proteína a lactancias de 300 días. Por cada kilogramo de aumento en el peso corporal antes del parto en el rango de 430 a 520 kg hubo un incremento de 9.32 l de leche conteniendo 0.65 kg de sólidos de leche (grasa+proteína) a lactancias de 300 días (Gunn et al. 1998). Así mismo, analizando la relación entre la ganancia diaria de peso entre 4 y 8 meses de edad, que es el período de mayor desarrollo de la glándula mamaria, y la producción de leche por lactancia, encontraron una relación positiva entre ambas. Esta relación positiva se mantuvo aunque en menor proporción cuando la ganancia diaria de peso estuvo entre 0.7 y 0.8 kg/día.

Las vaquillas que pesaban entre 280 y 330 kg al inicio de la época de servicios tuvieron porcentajes de preñez a los 30 y a los 60 días de entre el 65% y el 85%, que fueron superiores a los obtenidos en grupos de vaquillas de menor peso. Los porcentajes de preñez sin embargo fueron similares en vaquillas con más de 330 kg. En forma

similar las vaquillas con pesos corporales antes del parto de entre 500 y menos de 520 kg, tuvieron 62% de porcentaje de preñez durante los primeros 30 días de la época de servicios, en comparación con las que pesaron entre 340 y menos de 360 kg, que tuvieron un 39% de porcentaje de preñez durante los primeros 30 días (Gunn et al. 1998). En el estudio de Gunn et al. (1998) solo en 6 de los 25 hatos incluidos en el estudio se logró obtener pesos corporales antes del parto de 450 kg o más.

McLean (1994), en una revisión de los estudios sobre el crecimiento de vaquillas y su efecto sobre la producción de leche en la región Australoasiática, cita a Lean (1991), quien establece que el peso óptimo al parto varía de acuerdo con los sistemas de producción y el precio relativo de los concentrados con respecto a la leche. En los sistemas en donde los precios del concentrado son más altos que los de la leche, los pesos corporales antes del primer parto de 500 kg o ligeramente menores son aceptables. Mientras que en sistemas de producción en donde el precio de la leche es más alto que el del concentrado, es adecuado buscar pesos corporales antes del primer parto de 550 a 600 kg.

De acuerdo con Heinrichs (1993), Heinrichs y Hargrove (1987) y Hoffman y Funk (1992), en hatos de ganado Holstein-Fresian Norteamericano con niveles de producción de leche de más de 10,000 kg en 305 días, los pesos corporales antes del primer parto fueron de 616 kg y en hatos con producciones de 7,000 a 8,000 kg, los pesos corporales fueron de 515 a 526 kg.

Citando a Freeman (1993), McLean (1994) menciona que por cada 50 kg de aumento en el peso corporal antes del parto se producirán 1,050 l extras de leche en las primeras 3 lactancias. Para lograr ese aumento de peso corporal durante la crianza y proveer mantenimiento extra y producir leche extra en 3 lactancias, se

requieren aproximadamente 1216 kg de concentrado. Esta relación de 1.2 kg de concentrado por litro extra de leche obtenido puede ser usado para calcular las utilidades de acuerdo a varios precios de la leche y los concentrados. Adicionalmente deben considerarse otros posibles beneficios del aumento de peso, como son un aumento de la eficiencia reproductiva y una reducción en los porcentajes de desechos, ya que durante la primera lactancia las vaquillas ligeras permanecen en balance energético negativo por más tiempo, comienzan a ciclar más tarde, tienen mayores porcentajes de distocia y tienen mayor dificultad para volver a quedar preñadas.

McLean (1994) cita a Shouten (1994), quien menciona que en sistemas de crianza de becerras en pastoreo, no es probable que ocurra la deposición de grasa en la ubre, particularmente en hatos que paren en la primavera. Troccon (1993), trabajando en Francia con vaquillas Holstein-Friesian Neocelandesas alimentadas con altos niveles no encontró efectos adversos de un ritmo de ganancia de peso acelerado (0.83 kg/día) sobre la producción de leche en la primera o subsecuentes lactancias. Por el contrario, éstos animales tuvieron una vida productiva más larga, con mayores rendimientos de leche, grasa y proteína.

Troccon (1993), Penno (1997) y Penno et al. (1997) establecen que el peso corporal de las vaquillas antes del primer parto, a los 24 meses de edad debe ser el equivalente al 90% del peso corporal de las vacas maduras para la raza o hato determinado. Así mismo, los pesos corporales a los 6 meses de edad y a los 15 meses (primer servicio) deben ser del 30% y el 60% del peso corporal de las vacas adultas. En el caso de las vaquillas Holstein-Friesian Neocelandesas en las condiciones de Nueva Zelanda en donde el peso de las vacas maduras se establece en 500 kg, los pesos a los 6 meses, a los 15 meses y a los 24 meses (como peso corporal antes del parto) deben ser de 150, 300 y

450 kg respectivamente equivalentes al 30,60 y 90% del peso corporal de las vacas maduras.

García-Muñiz et al. (1998) estudiaron los rendimientos de leche y los rendimientos de sólidos de leche en vacas maduras Holstein-Friesian Neocelandesas con pesos corporales de 520 kg y 467 kg y encontraron producciones de leche de 4708 kg y 4323 kg y rendimientos de sólidos de leche de 364 kg y 348 kg respectivamente. Sin embargo al expresar estos resultados por kg de peso corporal encontraron 44.3 kg y 43.9 kg de leche así como 3.38 kg y 3.42 kg de sólidos de leche respectivamente. De igual manera, al expresar las producciones de leche y de sólidos de leche por tonelada de materia seca consumida procedente de la pradera, es decir la conversión alimenticia, encontraron 84 kg de rendimiento de sólidos de leche por tonelada de materia seca consumida por las vacas pesadas y 87 kg de rendimiento de sólidos de leche por tonelada de materia seca consumida por las vacas ligeras. Esto hace a ambos grupos de vacas igualmente eficientes.

Teóricamente, para un determinado nivel genético, un menor número de vacas de mayor tamaño podrían ejercer una presión de pastoreo similar, pero con mayor eficiencia de conversión alimenticia en comparación con un mayor número de vacas de menor peso y tamaño corporal. Esto reduciría los costos variables de la producción de leche. Experiencias en el campo indican que el uso apropiado de alimentos para suplementar la pradera puede permitir mayores índices de pastoreo, así como el uso de vacas de mayor tamaño y peso, con lo que se podría lograr mayor producción de leche por hato, así como la utilización óptima de la pradera (Holmes y Wilson 1987).

De acuerdo con Holmes et al. (1993) para las condiciones actuales de Nueva Zelanda, las vacas pequeñas son más adecuadas que las grandes, sin embargo esto tendrá que ser revisado en función de las

posibilidades de mejorar las estrategias de alimentación en ese país. Las vacas más pesadas alimentadas por debajo de sus necesidades de mantenimiento son menos redituables que las vacas menos pesadas pero alimentadas a los mismos niveles de consumo de materia seca. Por ejemplo, 100 kg extras de peso corporal al primer parto, deberían permitir que una vaquilla comiendo de praderas durante la primavera avanzada al 4% de su peso corporal, produjera 7 l de leche por día de lactancia en comparación con las vaquillas menos pesadas. Sin embargo, si el consumo de materia seca fuera equivalente al 2.8% del peso corporal, entonces no habría ventajas en tener una vaquilla más grande. Esto es consistente con las condiciones actuales de Nueva Zelanda de restricciones en la disponibilidad de pradera.

De acuerdo con Edwards y Parker (1994) en Nueva Zelanda las vacas lecheras en condiciones de pastoreo sobre pradera generalmente consumen menos del 3.0% de su peso corporal en materia seca (MS), pero en vacas altas productoras esto puede ser incrementado al equivalente del 3.25 % de su peso corporal, y en condiciones de pastura de alta calidad este porcentaje puede ser incrementado al 4.5% de su peso corporal. También de acuerdo con Holmes et al. (1993), el lograr en forma consistente y sin suplementación, consumos de materia seca superiores al 3.5% del peso corporal representa un reto, no solamente por la composición de la pastura, sino también por las variaciones estacionales en el aporte de praderas (García-Muñiz 1998). A nivel de hato, el promedio de consumo de materia seca es de 3.4% del peso corporal lo cual brinda potencial para producir 27 kg de leche corregida a 4% de grasa, siempre y cuando exista una pradera de excelente calidad que sea la única fuente de energía, y las condiciones ambientales y la actividad física sean tales que los requerimientos de energía para mantenimiento sean minimizados.

2.6.2. Calificación de la condición corporal

De acuerdo con Lean et al. (1996) en Nueva Zelanda la alta densidad de pastoreo resulta en consumos de materia seca por debajo del potencial genético de las vacas. Una vaca Holstein-Friesian Neocelandesa de 450 kg. de peso corporal en pastoreo de alta densidad consume 2.85 % de su peso corporal, produce 3,750 l de leche en una lactancia de 300 días. Las consecuencias de esta alta densidad de pastoreo se reflejan en el peso maduro de las vacas adultas (420 a 450 kg), en la calificación de condición corporal de 2.5 al parto y 2.0 en el segundo o tercer tercio de la lactancia (esto es 1.0 unidad por abajo de la calificación de condición corporal en los sistemas en confinamiento), y en lactancias cortas (230 a 260 días). La corta duración de las lactancias se debe a las pariciones concentradas en la primavera, a una producción de pastura deficiente e impredecible durante el verano y el otoño, lo que a su vez ocasiona el cese de la lactancia en un momento en que sería posible continuar con la misma. Por esta razón, la producción de pastura del otoño es frecuentemente usada para recuperar calificación de condición corporal en vacas secadas en forma temprana más que para producir leche. Por estas razones en el caso de las vacas de Nueva Zelanda, solamente del 25 al 30% del consumo de materia seca de por vida es utilizado para producir leche, mientras que en los sistemas de alta producción de América del Norte, se utiliza aproximadamente del 35 al 45% del consumo de materia seca para producir leche. Desde este punto de vista, se considera que la utilización de pastura para la producción de leche en las condiciones actuales de Nueva Zelanda es relativamente ineficiente (Lean et al. 1996).

El peso corporal es dependiente del tamaño del esqueleto y de la calificación de condición corporal. De acuerdo con Stewart y Taylor (1990), citado por McLean (1994) para vaquillas con similar

calificación de condición corporal, el aumento del tamaño del esqueleto no estuvo asociado con incrementos en la producción de leche, mientras que en vaquillas de tamaño esquelético similar, un aumento de la calificación de condición corporal de 0.4 estuvo asociada con un incremento en el peso corporal de 381 kg a 416 kg y resultó en un incremento de la producción de leche de 1,721 kg contra 1,882 kg durante las primeras 20 semanas de lactancia.

Cowen et al. (1974), estudiando 78 vaquillas en Queensland, Australia y citado por Penno et al. (1997) establecieron que por cada kilogramo de peso corporal antes del parto había un aumento de 23 l de leche extras en las siguientes 3 lactancias. En el estudio de Penno et al. (1997) cada kilogramo de peso corporal ganado entre los 15 y 22 meses de edad resultó en 0.38 kg de sólidos de leche en la primer lactancia, lo cual es muy próximo a los 0.36 kg de sólidos de leche obtenidos por Bryant y McRobbie (1991) (referidos por Penno et al. 1997). De acuerdo con Penno et al. (1997) esta producción extra es el resultado de la calificación de condición corporal adicional, y no el resultado de diferencias en tamaño corporal. Asimismo, se sugiere que hasta los primeros 4 meses posparto la grasa es movilizadada para apoyar la producción lechera, permitiendo una disminución en el consumo de materia seca.

Una mayor calificación de condición corporal al parto puede provocar un incremento en la producción de sólidos de leche en la siguiente lactancia, y una reducción en el consumo voluntario de materia seca en vacas alimentadas en pastoreo. Esto se debe a que las vacas que paren en buena condición corporal son capaces de partir la energía almacenada en el cuerpo y dirigirla hacia la producción de leche, y no hacia la ganancia de peso corporal, mientras que las vacas que paren con baja condición corporal tienen menos reservas corporales y deben consumir mayor cantidad de materia seca para

compensar ese déficit. Estas diferencias se manifiestan durante el primer tercio de la lactancia y a lo largo de la estación. Estas respuestas han sido más consistentes en sistemas de producción basados en el pastoreo que en los sistemas de alimentación a base de raciones totalmente mezcladas (raciones integrales) (Mackle et al. 1996).

Las vacas con alta calificación de condición corporal al parto tuvieron más altos niveles de producción y menores niveles de ingesta de materia seca que las vacas con baja calificación de condición corporal, y respondieron mejor a la administración de suplementos al inicio de la lactancia (Thomson et al. 1997). Kelloway y Porta (1993) citados por Thomson et al. (1997), sugirieron que las respuestas a la administración de concentrados al inicio de la lactancia pueden ser maximizados si las vacas están en buena condición corporal.

El ganado Holstein-Friesian Americano de alta producción se encuentra en balance energético negativo desde los primeros días de lactación, y debe movilizar sus reservas corporales para mantener la lactación (Villa-Godoy et al. 1988; Zarco 1996). La magnitud del balance energético negativo aumenta cada día conforme aumenta la producción láctea, hasta llegar al punto de máximo balance energético negativo llamado nadir (Zarco 1996). La magnitud, la ocurrencia y la duración del nadir presentan una amplia variación entre las vacas; así, Villa-Godoy et al. (1988), encontraron que el promedio del máximo déficit en el balance energético fue de -16.3 MCal, pero con variaciones individuales de -4 a -35 MCal entre vacas, y que en promedio, el nadir del balance energético negativo ocurre o se presenta alrededor del día 10 de lactación (entre la segunda y cuarta semana de lactación). La duración del balance energético negativo es de 10 semanas (4 a 14 semanas) (Butler et al. 1981). Después del nadir de balance energético negativo, las vacas comienzan a aumentar su

consumo de alimento, por lo que el balance energético negativo comienza a reducirse, aproximándose gradualmente hacia cero, (Butler et al. 1981; Villa-Godoy et al. 1988) aunque se mantiene como negativo durante varias semanas más.

La mayoría de las vacas lecheras presentan su primera ovulación entre la segunda y la cuarta semana de lactación (Villa-Godoy et al. 1988).

Es posible que las vacas que llegan al parto con pocas reservas corporales sean más afectadas por el balance energético negativo posparto que las vacas que paren en una buena condición corporal. Sin embargo, una calificación de condición corporal elevada al parto hace que las vacas consuman menos alimento, disminuyendo la producción de leche, con aumento en la incidencia de retención de membranas fetales, metritis y quistes ováricos.

2.6.3. Estatura

La estatura a la cruz de las vaquillas Holstein-Friesian Americanas a los 24 meses de edad oscila entre 138 cm a 141 cm (Kertz 1997; Heinrichs 1987; Medina 1994). En las vaquillas Holstein-Friesian Neocelandesas la información es variable y muy limitada.

2.7. PROGESTERONA

Se ha observado que en vacas con moderados niveles de subalimentación antes o después del parto, puede haber una interferencia con los mecanismos de maduración folicular final y ovulación, mientras que las deficiencias nutricionales más pronunciadas pueden afectar los mecanismos que regulan el tamaño del folículo dominante, así como la dinámica de crecimiento del mismo y su regresión. La subnutrición severa puede resultar en la ausencia de

foliculos mayores de 5 mm de diámetro. Estos cambios son consistentes con efectos similares de reducción en la secreción de FSH o LH asociada con la inhibición de la liberación de GnRH del hipotálamo (Jolly 1995).

No obstante que la relación entre cada uno de estos parámetros y la fertilidad es discutible, el parámetro reproductivo de mayor relevancia en Nueva Zelandia son los días a primer celo, el cual a su vez es afectado por el estatus metabólico en los períodos preparto y posparto ya que es un anestro nutricional (Jolly 1995).

III HIPÓTESIS

3.1. Tanto las vaquillas Holstein-Friesian Neocelandesas así como las de origen Americano alimentadas en un sistema basado únicamente en el pastoreo controlado en México, padecen trastornos ruminales y metabólicos clínicos y subclínicos que hacen necesaria la suplementación con concentrados.

3.2. Estos trastornos ruminales y metabólicos son dependientes principalmente de la nutrición y afectan la producción de leche, actividad reproductiva, los cambios en el peso corporal y la calificación de la condición corporal.

3.3. Las vaquillas de origen neocelandés son más eficientes que las de origen americano en condiciones de pastoreo controlado.

IV OBJETIVOS

4.1. Determinar la dinámica de parámetros bioquímicos en líquido ruminal, orina y sangre en vaquillas Holstein-Friesian Neocelandesas y en Vaquillas Holstein-Friesian Americanas en pastoreo controlado.

4.2. Con base en la incidencia de los trastornos ruminales y de las enfermedades metabólicas clínicas y subclínicas en vaquillas Holstein-Friesian Neocelandesas y en Vaquillas Holstein-Friesian Americanas en Tepetzotlán, México, determinar si es necesaria la suplementación.

4.3. Determinar el impacto de los trastornos ruminales y de los problemas metabólicos sobre la producción de leche y sobre el reinicio de la actividad ovárica posparto de las vaquillas Holstein-Friesian Neocelandesas y de las Vaquillas Holstein-Friesian Americanas mantenidas en pastoreo controlado con o sin suplementación y evaluar las posibles diferencias entre ambos tipos de ganado.

4.4. Comparar el desempeño productivo de ambos grupos de vaquillas.

V MATERIAL Y MÉTODOS

El estudio se llevó a cabo en el Centro de Enseñanza, Investigación y Extensión en Producción Bovina y Caprina (CEIEPBC), Rancho 4 Milpas, ubicado en Tepetzotlán, Edo. de México. Se utilizaron 7 vaquillas Holstein-Friesian Neocelandesas y 7 vaquillas Holstein-Friesian Americanas programadas para parir por primera vez durante enero, febrero y marzo de 1996. A las vaquillas empleadas en el estudio se les realizó un exámen físico completo para descartar la presencia de anomalías. Todos los animales estaban libres de tuberculosis y brucelosis. Las vaquillas habían sido vacunadas contra brucelosis empleando la vacuna cepa 19 dosis completa entre los 3 y los 4 meses de edad. Las vaquillas Holstein-Friesian Neocelandesas llegaron al primer parto con una edad promedio de 25.63 meses y las vaquillas Holstein-Friesian Americanas con una edad de 27.88 meses.

Las vaquillas se introdujeron a la pradera 3 semanas antes de la fecha programada del parto. Las praderas estaban constituidas de leguminosas (alfalfa y trébol blanco) y gramíneas (rye grass y orchard). Cada 15 días se hacían muestreos de pradera y determinaciones de materia seca con base en lo cual se hacían las asignaciones de metros cuadrados de pradera. El pastoreo se controló por cercos eléctricos cada 12 h con asignaciones de materia seca de la pradera equivalentes al 3.6% del peso corporal de las vaquillas. Inicialmente se asignaron 16 kg de materia seca para las Holstein-Friesian Neocelandesas y 17.5 kg para las Holstein-Friesian Americanas. Se concedió un excedente de 30% más de superficie de pradera, para tener 3.5 vaquillas Holstein-Friesian Neocelandesas y 3.2 vaquillas Holstein-Friesian Americanas por hectárea. No se administraron concentrados durante toda la duración del estudio. Las

vaquillas se ordeñaron 2 veces por día por un mínimo de 305 días de lactancia.

Los muestreos se tomaron en un día fijo de cada semana, entre las 8:00 y 11:00 h de la mañana. Dependiendo de los análisis requeridos, los muestreos se programaron a diferentes intervalos preparto o posparto lo que se especifica para cada tipo de muestra. Los muestreos practicados consistieron en:

5.1. Sangre

Se tomaron de la vena yugular, 5 ml de sangre en un tubo con EDTA (10-20 mg/10 ml) y 20 ml de sangre en tubos con heparina sódica (15 UI/ml).

En la sangre del tubo con EDTA se determinó el hematocrito por el método del microhematocrito así como la proteína plasmática por medio del refractómetro (Benjamin 1984). Los muestreos para estas determinaciones se llevaron a cabo a las 2 semanas preparto, al parto, a las 4, 8, 12, 16, 24, 32 y 40 semanas posparto.

Los tubos con heparina sódica se centrifugaron a 3000 rpm/10 minutos, dentro de la siguiente hora después de su colección, para obtener el plasma sanguíneo. El plasma, usualmente en un volumen mínimo de 10 ml, se transfirió a nuevos tubos para los análisis de química sanguínea. Estos muestreos se llevaron a cabo a las 2 semanas preparto, al parto, a las 4 y 8 semanas posparto, a los 3, 4, 6, 8 y 10 meses posparto llevándose a cabo la determinación de los siguientes componentes:

Glucosa, urea, aspartato aminotransferasa y fósforo inorgánico por el método del fotocolorímetro (Tietz 1986).

Sodio y potasio por medio del analizador de electrolitos a través del método de ión selectivo (644 Ciba-Corning, Essex, Inglaterra) (Tietz 1986). Calcio y magnesio por espectrofotometría de absorción

atómica (3110 Pekin-Elmer, Connecticut, EUA) (Annio 1974; Fernández 1971).

En adición, en las semanas 3, 6 y 10 después del parto se hicieron muestreos para la determinación de urea por el método de fotolorimetría (Tietz 1986).

Los muestreos para la determinación de progesterona plasmática se llevaron a cabo dos veces a la semana, a partir del día 7 y hasta el día 90 posparto, o hasta que se dio el primer servicio. Estas muestras fueron mantenidas en congelación hasta finalizar el estudio y posteriormente fueron analizadas como un único lote. Las concentraciones de progesterona se determinaron mediante radioinmunoanálisis de fase sólida (Pulido et al. 1991), en el departamento de Reproducción de la FMVZ de la UNAM.

5.2. Líquido ruminal

Se colectó por el método descrito por Bouda et al. (1994c), el cual consiste en la introducción de una sonda ruminal con cabeza metálica (perforada) de acero inoxidable por vía oral, la cual se introduce en la fase líquida del contenido ruminal. La sonda se conecta una bomba manual de vacío de acero inoxidable y se succiona mecánicamente el líquido, desechando los primeros 200 ml para evitar la contaminación por saliva y colectando 200 ml más para los análisis correspondientes.

Se llevaron a cabo muestreos en 9 ocasiones en cada vaquilla, a las 2 semanas preparto, al parto, a las 4 y 8 semanas posparto, 3, 4, 6, 8 y 10 meses posparto. Se llevaron a cabo los siguientes análisis en el líquido ruminal (Bouda et al. 1994c; House 1992; Paasch et al. 1994; Radostits et al. 1994a):

Exámen físico: Este se practicó al lado de la vaca inmediatamente después de colectado el líquido ruminal, y consistió en la determinación del color, el olor, la sedimentación y la flotación.

El color se clasificó de acuerdo a lo observado; el olor se clasificó como aromático típico o como desagradable; la sedimentación y la flotación se valoraron en minutos, con el criterio de 4 a 8 minutos para ambas.

Exámen químico: Consistió en la determinación del pH, de la actividad microbiana y de los ácidos grasos volátiles. Los dos primeros análisis se practicaron al lado de la vaca inmediatamente después de colectado el líquido ruminal.

El pH se determinó por medio del potenciómetro portátil (Checker-Hanna instruments) y la actividad microbiana por el método del azul de metileno (Bouda et al. 1994c; Bouda et al. 1997b; Dirksen 1987).

Para la determinación de la actividad microbiana se tomaron 10 ml de líquido ruminal y se les añadieron 0.5 ml de solución de azul de metileno al 0.03%, se mezcló la muestra, dejándola reposar y evaluando la desaparición del color azuloso de la muestra en minutos dentro de los siguientes 15 minutos, mediante su comparación con una muestra testigo.

Para la determinación de los ácidos grasos volátiles se depositaron 50 ml de líquido ruminal en un frasco, al que se añadieron en forma inmediata 10 gotas de solución saturada de cloruro de mercurio como conservador. Los análisis se llevaron a cabo por medio de la cromatografía de gases, de acuerdo con la técnica descrita por Cottyn et al. (1968) en el Laboratorio de Biotecnología del Instituto de Investigaciones Biomédicas de la UNAM. Para la determinación de los ácidos grasos volátiles se llevaron a cabo muestreos de líquido ruminal

en 15 ocasiones en cada vaquilla: a las 2 semanas preparto, al parto, a las 2, 4, 6, 8, 10, 12, 16, 20, 24, 28, 32, 36 y 40 semanas posparto.

5.3. Orina

Se obtuvieron de 30 a 50 ml de orina mediante la cateterización uretral, empleando un catéter de acero inoxidable (Radostits et al. 1994a, Bouda et al. 1993) previo lavado del área perivulvar. La toma de muestras para los análisis de orina se llevó a cabo a las 2 semanas preparto, al parto, a las 4 y 8 semanas posparto y a los 3, 4, 6, 8 y 10 meses posparto. En ellas se practicaron los siguientes análisis:

Exámen físico: Este se practicó al lado de la vaca en forma inmediata y se determinaron el color, el olor y la turbidez. El color se clasificó como amarillento claro o rojizo, el olor se clasificó como inoloro o con olor a amoniaco, y la turbidez se clasificó como positiva o negativa. La gravedad específica se determinó mediante un refractómetro.

Exámen químico: Se determinó en forma inmediata mediante el uso de tiras reactivas (Marca Comburtest) y consistió en la determinación de cuerpos cetónicos, bilirrubina, urobilinógeno, sangre. Se determinaron también proteínas en orina mediante la prueba del ácido sulfosalicílico.

El pH se determinó mediante el potenciómetro portátil (Checker-Hanna instruments).

5.4. Leche

La leche diaria producida por cada vaquilla se pesó por medio de pesadores de marca Alfa-Laval dos veces al día hasta el día 305 de lactancia.

Se muestreó leche de cada vaquilla para el análisis de sus componentes cada 2 semanas entre la semana 2 y la semana 40.

posparto. Las muestras se tomaron a partir del pesador de leche al terminar el ordeño de cada vaquilla. Se tomaron 50 ml de leche a los que se añadieron 200 mg de dicromato de potasio y se refrigeraron hasta su transportación al Laboratorio de Biotecnología del Instituto de Investigaciones Biomédicas de la UNAM. La determinación de los componentes de la leche (sólidos totales, sólidos de leche (proteína+grasa) se llevó a cabo por el método de Gerber para la grasa y por el de Kjeldahl para la proteína (AOAC 1990).

Con el objeto de monitorear la incidencia de mastitis subclínicas durante la duración del estudio, se realizó la prueba de Wisconsin (Pérez 1981) a cada vaquilla, en las semanas 2, 4, 6, 8, 10, 12, 16, 20, 24, 28, 32, 36 y 40 de la lactancia.

5.5. Somatometría

Se llevaron a cabo pesajes corporales, evaluaciones de calificaciones de la calificación de condición y mediciones de la estatura a la cruz en las vaquillas. Estas mediciones se efectuaron al parto (1 a 6 días posparto) y posteriormente al mes y a los 3 meses. Los pesajes se llevaron a cabo por medio de una báscula para ganado. Los pesos al parto obtenidos se ajustaron de acuerdo a la fórmula empleada por Kertz et al. (1993) para conocer los pesos corporales previo al parto. Las evaluaciones de la calificación de condición corporal se realizaron con base en la descripción de Wildman et al. (1982). La medición de la estatura a la cruz se realizó por medio de un somatómetro de acuerdo a la descripción de Medina (1994).

5.6. Heces, pradera y suelo

Con el fin de monitorear la incidencia de las parasitosis durante el estudio, se colectaron muestras de heces y se les realizaron los exámenes de Baerman y de Mac Master para determinar el tipo de

parásitos presentes y el conteo de huevecillos por gramo de heces (Herd 1991).

Estos muestreos se llevaron a cabo al parto, a las 4 y 8 semanas posparto y posteriormente a los 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9 y 10 meses posparto.

Con el fin de conocer la composición nutrimental y el contenido de minerales en la pradera, se muestreó esta por el método del aro descrito por Hodgson (1990). Inmediatamente después de la colección de la pradera se pesaron las muestras. Se pusieron, muestras de 100 g de pradera por triplicado, en el horno a 95 C durante 48 h para determinar su contenido de materia seca.

El restante de la muestra de pradera se transportó al Departamento de Nutrición de la FMVZ de la UNAM en donde se llevó a cabo el análisis químico proximal, consistente en la determinación de proteína cruda por el método de Kjeldahl, extracto etéreo por medio de la técnica de Soxhlet, fibra cruda por medio de digestiones ácidas y alcalinas y cenizas por calcinación de acuerdo al AOAC (1990). Las determinaciones del extracto libre de nitrógeno, del total de nutrimentos digestibles, de la energía digestible y de la energía metabolizable son estimados a partir de los análisis descritos.

Las determinaciones de Ca, Mg, Na, K, Cu, Co, Zn, Mn, Fe, Pb, Mo, Se y As se realizaron por espectrofotometría de absorción atómica y el contenido de P por colorimetría a través del método de molibdo-vanadato de amonio de acuerdo a la descripción del AOAC (1990).

Estos muestreos se llevaron a cabo en 6 ocasiones en el período de un año.

Con el objeto de conocer la composición de la tierra de la pradera sobre la que pastoreaba el ganado, se realizaron muestreos de esta. La tierra se transportó al departamento de Nutrición de la FMVZ de la UNAM, para determinar el contenido de materia orgánica por diferencia en calcinación, para determinar el Nitrógeno por medio del

Kjeldahl y para determinar el pH por medio del potenciómetro, con base en la descripción del AOAC (1990).

Las determinaciones de Ca, Mg, Na, K, Cu, Co, Zn, Mn, Fe, Pb, Mo, Se y As se realizaron por espectrofotometría de absorción atómica y el contenido de P por colorimetría a través del método de molibdo-vanadato de amonio de acuerdo a la descripción del AOAC (1990).

Estos muestreos se realizaron en 4 ocasiones en el período de un año.

5.7. Análisis estadístico

Se utilizaron modelos lineales generalizados y se calcularon las medias mínimo cuadráticas para cada una de las variables con el fin de considerar el número diferente de observaciones y la ausencia de algunas de ellas. Los modelos incluyeron el efecto del mes de parto (1-4), semana de la lactancia (2 a 40) y raza de la vaca (Holstein-Friesian Neocelandesas y Holstein-Friesian Americanas).

VI RESULTADOS

Todos los animales se sujetaron a un exámen físico completo antes de iniciar el estudio, encontrándose la frecuencia respiratoria, la frecuencia cardiaca, la temperatura corporal y el apetito dentro de lo normal. No se observaron anorexia, diarrea, alteraciones en la respiración o claudicaciones. Se registró una mastitis clínica aguda en una vaquilla Holstein-Friesian Neocelandesa. Durante el transcurso de la investigación una vaquilla Holstein-Friesian Americana fue eliminada del estudio a consecuencia de reticulopericarditis traumática, por lo que este grupo consistió de 6 animales durante el resto del estudio. Las vaquillas Holstein-Friesian Neocelandesas y las Holstein-Friesian Americanas tuvieron calificación de condición corporal de 3.5 y de 3.0, estaturas a la cruz de 1.27 m y 1.36 m y pesos corporales antes del parto de 500 y 560 kg respectivamente.

6.1. Sangre

La glucosa se encontró ligeramente elevada en el grupo de las vaquillas Holstein-Friesian Neocelandesas (73.5 mg/100ml). El calcio fue diferente estadísticamente en ambos grupos, sin embargo se mantuvo en los niveles normales (10.18 y 10.33 mg/100 ml). El fósforo fue inferior a los valores de referencia en ambos grupos en el preparto y durante la lactancia (4.36 y 4.44 mg/100 ml) y el potasio fue bajo en ambos grupos solamente durante el preparto (3.70 y 3.73 mmol/l). El nitrógeno uréico sanguíneo, el hematocrito, la proteína plasmática, la aspartato amino transferasa, el magnesio y el sodio no presentaron alteraciones en sus valores (Cuadro 1).

6.2. Líquido ruminal

El pH ruminal y los ácidos grasos volátiles totales así como porcentajes molares de ácido acético, propiónico y butírico estuvieron dentro de los valores de referencia (Cuadro 2). Asimismo el color del líquido ruminal fue verde olivo a verde oscuro, el olor fue aromático típico, los tiempos de sedimentación y flotación fueron de 7 a 10 minutos y la actividad reductiva de la flora microbiana fue de 4 a 8 minutos, lo que refleja valores de referencia.

6.3. Orina

No se detectaron proteínas con el ácido sulfosalicílico, ni bilirrubina, ni hemoglobina/sangre en orina. Los cuerpos cetónicos en orina se presentaron a nivel de 10 mg/100 ml en el 29% y en el 14 % de las vaquillas Holstein-Friesian Neocelandesas al parto y a las 4 semanas de la lactancia respectivamente, y en el 33% y en el 16% de las vaquillas Holstein-Friesian Americanas a las 4 y a las 8 semanas de lactancia respectivamente (Cuadro 3, Figura 1). La gravedad específica y el pH de la orina no presentaron anomalías (Cuadro 3).

6.4. Leche

Las medias de la producción de leche a diferentes intervalos y la declinación mensual durante la lactancia, los rendimientos y la concentración (porcentajes) de sus componentes se muestran en el cuadro 4. Los picos de producción de leche diaria fueron de 25.7 kg y 24.9 kg, la declinación mensual promedio fue de 6.7% y 7.1%, los picos de los rendimientos de sólidos de leche de 1.73 kg y 1.64 kg, los de proteína de 0.80 kg y 0.73 kg, y los de grasa 0.93 kg y 0.92 kg para las vaquillas Holstein-Friesian Neocelandesas y Holstein-Friesian Americanas respectivamente. Los picos se alcanzaron a los 39 días de

lactancia en las vaquillas Holstein-Friesian Neocelandesas y a los 46 días de lactancia en las Americanas (Cuadro 4, Figuras 2-3).

Las vaquillas Holstein-Friesian Neocelandesas tuvieron mayores producciones de leche en promedios diarios, por lactancia y por hectárea en lactancias de 224, 274 y 305 días, similares pero ligeramente superiores a las vaquillas Holstein-Friesian Americanas. Los rendimientos y la concentración (porcentajes) de los componentes lácteos fueron más altos en las vaquillas Holstein-Friesian Neocelandesas que en las vaquillas Holstein-Friesian Americanas (Cuadro 5, Figuras 2-3).

La incidencia de mastitis subclínicas fue más alta durante los meses de mayo a septiembre en ambos grupos (Figura 4).

6.5. Somatometría

Las vaquillas Holstein-Friesian Neocelandesas tuvieron menor peso corporal antes y después del parto, mayor calificación de condición corporal y menor estatura a la cruz en comparación con las vaquillas Holstein-Friesian Americanas (Figuras 5-7). A la cuarta semana de lactancia las vaquillas Holstein-Friesian Neocelandesas habían perdido 23 kg desde el parto y las Americanas 33 kg. A las 12 semanas de lactancia las Neocelandesas habían ganado 4 kg y las Americanas 11 kg (Figura 5). Estos cambios sin embargo no se reflejaron en la calificación de condición corporal, la cual permaneció sin cambios en este periodo (Figura 6). Las estaturas a la cuarta y décimosegunda semanas aumentaron 2 cm, en las vaquillas Holstein-Friesian Neocelandesas y 1 cm en las vaquillas Holstein-Friesian Americanas (Figura 7).

6.6. Progesterona

Las vaquillas Holstein-Friesian Neocelandesas tuvieron 32.7 días a primer ovulación y las Americanas tuvieron 42.5 días, indicados por el aumento de los niveles de progesterona analizados (Cuadro 6).

6.7. Heces, pradera y suelo

Ambos grupos de vaquillas tuvieron bajos conteos fecales de huevecillos de parásitos gastrointestinales (Cuadro 7).

Los análisis de pradera permitieron conocer la disponibilidad de materia seca y con base en ello realizar las asignaciones de pradera para las vaquillas. El crecimiento de la pradera fue abundante y estable ya que los terrenos de CEIEPByC cuentan con irrigación para la época de secas. Los análisis del contenido mineral en la pradera y en tierra permitieron conocer la ausencia de selenio y arsénico en los mismos (Cuadros 7 y 8).

Cuadro 1. Parámetros plasmáticos y hematocrito preparto, al parto y durante la lactancia

Raza *	Preparto		Semanas de lactancia										p	vref***			
	0	2	4	6	8	10	12	16	24	32	40	X**			de**		
						<u>Nitrógeno uréico plasmático (mg/100 ml)</u>											
VHN	14.02	14.39	13.83	17.85	15.84	16.26	15.56	15.42	18.36	17.48	16.82	15.79	1.62	>0.05	10 a 18		
VHA	12.85	15.09	12.06	11.50	16.45	14.21	14.35	16.17	15.56	17.76	17.43	14.69	2.07				
						<u>Glucosa (mg/100ml)</u>											
VHN	84.5	77.0	66.5		80.0	74.8	86.3	53.2	53.2	65.0	74.0	73.5	10.46	>0.05	45-75		
VHA	71.3	74.7	65.4		63.3	70.8	72.0	57.0	57.0	73.5	68.0	68.4	5.68				
						<u>Proteína (g/100 ml)</u>											
VHN	6.9	6.8	7.7		8.1	7.9	8.4	8.0	8.0	8.3	7.4	7.7	0.58	>0.05	6.5-8.5		
VHA	7.8	7.2	8.0		8.3	8.5	8.7	8.6	8.6	8.2	7.9	8.1	0.47				
						<u>Aspartato aminotransferasa (U/l)</u>											
VHN	70.8	78.2	67.0		70.2	65.7	71.1	83.5	84.7	84.7	74.8	74.00	6.84	>0.05	40-90		
VHA	57.3	71.7	86.8		81.3	82.8	73.3	55.5	64.5	64.5	77.0	72.24	11.14				
						<u>Calcio (mg/100 ml)</u>											
VHN	11.03	10.43	10.31		9.88	10.73	10.32	9.85	9.57	9.57	9.53	10.18	0.51	<0.05	9 a 11.5		
VHA	10.75	10.20	10.62		10.56	10.51	10.66	9.10	10.50	10.50	10.03	10.33	0.51				
						<u>Fósforo inorgánico (mg/100 ml)</u>											
VHN	4.1	4.5	3.2		4.5	4.2	4.5	5.1	4.8	4.8	4.3	4.36	0.53	>0.05	4 a 7		
VHA	3.2	4.0	4.0		4.9	5.4	4.9	3.9	5.0	5.0	4.7	4.44	0.70				
						<u>Magnesio (mg/100 ml)</u>											
VHN	2.00	2.63	2.06		1.93	2.43	2.74	2.55	2.57	2.57	2.55	2.38	0.30	>0.05	1.9 a 2.8		
VHA	2.82	2.51	2.49		2.30	2.51	2.56	2.80	2.80	2.80	2.37	2.57	0.19				
						<u>Sodio (mmol/l)</u>											
VHN	141.3	144.0	138.8		139.8	139.7	137.1	137.8	138.0	138.0	136.8	139.3	2.3	>0.05	135 a 150		
VHA	141.0	142.7	141.8		141.0	137.4	135.2	137.0	140.5	140.5	140.3	139.7	2.5				
						<u>Potasio (mmol/l)</u>											
VHN	3.70	3.93	4.12		4.05	4.35	4.44	4.16	4.95	4.95	4.36	4.23	0.36	>0.05	3.9 a 5.5		
VHA	3.73	3.95	4.18		4.55	4.22	4.11	4.04	5.03	5.03	4.53	4.26	0.39				
						<u>Hematocrito (%)</u>											
VHN	35.7	32.9	34.6		34.3	30.7	33.7	32.3	33.0	33.0	33.2	33.4	1.44	>0.05	28-38		
VHA	33.3	34.3	34.1		28.8	29.3	30.1	31.3	31.5	31.5	33.2	31.8	2.07				

* VHN = Vaquillas Holstein-Friesian Neocelandesas; VHA = Vaquillas Holstein-Friesian Americanas X**=media; de**=desviación estándar
vref***=valores de referencia (Bouda et al. 1994a; Hoffmann 1993; Jagos y Bouda 1981; Radostits et al, 1994a)

Cuadro 2. pH y ácidos grasos volátiles del líquido ruminal

Raza * Preparto	Semanas de lactancia														p	vref***			
	0	2	4	6	8	10	12	16	20	24	28	32	36	40					
	<u>pH ruminal</u>																		
VHN	6.91	7.14	7.10	7.10	6.99	7.01	6.98	7.10	7.10	7.07	7.15	7.048	0.08	>0.05	6 a 7				
VHA	7.06	6.84	6.99	6.99	6.95	7.13	7.03	7.04	7.06	7.06	7.05	7.017	0.08						
	<u>Acidos grasos volátiles totales (mmol/l)</u>																		
VHN	94.82	103.82	94.18	117.87	92.26	104.47	99.53	90.60	82.63	78.53	81.62	66.47	69.96	76.25	84.92	89.20	13.97	>0.05	80-120
VHA	84.18	101.33	78.49	106.72	82.29	93.58	93.02	83.37	56.67	84.97	71.76	74.60	71.36	70.01	89.47	82.79	13.02		
	<u>Ac. acético (% molares)</u>																		
VHN	71.58	72.92	68.61	70.24	71.90	70.90	72.22	70.80	70.78	71.12	71.75	73.34	72.60	74.02	72.54	71.69	1.36	>0.05	55-70
VHA	69.96	71.32	74.02	68.77	74.88	72.21	72.56	71.64	73.37	70.72	72.69	74.67	73.02	73.80	72.16	72.39	1.71		
	<u>Ac. propiónico (% molares)</u>																		
VHN	16.69	17.20	18.46	18.00	18.25	19.25	17.18	18.53	17.35	16.85	16.60	15.96	16.73	15.65	17.16	17.32	1.00	>0.05	15-25
VHA	18.54	17.87	17.51	20.78	16.02	18.17	17.39	18.31	16.73	18.15	16.48	16.10	16.60	16.01	17.01	17.44	1.27		
	<u>Ac. butírico (% molares)</u>																		
VHN	11.74	9.38	12.90	11.77	9.85	9.85	10.60	10.67	11.87	11.72	11.66	10.70	10.67	10.32	10.30	10.93	0.97	>0.05	10 a 17
VHA	11.50	10.80	8.62	10.45	9.09	9.62	10.06	10.05	9.90	11.13	10.83	9.24	10.39	10.20	10.83	10.18	0.80		
	<u>Relación acético/propiónico</u>																		
VHN	4.29	4.24	3.72	3.90	3.94	3.68	4.20	3.82	4.08	4.22	4.32	4.59	4.34	4.73	4.23	4.15	0.30	>0.05	2.9-3.9
VHA	3.77	3.99	4.23	3.31	4.67	3.97	4.17	3.91	4.38	3.90	4.41	4.64	4.40	4.61	4.24	4.17	0.37		

* VHN = Vaquillas Holstein-Friesian Neocelandesas; VHA = Vaquillas Holstein-Friesian Americanas X**=media; de**=desviación estándar
vref***=valores de referencia (Bouda et al. 1994a; Jagos y Bouda 1981; Bachman 1992)

Cuadro 4. Leche y sus componentes en 305 días de lactancia

Raza *	Semanas de lactancia															305 días									
	2	3	4	39d**	6	46d**	8	10	12	14	16	18	20	22	24		26	28	30	32	34	36	38	40	42
PRODUCCION DE LECHE, kg/día																									
VHN	19.20	21.45	23.70	25.70	24.40	24.50	24.20	23.50	21.20	20.20	18.50	17.40	16.70	16.20	15.60	14.90	14.30	13.50	13.40	13.50	13.20	12.50	11.20	10.30	9.00
VHA	17.10	20.10	23.10	24.00	23.70	24.90	23.80	22.90	21.40	19.60	19.00	17.60	16.30	15.80	15.20	14.20	13.90	13.70	13.80	14.00	13.70	12.20	10.90	9.00	8.00
Declinación mensual de la producción con respecto al pico, %																									
VHN			0.0			8.6	12.8	10.9	4.7	5.1	5.4														8.6
VHA				0.0		8.0	13.3	8.0	7.2	6.4	2.0														12.9
LECHE CORREGIDA A 4% DE GRASA, kg/día																									
VHN	18.13	20.19	22.25	24.28	23.19	22.86	22.65	20.22	19.85	18.61	16.75	16.45	16.55	16.07	15.00	14.15	14.56	13.87	13.34	13.76	12.41	11.82	10.45	9.00	
VHA	16.36	19.42	22.49	23.06	22.46	23.69	22.73	21.70	20.05	19.60	18.25	16.54	14.85	14.29	13.14	13.12	13.08	13.87	13.27	13.24	12.32	11.15	9.00	7.71	
RENDIMIENTO																									
Sólidos de leche, kg/día																									
VHN	1.34	1.49	1.63	1.73	1.61	1.61	1.59	1.56	1.41	1.37	1.31	1.18	1.14	1.16	1.09	1.01	1.08	1.02	0.97	1.03	0.92	0.86	0.74	0.64	
VHA	1.23	1.40	1.55	1.61	1.59	1.64	1.54	1.47	1.34	1.31	1.25	1.16	1.13	1.02	0.99	0.89	0.90	0.91	0.99	0.92	0.94	0.88	0.81	0.62	0.54
Proteína, kg/día																									
VHN	0.65	0.71	0.78	0.80	0.72	0.72	0.71	0.67	0.63	0.59	0.56	0.53	0.49	0.49	0.50	0.49	0.45	0.47	0.45	0.44	0.46	0.43	0.37	0.31	0.28
VHA	0.59	0.64	0.67	0.71	0.73	0.73	0.66	0.63	0.57	0.52	0.54	0.52	0.46	0.45	0.45	0.39	0.40	0.41	0.43	0.40	0.43	0.39	0.36	0.26	0.24
Grasa, kg/día																									
VHN	0.70	0.77	0.85	0.93	0.90	0.89	0.88	0.88	0.78	0.78	0.75	0.65	0.65	0.67	0.66	0.60	0.56	0.61	0.57	0.53	0.57	0.49	0.42	0.36	
VHA	0.63	0.76	0.88	0.90	0.87	0.92	0.88	0.84	0.77	0.78	0.71	0.63	0.67	0.57	0.55	0.50	0.51	0.56	0.51	0.52	0.50	0.45	0.36	0.30	
Sólidos totales, kg/día																									
VHN	2.25	2.55	2.86	3.11	2.97	2.99	2.95	2.92	2.46	2.39	2.20	2.03	1.97	1.99	1.95	1.84	1.76	1.69	1.67	1.63	1.69	1.52	1.45	1.27	1.12
VHA	2.07	2.45	2.83	2.91	2.84	2.96	2.81	2.69	2.50	2.32	2.23	1.99	1.93	1.82	1.67	1.58	1.61	1.64	1.65	1.60	1.61	1.43	1.33	1.08	0.97
CONCENTRACION																									
Proteína, %																									
VHN	3.36	3.33	3.30	3.12	2.93	2.94	2.94	2.86	2.98	2.90	3.05	3.04	2.94	3.01	3.23	3.27	3.16	3.50	3.38	3.29	3.52	3.41	3.31	3.04	3.07
VHA	3.47	3.18	2.88	2.98	3.08	2.92	2.77	2.77	2.67	2.67	2.85	2.98	2.84	2.85	2.94	2.78	2.88	2.97	3.11	2.89	3.10	3.17	3.28	2.91	2.98
Grasa, %																									
VHN	3.63	3.61	3.59	3.63	3.67	3.65	3.63	3.76	3.69	3.88	4.04	3.75	3.90	4.14	4.20	4.04	3.93	4.53	4.23	3.92	4.28	3.95	4.37	4.10	4.00
VHA	3.71	3.77	3.83	3.74	3.65	3.68	3.70	3.65	3.58	4.00	3.74	3.60	4.10	3.60	3.60	3.50	3.63	3.70	4.03	3.65	3.78	4.07	4.15	4.00	3.76
Sólidos totales, %																									
VHN	11.71	11.88	12.05	12.11	12.18	12.19	12.20	12.43	11.59	11.86	11.89	11.67	11.80	12.30	12.49	12.35	12.33	12.53	12.46	12.09	12.83	12.17	12.91	12.36	12.43
VHA	12.10	12.19	12.27	12.13	11.98	11.89	11.79	11.75	11.67	11.82	11.75	11.29	11.84	11.51	11.02	11.16	11.58	11.96	11.98	11.44	11.75	11.72	12.20	12.00	12.11

* VHN = Vaquillas Holstein-Friesian Neocelandesas; VHA = Vaquillas Holstein-Friesian Americanas

** 39 días = Pico de producción de las VHN, ** 46 días = Pico de producción de las VHA

Cuadro 5. Leche y sus componentes como promedios diarios, por lactancia y por hectárea a diferentes días de lactancia

Raza *	Promedio diario			Promedio / lactancia			Promedio / hectárea		
	224 días	274 días	305 días	224 días	274 días	305 días	224 días	274 días	305 días
VHN	18.60	17.54	16.77	4165.30	4804.80	5113.90	14578.55	16816.80	17898.65
VHA	18.19	17.24	16.40	4075.60	4723.20	5002.10	13041.92	15114.24	16006.72
LECHE CORREGIDA A 4% DE GRASA, kg									
VHN	18.89	18.11	17.18	4158.67	4851.82	5148.24	14555.36	16981.36	18018.83
VHA	18.17	17.46	16.48	4001.93	4679.53	4937.77	12806.18	14974.50	15800.87
RENDIMIENTO									
<u>Sólidos de leche, kg</u>									
VHN	1.34	1.29	1.23	300.80	354.18	374.17	1052.80	1239.62	1309.59
VHA	1.26	1.21	1.15	282.07	332.11	349.36	902.61	1062.74	1117.97
<u>Proteína, kg</u>									
VHN	0.60	0.58	0.55	134.63	158.85	167.32	471.21	555.98	585.63
VHA	0.55	0.53	0.50	123.95	146.09	153.57	396.65	467.49	491.42
<u>Grasa, kg</u>									
VHN	0.74	0.71	0.68	166.17	195.33	206.85	581.60	683.64	723.96
VHA	0.71	0.68	0.64	158.11	186.02	195.80	505.96	595.25	626.55
<u>Sólidos totales, kg</u>									
VHN	2.35	2.25	2.13	525.28	615.27	649.52	1838.49	2153.45	2273.31
VHA	2.24	2.14	2.02	501.07	587.14	616.36	1603.42	1878.86	1972.36
CONCENTRACION									
<u>Proteína, %</u>									
VHN	3.12	3.16	3.16	-	-	-	-	-	-
VHA	2.93	2.94	2.96	-	-	-	-	-	-
<u>Grasa, %</u>									
VHN	3.87	3.89	3.93	-	-	-	-	-	-
VHA	3.73	3.74	3.77	-	-	-	-	-	-
<u>Sólidos totales, %</u>									
VHN	12.11	12.14	12.19	-	-	-	-	-	-
VHA	11.77	11.75	11.80	-	-	-	-	-	-

* VHN = Vaquillas Holstein-Friesian Neocelandesas; VHA = Vaquillas Holstein-Friesian Americanas

Cuadro 6. Días a primer ovulación diagnosticados por un incremento en progesterona y su relación con los parámetros reproductivos

Raza *	Días a primer ovulación	Días a primer estro detectado	Días perdidos por fallas en la detección de estros	Número de ciclos estrales perdidos	Días perdidos considerando una espera voluntaria de 45 días	Días a primer servicio	Servicios por Concepción	Días abiertos
	$\overline{X^{**}}(de^{**})$	$\overline{X^{**}}(de^{**})$	$\overline{X^{**}}(de^{**})$	$\overline{X^{**}}(de^{**})$	$\overline{X^{**}}(de^{**})$	$\overline{X^{**}}(de^{**})$	$\overline{X^{**}}(de^{**})$	$\overline{X^{**}}(de^{**})$
VHN	32.7 (23.9)	109.1 (26.5)	76.4 (22.7)	3.7 (1.3)	64.1 (26.5)	109.1 (26.5)	1.7 (1.0)	134.0 (50.8)
VHA	42.5 (22.3)	90.5 (44.5)	48 (65.2)	2.2 (2.9)	45.5 (44.5)	90.5 (44.5)	2.5 (1.9)	185.8 (178.1)

* VHN = Vaquillas Holstein-Friesian Neocelandesas; VHA = Vaquillas Holstein-Friesian Americanas

$\overline{X^{**}}$ =media; de^{**} =desviación estándar

Cuadro 7. Incidencia de huevecillos de parásitos gastrointestinales por la técnica de McMaster

	Semanas de lactancia										
	0	4	8	12	16	20	24	28	32	36	40
<u>Vaquillas Holstein Friesian Neocelandesas</u>											
Eispp:100	Eispp:50	Ei:50	Ei:50	Ei:50;M:50	Ei:100	0	Eispp:100	Ei:50;M:50	Ei:50	0	Ei:50
Ei:150	0	0	0	0	0	Esp:100	0	0	Ei:50	0	0
Mssp:50	Eispp:100	M:50	Eispp:50	0	Mssp:50	0	Eispp:100	M:100	Eispp:50	M:50	M:100
0	M:300	0	Mssp:550	Eispp:300	0	0	M:300	0	Mssp:550	Eispp:300	0
Ei:50	0	0	Eispp:250	0	Ei:150	Eispp:150;M:100	0	0	0	0	0
0	0	Eispp:50	0	0	0	0	0	Eispp:100	0	0	Ei:150
Ei:100	0	0	0	Ei:150	Ei:50	0	0	Ei:100	0	Ei:150	Ei:100
<u>Vaquillas Holstein Friesian Americanas</u>											
Eispp:50;Est:100	0	0	0	0	0	0	Est:150	0	0	0	Est:100
0	Ei:50	0	Ei:150	0	Eispp:100	0	0	0	Ei:150	0	Eispp:100
0	Ei:150	0	0	Ei:150	0	0	Ei:150;Est:150	Ei:250	0	Ei:100;Est:100	Ei:150
Ei:100	0	Ei:50	0	0	0	0	Ei:100	0	Ei:150	0	0
M:250	M:100	0	0	0	0	0	M:250	M:100	0	M:150	M:100
0	Eispp:100	0	0	Eispp:300	Eispp:150	0	Eispp:150	Eispp:150	Eispp:50	0	0

Ei: eimerias; Eispp: eimerias spp; Est: estrogilídeos; M: moniezia; Mssp: moniezia spp

Cuadro 8. Análisis químico proximal y contenido de minerales de la pradera de leguminosas (trébol blanco y trébol rojo) y gramíneas (rye grass y orchard) con base en 100% de materia seca

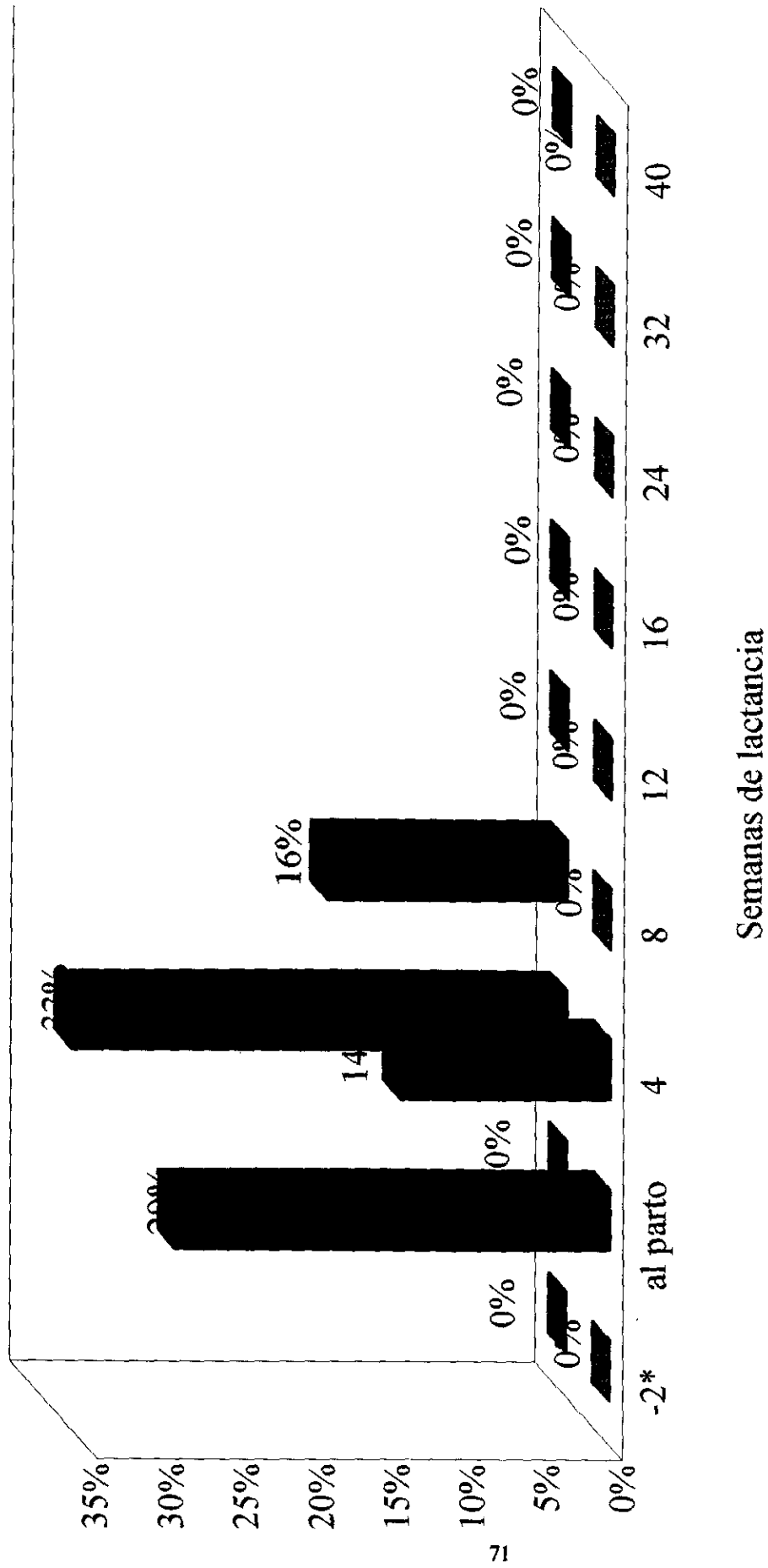
	Muestreros					X**	de**
	1	2	3	4	5		
	<u>Análisis químico proximal</u>						
Proteína cruda (N*6.25) (%)	23.3	16.7	14.5	17.1	16.4	17.6	3.4
Extracto etéreo (%)	4.3	5.1	5.3	5.0	3.7	4.6	0.7
Cenizas (%)	12.4	12.2	19.2	11.5	6.9	12.4	4.4
Fibra cruda (%)	12.3	18.0	21.7	22.1	29.2	20.7	6.2
Extracto libre de nitrógeno (%)	47.8	48.0	39.3	44.2	44.0	44.7	3.6
Total de nutrimentos digestibles (%)	68.1	67.9	61.9	67.2	67.2	66.5	2.6
Energía digestible KCal/kg (aprox)	3002.7	2992.3	2721.9	2956.8	2958.9	2926.5	116.2
Energía metabolizable KCal /kg (aprox)	2461.9	2453.4	2227.0	2429.3	2430.6	2400.4	98.0
	<u>Minerales</u>						
Ca (%)	0.60	0.72	0.99	1.18	1.24	0.95	0.28
P (%)	0.32	0.56	0.41	0.46	0.33	0.42	0.10
Mg (%)	0.37	0.26	0.10	0.17	0.20	0.22	0.10
Na (%)	0.92	0.18	0.50	0.48	0.51	0.52	0.27
K (%)	3.80	5.29	2.00	3.00	2.75	3.37	1.25
Cu (ppm)	13	11	10	11	10	11	1
Co (ppm)	8	5	1	1	1	3	3
Zn (ppm)	30	33	29	29	24	29	3
Mn (ppm)	79	42	151	149	140	112	49
Fe (ppm)	1196	1280	235	1030	1000	948	415
Pb (ppm)	8	6	2	7	8	6	2
Mo (ppm)			6	1	1	2	3
Se (ppm)	no detect	no detect	no detect	no detect	no detect	no detect	no detect
As (ppm)	no detect	no detect	no detect	no detect	no detect	no detect	no detect

X**=media; de**=desviación estándar

Cuadro 9. Materia orgánica y contenido de minerales de la tierra

Análisis	Muestreros				X**	de**
	1	2	3	4		
Materia orgánica (%)	12.47	10.11	9.78	9.74	10.53	1.31
Nitrógeno total (%)	0.34	0.36	0.32	0.33	0.34	0.02
pH	6.92	7.10	7.85	6.95	7.21	0.44
Ca (%)	0.52	1.47	0.50	1.00	0.87	0.46
P (%)	0.28	0.25	0.30	0.21	0.26	0.04
Mg (%)	0.05	0.09	0.04	1.00	0.29	0.47
Na (%)				0.45	0.45	
K (%)				1.95	1.95	
Cu (ppm)	21	38	20	37	29	10
Co (ppm)	10	9	11	8	9	1
Zn (ppm)	105	43	110	45	76	37
Mn (ppm)				430	430	
Fe (ppm)				9800	9800	
Pb (ppm)						
Mo (ppm)	10	18	9	11	12	4
Se (ppm)	no detec	no detec	no detec	no detec	no detec	no detec
As (ppm)	no detec	no detec	no detec	no detec	no detec	no detec

X**=media, de**=desviación estándar



■ Vaquillas Holstein-Friesian Neocelandesas ■ Vaquillas Holstein-Friesian Americanas

Figura 1. Cuerpos cetónicos en orina (10 mg/100 ml), 2 semanas antes del parto (-2*), al parto y durante la lactancia.

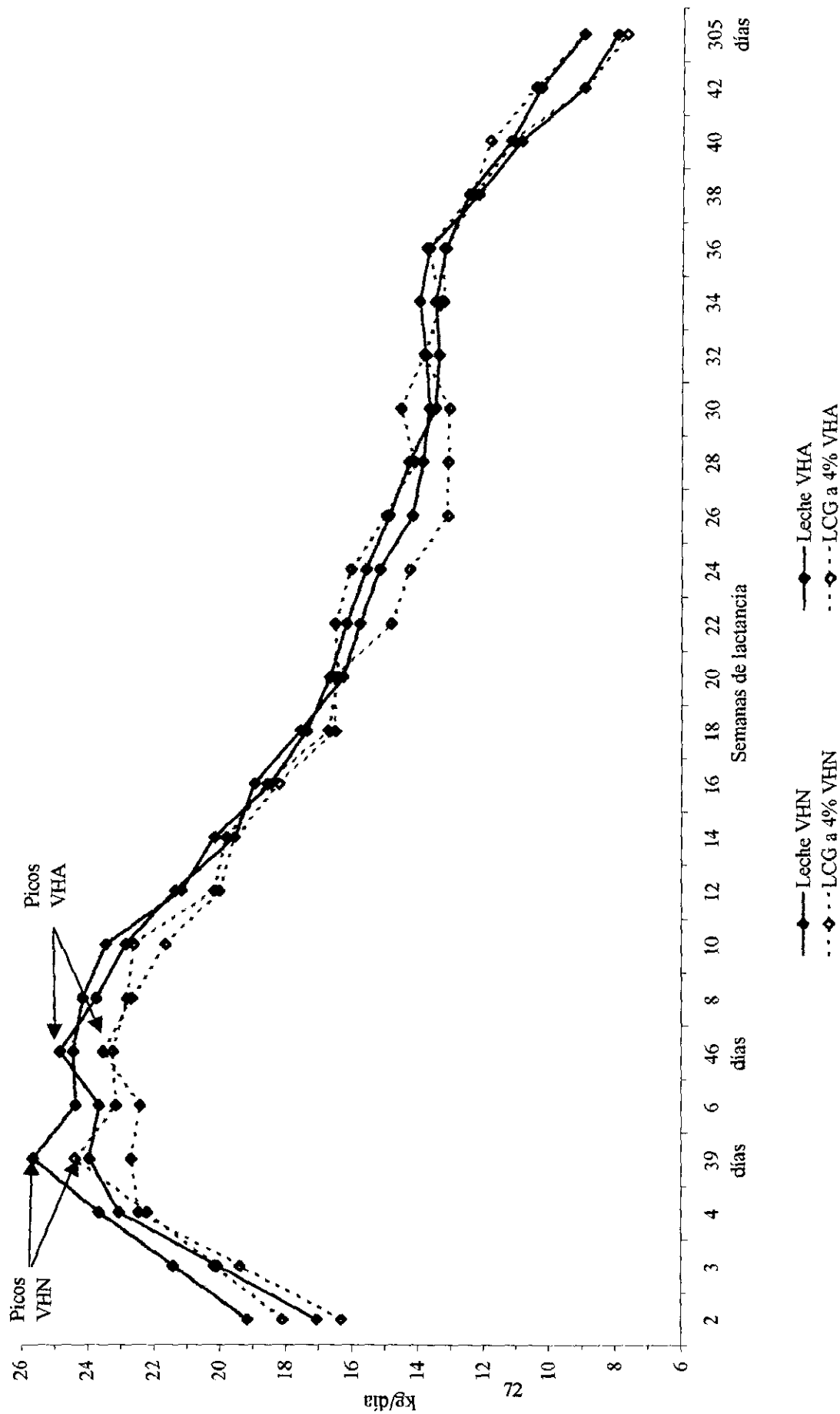


Figura 2. Curva del rendimiento de producción de leche. VHN: Vaquillas Holstein-Friesian Neocelandesas; VHA: Vaquillas Holstein-Friesian Americanas; LCG a 4% = Leche corregida a grasa al 4%.

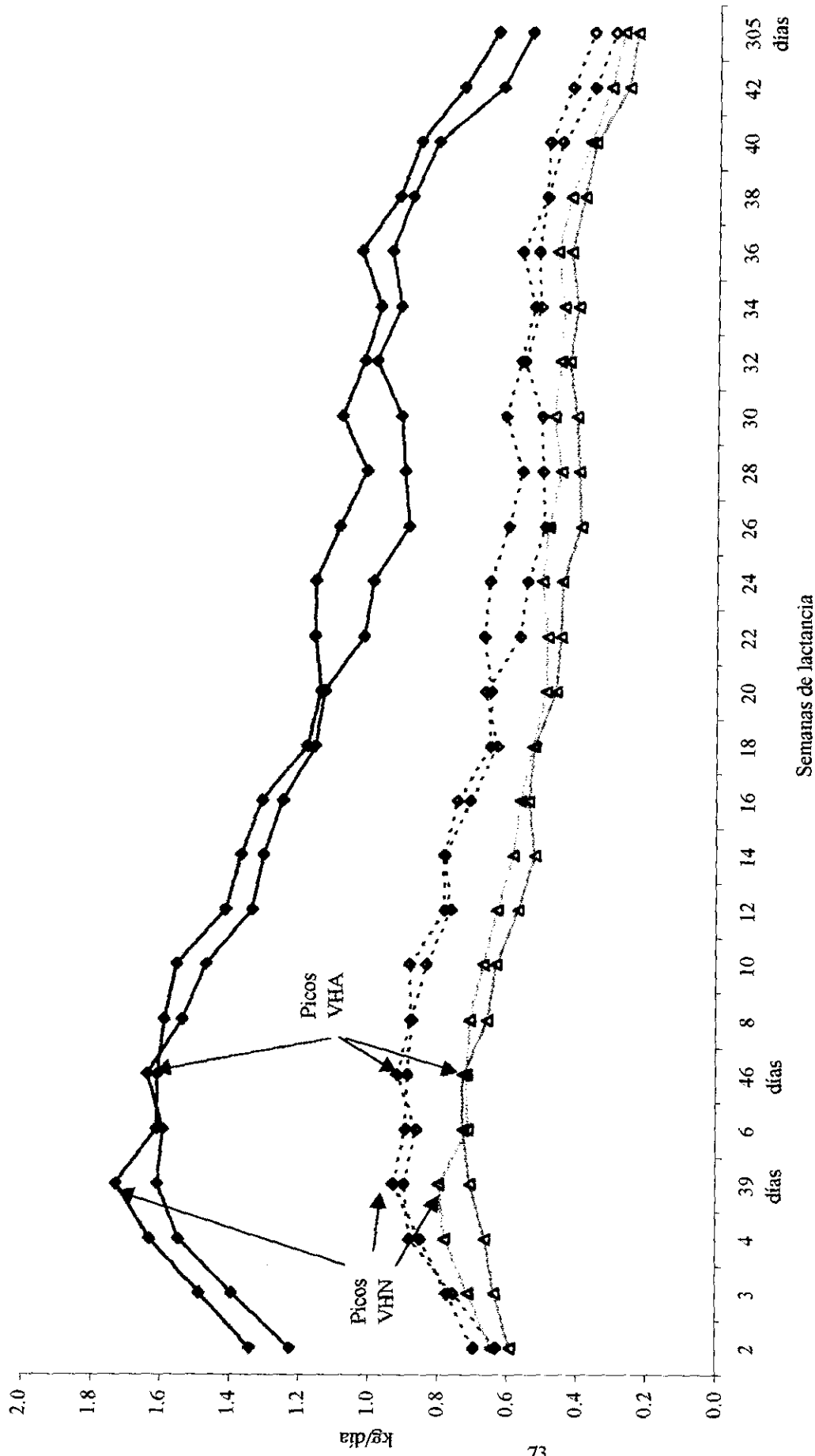


Figura 3. Curva del rendimiento de sólidos de leche, grasa y proteína. VHN: Vaquillas Holstein-Friesian Neocelandesas; VHA: Vaquillas Holstein-Friesian Americanas

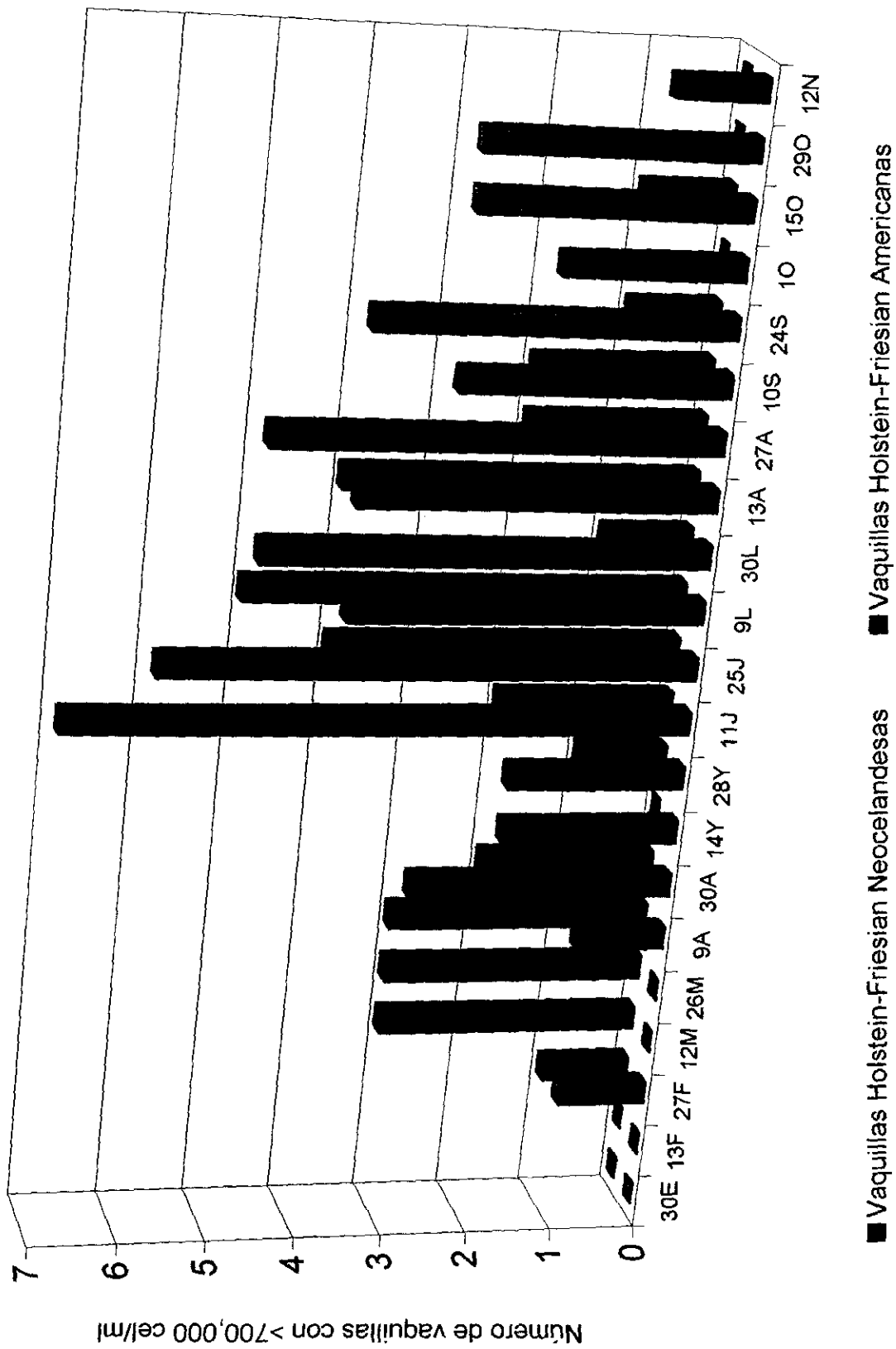


Figura 4. Incidencia de mastitis subclínica por medio de la prueba de Wisconsin en los diferentes meses del estudio

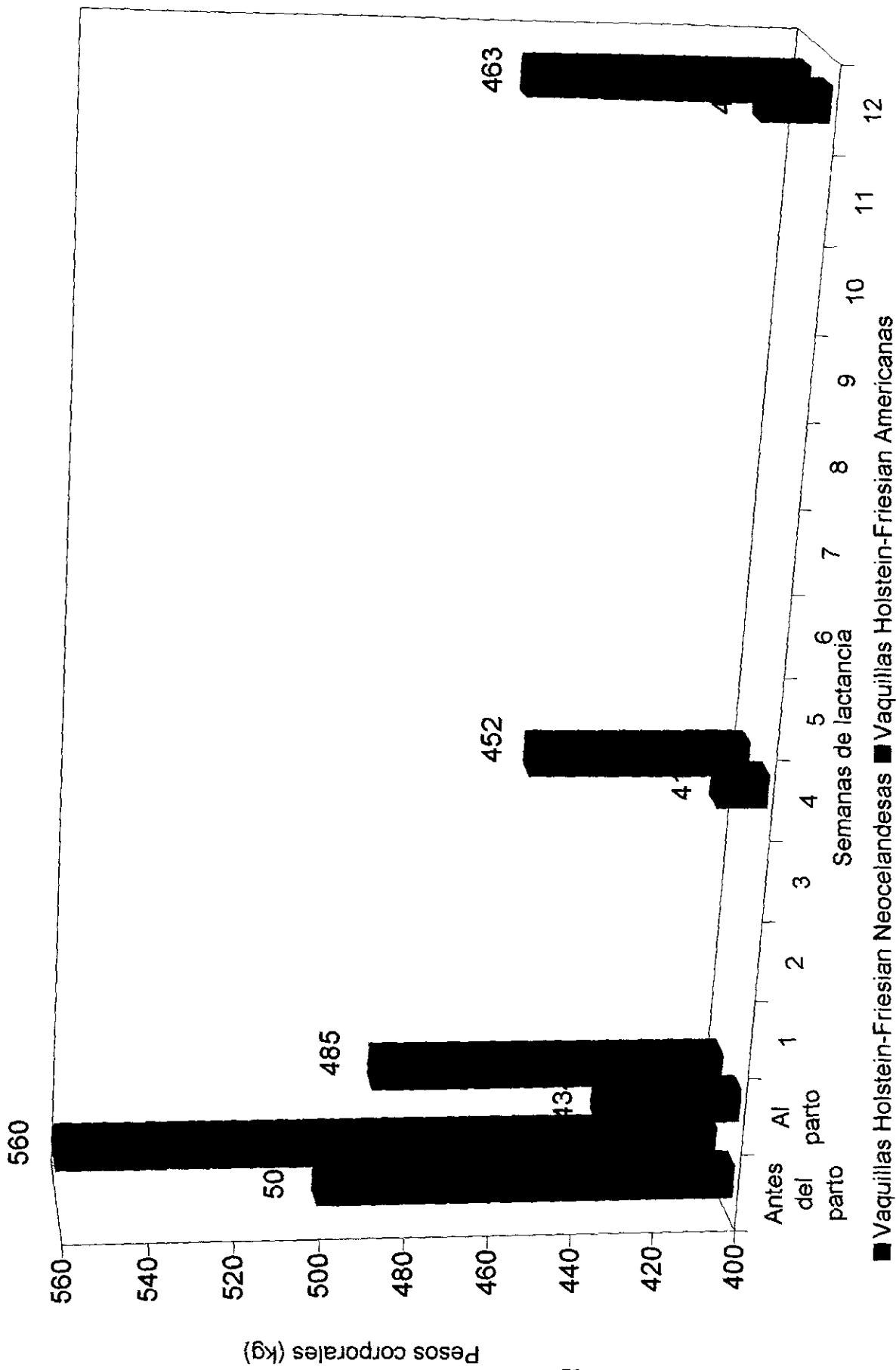
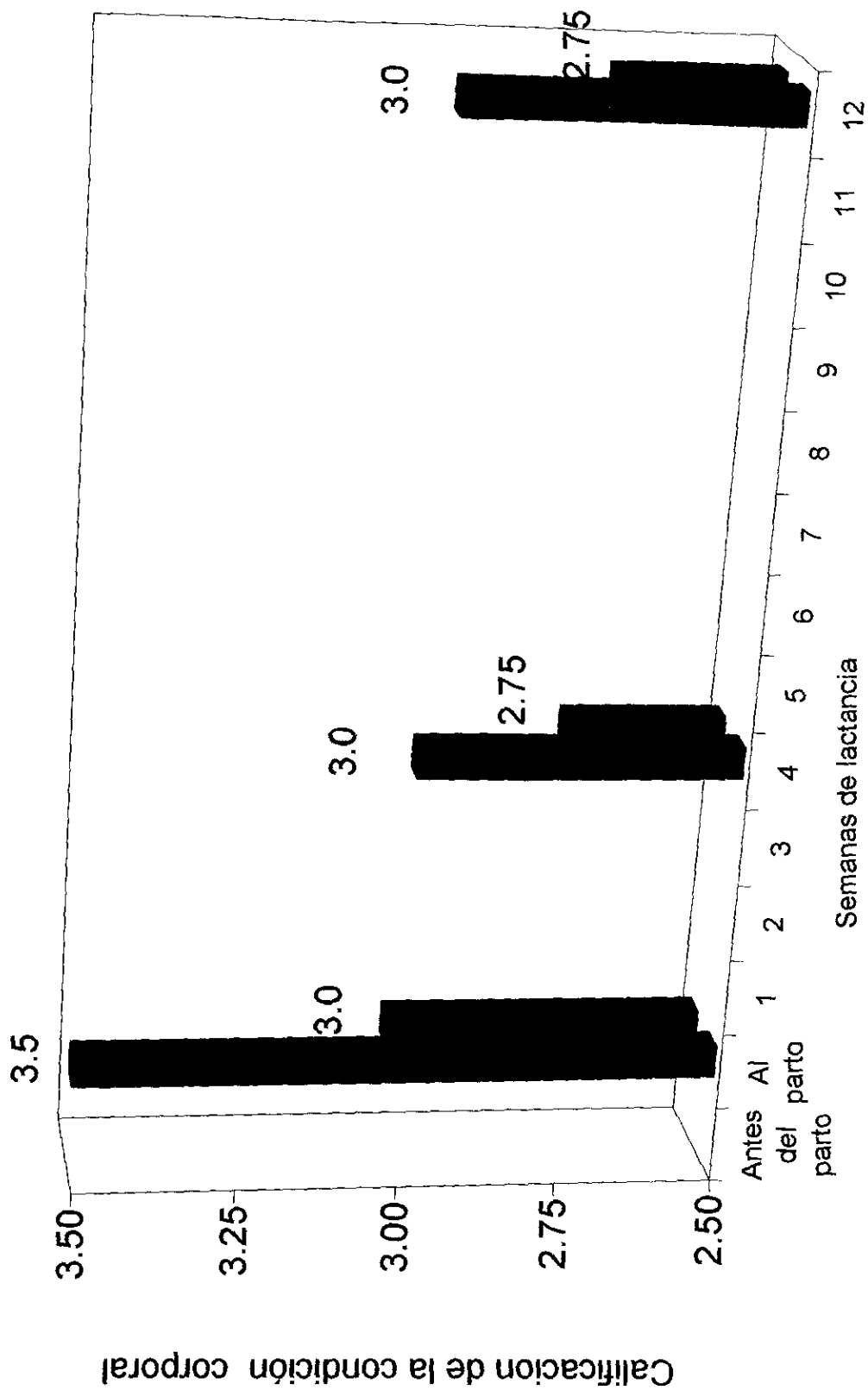
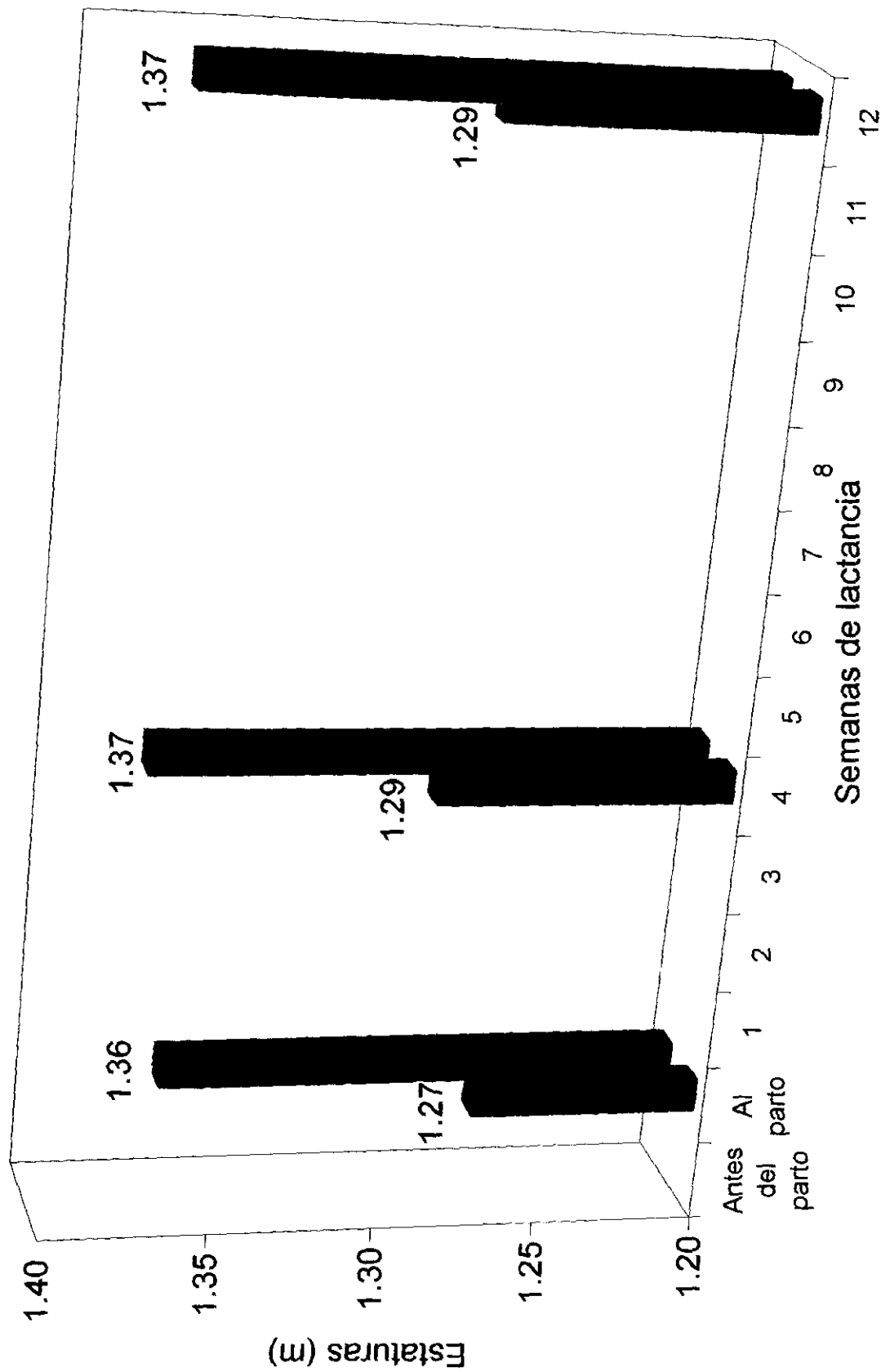


Figura 5. Pesos corporales antes del parto, al parto, a las 4 y 8 semanas de lactancia.



■ Vaquillas Holstein-Friesian Neocelandesas ■ Vaquillas Holstein-Friesian Americanas

Figura 6. Calificaciones de condición corporal al parto, a las 4 y 8 semanas de lactancia.



■ Vaquillas Holstein-Friesian Neocelandesas ■ Vaquillas Holstein-Friesian Americanas

Figura 7. Estaturas al parto, a las 4 y 8 semanas de lactancia.

VII DISCUSION

Esta investigación incluyó los estudios de metabolismo, de composición de la tierra, de la pradera, estudios de nutrición, estudios de producción lechera, de composición de la leche y de reproducción. Además se llevaron a cabo el examen físico de los animales, se realizaron análisis de laboratorio a nivel de campo y de laboratorio así como interpretación de los resultados. Se cumplió en forma integral la cadena suelo, pradera, salud, metabolismo animal y calidad del producto. Este trabajo estuvo enfocado al estudio del metabolismo y de la salud, que son las limitantes más importantes de la producción y la calidad de la leche.

La mayoría de las variables analizadas se mantuvieron dentro de los rangos normales durante todo el estudio, por lo que en la siguiente discusión solamente se abordarán aquellas variables en las que haya habido una desviación con respecto a lo normal, así como aquellas en las que se hayan producido diferencias significativas entre los dos tipos de vaquillas.

7.1. Sangre

7.1.1. Nitrogeno uréico

Los niveles de nitrógeno uréico plasmático de 15.79 y 14.69 mg/100 ml encontrados en las vaquillas Holstein-Friesian Neocelandesas y Americanas respectivamente, se encuentran dentro de los valores de referencia y aseguran una fertilidad normal, promueven la adecuada transformación de leche a quesos, evitan efectos negativos sobre la salud y evitan la contaminación ambiental por nitrógeno a través de las heces (Hutjens y Barmore 1995; Kolver 1994; Moore y

Varga 1997). Sin embargo Hof et al. (1997) y Payne et al. (1970), observaron niveles elevados de nitrógeno uréico en suero en vacas lecheras pastoreando sobre praderas con altos niveles de fertilización con nitrógeno.

7.1.2. Glucosa

En el presente estudio en diversas ocasiones se encontraron concentraciones de glucosa por encima del rango de referencia tanto en vaquillas Holstein-Friesian Neocelandesas como en las Americanas (Cuadro 1). No obstante que la glucosa ha sido considerada como indicador del estatus energético de la vaca durante la lactancia o la preñez tardía (Kolver 1994), sus concentraciones pueden ser aumentadas por una serie de factores, como actividad física, frío, administración exógena de glucocorticoides o soluciones glucosadas, estrés, transportación y excitación (Carlson 1990). También pueden disminuir en casos de cetosis primaria, mastitis por coliformes, septicemias, enteritis tóxicas y endotoxemias avanzadas (Radostits et al. 1994a, Kolver 1994). Adicionalmente, Herdt et al. (1981), sugiere que la glucosa sérica disminuye en forma significativa cuanto más se incrementa la producción lechera. Por estas razones las concentraciones de glucosa no se consideran como un indicador importante del estatus energético de la vaca lechera. En este estudio, los elevados niveles de glucosa plasmática no parecen ser el resultado de una alteración metabólica, ya que no estuvieron acompañados por alteraciones importantes de otros indicadores del balance energético.

7.1.3. Fósforo inorgánico

En condiciones de pastoreo en climas templados, la pastura por sí misma puede proveer suficiente fósforo para mantenimiento y para

producción de aproximadamente 20 l de leche. Sin embargo, los niveles bajos de fósforo son comunes en vacas en pastoreo (Parker 1976).

Los niveles ligeramente disminuidos de fósforo (4.36 y 4.44 mg/100 ml) de las vaquillas Holstein-Friesian Neocelandesas y de las vaquillas Holstein-Fresian Americanas, cuestiona la eficiencia de la administración de una mezcla de sales minerales para suplir las necesidades.

7.1.4. Potasio

Los niveles ligeramente deficientes de potasio (3.70 y 3.73 mmol/l) en los muestreos preparto pueden haber sido causados por disminuciones en el consumo de pradera, así como también por ausencia de fertilización de las praderas de acuerdo con Goff y Horst (1998). Sin embargo, con frecuencia, la hipokalemia se presenta cuando hay anorexia así como trastornos obstructivos de los preestómagos o de los intestinos (Radostits 1994a; Medina 1994). En el presente estudio no se encontraron evidencias de este tipo de trastornos, por lo que la hipokalemia probablemente se debió a deficiencias en la dieta.

7.2. Líquido ruminal

Las primeras alteraciones en el metabolismo se reflejan en el líquido ruminal y en la orina antes de que se produzcan efectos sobre la composición bioquímica de la sangre, sobre el volumen o composición de la leche o signos clínicos de enfermedad (Bouda et al. 1996; Radostits et al. 1994a; Paasch et al. 1998). Al inicio del estudio se llevó a cabo el examen físico de los animales para descartar la posible existencia de padecimientos ruminales clínicos como la acidosis ruminal, diarrea intermitente, debilidad de las contracciones

ruminales o laminitis. La pradera se encontraba en buenas condiciones para recibir a las vaquillas y mantenerlas durante el estudio.

La frecuencia de muestreo y análisis de líquido ruminal en la presente investigación, en la que se incluyeron las 7 vaquillas Holstein-Friesian Neocelandesas y las 6 Americanas, en 9 ocasiones para estudios de pH (1 parto y 8 en la lactancia), permitió estudiar posibles cambios a lo largo de toda una lactancia. Esto excede las recomendaciones de Nordlund et al. (1995), para sistemas en donde se administran concentrados, en donde basta muestrear 6 vacas de dos grupos en una ocasión.

La ausencia de anomalías en el pH ruminal, en las concentraciones y proporciones de los ácidos grasos volátiles, en el olor, en el color, en la sedimentación, en la flotación y en la actividad reductiva de la microflora bacteriana en este estudio, no concuerdan con Macky (1994), quien menciona que la acidosis ruminal en Nueva Zelanda puede ocurrir cuando el ganado lechero se alimenta sin concentrados, pero sobre pastos tiernos de rápido crecimiento y bajo contenido de fibra.

Así mismo los resultados en este trabajo, también difieren de otros estudios hechos en ganado lechero alimentándose con concentrado y en confinamiento. Paasch et al. (1995), encontró hasta 36% de acidosis ruminal subclínica, y lesiones a la necropsia como neumonía tromboembólica, abscesos hepáticos, rumenitis y paraqueratosis ruminal, que confirman la existencia de la acidosis ruminal en forma crónica. Así mismo, Bouda et al. (1977a) trabajando con vacas de doble propósito alimentadas sobre pastoreo controlado, pero suplementadas con melaza, encontraron que el pH ruminal era de 5.7 a 6.2 y la grasa de la leche era de 2.4% a 2.9%, evidenciando una severa depresión en la producción de grasa de leche.

La producción total de ácidos grasos volátiles así como la de los ácidos acético, propiónico y butírico, fueron normales y coinciden con los valores de Jagos y Dvorak (1991) y Jagos y Bouda (1981) (Cuadro 2). Las relaciones entre acético y propiónico en los dos grupos de vaquillas son superiores a los valores de referencia proporcionados por Bachman (1992) para animales con dietas basadas en un 100% de forraje. Esto permite incrementar las horas de rumia por día, aumenta la capacidad buferante de la saliva y maximiza la grasa de la leche (Bachman 1992; Jagos y Dvorak 1991; Rodríguez et al. 1997a).

7.3. Orina

En el presente trabajo, se encontraron cuerpos cetónicos en orina a nivel de 10 mg/100 ml, lo que es indicativo de una cetosis subclínica que ocurrió en el nivel más bajo, es decir esos niveles de cuerpos cetónicos son los mínimos que detecta al análisis y además son tan bajos que son transitorios, es decir que se encuentran o desaparecen durante el mismo día (Cuadro 3). Además la baja frecuencia de cetonuria de 29%(2/7) en las vaquillas Holstein-Friesian Neocelandesas y de 33%(2/6) en las vaquillas Holstein-Friesian Americanas entre el parto y la octava semana de la lactancia, la que además no estuvo asociada a hipoglicemia en los animales (Figura 1), indica que esta condición tuvo un impacto nulo sobre la salud y la productividad de las vaquillas. De hecho, algunos autores consideran como normal, un estado de cetosis marginal durante el inicio de la lactancia (Fleming 1990; Radostits et al. 1994 a).

7.4. Leche

7.4.1. Picos de leche y de sus componentes

Los picos de producción de las vaquillas Holstein-Friesian Neocelandesas y Americanas (25.7 kg y 24.90 kg) (Cuadro 4; Figura 2) fueron ligeramente superiores a los informados por Auldist et al. (1997a), quienes encontraron picos de producción de 24 kg en vacas de alto valor genético y de diferentes edades durante la época de crecimiento de praderas de Nueva Zelanda.

En este estudio, al comparar la diferencia entre los picos de producción de leche de los dos grupos de vaquillas (0.8 kg)(Cuadro 4), con la diferencia entre sus producciones a 305 días (111.8 kg)(Cuadro 5), se obtienen 140 kg de leche. Esto es similar a los 200 kg referidos por Radostits et al. (1994b) para sistemas de producción intensivas y por Holmes (1987) en sistemas en pastoreo.

En este estudio, los dos grupos de vaquillas alcanzaron los picos de producción entre la quinta y séptima semana de lactancia (Cuadro 4; Figura 2). Esto es muy similar a lo reportado por Holmes y Wilson (1987) quienes los ubican entre 3 y 6 semanas posparto. En este estudio, la persistencia o declinación de la lactación de 6.7% y de 7.1% como promedio mensual durante la lactancia de las vaquillas Holstein-Friesian Neocelandesas y Americanas respectivamente (cuadro 4), es superior al 4% al 6% referido por Radostits et al. (1994b) para vaquillas de primer parto en condiciones intensivas y empleando suplementos.

7.4.2. Rendimientos de leche y de sus componentes

De acuerdo con el reporte de la Corporación para el Mejoramiento del Ganado en Nueva Zelanda (LIC 1997), las 303,415 vaquillas Holstein-Friesian Neocelandesas de primer parto en el ciclo 1996-1997, produjeron en promedio 3,277 l de leche, 113.1 kg de

proteína, 144.2 kg de grasa, con un 3.46 % de proteína y 4.43% de grasa en lactancias de 225 días a una edad promedio de 2 años. En el presente estudio todas las vaquillas lograron lactancias de 305 días, lo que se debió a la disponibilidad y el uso adecuado de la pradera a todo lo largo de la lactancia lo que no ocurre en Nueva Zelanda. Con el fin de comparar nuestros resultados con los obtenidos en Nueva Zelanda, se obtuvieron los rendimientos de leche y de componentes, así como la concentración de estos a los 224 y a 274 días de lactancia (Cuadro 5). Las vaquillas Holstein-Friesian Neocelandesas tuvieron más altas concentraciones en porcentajes de proteína y de grasa a 224 días (3.12% y 3.87%) que las Americanas (2.93% y 3.73%), pero no tan elevados como los obtenidos en Nueva Zelanda (3.46% y 4.43%). Las vaquillas Holstein-Friesian Neocelandesas y las Americanas en este estudio, tuvieron rendimientos en producción de leche a 224 días (4,165.30 kg y 4,075.60 kg) (Cuadro 5) que sobrepasaron lo reportado en Nueva Zelanda (3,375.3kg=3,277 l, a una densidad de 1.030 kg/l de leche). La mayor concentración de los componentes de las vaquillas Holstein-Friesian Neocelandesas, produjo rendimientos de proteína y grasa más altos que las Americanas. Sin embargo, en ambos grupos de vaquillas los altos volúmenes de leche producidos, permitieron obtener rendimientos de proteína y grasa muy por arriba de lo obtenido por las vaquillas de primer parto en Nueva Zelanda, de acuerdo con el reporte anual de la Corporación para el Mejoramiento del Ganado de ese país (LIC 1997).

Las vaquillas Holstein-Friesian Neocelandesas alcanzaron su primer parto a los 25.6 meses y las Americanas a los 27.88 meses. De acuerdo con Heinrichs(1993) los partos a los 23 meses de edad en ganado Holstein-Friesian Americano producen grandes diferencias en producción de leche en la primer lactancia (<100 kg) en comparación con los partos a edades mayores, sin embargo, se producen 1,475 kg de

leche adicionales en las primeras 3 lactancias, por lo que su importancia reside en la mayor producción obtenida por vida productiva. Además, las pariciones a edades tempranas tienen un efecto benéfico sobre los costos de crianza de becerras (Heinrichs 1993; Medina 1994). La mayoría de los estudios en ganado Holstein-Friesian Americano señalan que el primer parto debe ocurrir entre 22 y 24 meses. Esta reducción en la edad al primer parto, debe estar acompañada de metas mínimas en los pesos y la calificación de condición corporal al servicio y al parto para mantener las altas producciones y rendimientos de leche y sus componentes así como para minimizar los problemas al parto como son distocia o la cetosis (Heinrichs 1993; Medina 1994).

En este estudio, los rendimientos de sólidos de leche a 224 días de las vaquillas Holstein-Friesian Neocelandesas y Americanas individualmente (300.8 kg y 282.07 kg) y por hectárea (1,052.80 kg y 902.61 kg) están dentro del rango reportado por Edwards y Parker (1994) en 226 días de lactancia individualmente (280 y 315 kg) y por hectárea (1,000 kg), para los hatos de mediana producción de Nueva Zelanda, pero incluyendo no solamente vaquillas sino también las vacas de todas las edades en los hatos, y siendo alimentadas en condiciones de alta densidad de pastoreo. Esto significa que el mayor volumen de producción lechera encontrado en las vaquillas de este trabajo en comparación con lo que ocurre en Nueva Zelanda, estuvo acompañado de una mayor dilución de la leche, por lo que los rendimientos de sólidos de leche no se elevaron en la misma proporción que los rendimientos de leche.

Los picos de sólidos de leche de las vaquillas Holstein-Friesian Neocelandesas y Americanas (1.73 kg y 1.64 kg) (Cuadro 4; Figura 3), están dentro del rango citado por Crawford et al. (1995) (1.16-2.09 kg/día). Los rendimientos por lactancia (354.18 kg y 332.1 kg) y por

hectárea a 274 días (1,239.6 kg y 1,062.7 kg) superan considerablemente a lo citado por Crawford et al. (1995)(350 kg y 881 kg/hectárea)(Cuadro 5). La carga animal empleada en el presente estudio fue de 3.5 vaquillas Holstein-Friesian Neocelandesas y de 3.1 Americanas por hectárea en función de la mayor disponibilidad de materia seca en las condiciones de este estudio y contrasta con lo reportado por Crawford et al. (1995)(2.48 vacas por hectárea).

Según Holmes y Wilson (1987) el rendimiento de grasa de vacas pariendo al inicio de la primavera, que es la época de crecimiento de praderas en Nueva Zelanda, y con lactancias de 274 días, puede ser estimado multiplicando el rendimiento al pico de producción de grasa por un factor de 180 a 200. Considerando que en las condiciones del presente estudio la disponibilidad de materia seca procedente de la pradera, no fue un factor limitante, es razonable hacer una comparación con lo referido por Holmes y Wilson (1987). De acuerdo con esto, y tomando como base los picos de rendimiento de grasa (0.93 kg y 0.92 kg) (Cuadro 4; Figura 3), los rendimientos estimados para producción de grasa para la lactancia de las vaquillas Holstein-Friesian Neocelandesas serían de 167.4 kg a 186 kg y para las Americanas de 165.6 a 184 kg. Estas cantidades son muy similares a los rendimientos reales de 195.33 kg y 186.02 kg para ambos grupos respectivamente (Cuadro 5).

7.4.3. Incidencia de mastitis

Con el objeto de conocer la incidencia de mastitis subclínicas en las vaquillas en el estudio en las condiciones de pastoreo controlado, se usó la prueba de Wisconsin para mastitis como prueba de monitoreo de hato. La existencia de mastitis clínicas y subclínicas en los animales en el estudio parece haber tenido una relación con la época de lluvias. Sin embargo, por la importancia de la mastitis sobre la calidad

de la leche y por sus efectos sobre la producción, son necesarios mayores estudios esta área (Figura 4).

7.5. Somatometría

7.5.1. Peso

Los pesos corporales antes del parto (500 kg) y la calificación de la condición corporal (3.5) de las vaquillas Holstein-Friesian Neocelandesas obtenidos en este estudio (Figuras 5-6) son superiores a los parámetros de la raza (450 kg y 3.5) en Nueva Zelanda (Penno et al. 1997). De acuerdo con Troccon (1993) y Penno et al. (1997) los pesos corporales antes del parto de 500 kg obtenidos en este estudio, permitirían lograr pesos corporales mínimos a la madurez de 550 kg. Estos 50 kg de diferencia en los pesos corporales antes del parto permitirían, de acuerdo con Freeman (1993) y citado por McLean (1994), producir 1,050 l de leche adicionales durante las tres primeras lactancias y de acuerdo con Gunn et al. (1998) trabajando con vaquillas Holstein-Friesian Neocelandesas en Australia, estos 50 kg adicionales en el peso corporal antes del parto pueden producir 466 l de leche conteniendo 32.5 kg de sólidos de leche en la primer lactancia a una longitud de 300 días.

Esto ha sido confirmado por García-Muñiz et al. (1998), quienes trabajando en Nueva Zelanda con vacas maduras Holstein-Friesian Neocelandesas, obtuvieron mayores rendimientos de leche y de sólidos de leche en las vacas pesadas (520 kg) que en las ligeras (467 kg) e igualmente hubo mayores consumos de materia seca en el primer grupo. Al expresar los rendimientos de leche y de sólidos de leche así como del consumo de materia seca, en función de cada kg de peso corporal de las vacas, encontraron que ambos grupos fueron igualmente eficientes. En el presente estudio, los pesos corporales antes del parto

(500 kg) de las vaquillas Holstein-Freisian Neocelandesas y las producciones en 224 días de lactancia (4,165 kg) así como el rendimiento de sólidos de leche (300 kg), superan los parámetros Neocelandeses (LIC 1997) y Australianos (Gunn 1998). Además en las condiciones actuales del Centro de Enseñanza, Investigación y Extensión en Producción Bovina y Caprina, en donde se realizó la presente investigación, es posible incrementar la producción de materia seca de pradera mediante el uso apropiado de fertilizantes, el manejo de adecuado de las praderas y el empleo de la irrigación durante la época de sequía. En esta forma es posible incrementar los rendimientos de leche y sólidos de leche en el hato.

Adicionalmente se pueden lograr otros beneficios de tener vaquillas más grandes como son mayor competitividad con las vacas adultas, mayor capacidad de ingestión de materia seca, mayor capacidad de movilización de reservas corporales (grasa) al inicio de la lactancia, producir crías más pesadas y saludables así como, padecer menores dificultades al parto (Holmes y Wilkson 1987). Algunas desventajas pueden ser daño a la pradera debido a la compresión producida por el pastoreo y que se requiere mayor espacio en la sala de ordeño (Gunn et al. 1998). Esta posibilidad debe tomarse en cuenta para maximizar el potencial productivo de este tipo de ganado en las condiciones de pastoreo del altiplano de México.

Los pesos corporales antes del parto (560 kg) y la calificación de la condición corporal (3.0) de las vaquillas Holstein-Friesian Americanas obtenidos en este estudio (Figuras 4-5), las colocan en el rango de lo referido como meta para su raza y edad antes del parto (515 a 616 kg y 3.5) (Heinrichs 1993; Heinrichs y Hargrove 1987; Hoffman y Funk 1992). Sus producciones de leche y de sólidos de leche en las diferentes longitudes de la lactancia fueron inferiores a las logradas por las Neocelandesas.

Tanto en las vaquillas Holstein-Friesian Neocelandesas como en las Americanas se perdió peso y condición corporal hacia las 4 semanas de lactancia como consecuencia del incremento en las demandas de energía y proteína por el inicio de la lactancia, que a su vez ejerce fuertes presiones sobre el metabolismo del animal. Sin embargo, hacia la semana 12 de lactancia esta tendencia se había detenido y empezado a revertir, lo que fué evidenciado por el aumento de peso corporal en ambos grupos. Este aumento de peso aún no era lo suficientemente grande para reflejarse en un aumento en la calificación de la condición corporal (Figuras 5-6).

7.5.2. Calificación de la condición corporal

La mayor calificación de condición corporal de las vaquillas Holstein-Friesian Neocelandesas al parto (3.5) en comparación con las vaquillas Holstein-Friesian Americanas (3.0) (Figura 6), puede explicar los mayores rendimientos de leche y de sólidos de leche obtenidos por las primeras en 224, 274 y 305 días de lactancia (Cuadro 5). De acuerdo con (Stewart y Taylor 1990), citados por McLean (1994), los aumentos en la calificación de condición corporal de hasta 0.4 se asociaron con incrementos en el peso corporal de 35 kg y con incrementos en el rendimiento de leche de 161 kg en los primeros 140 días de lactancia. De acuerdo con Penno et al. (1997) las producciones extras obtenidas son el resultado de la calificación de condición corporal adicional, y no el resultado de diferencias en tamaño corporal. Los beneficios de lograr una adecuada calificación de condición corporal en condiciones de pastoreo, pueden resumirse como producir un incremento en el rendimiento de sólidos de leche en la lactancia subsecuente, así como reducir el consumo voluntario de materia seca. Esto se debe a que las vacas que llegan con buena calificación de condición corporal al parto son capaces de dividir el uso de la energía

almacenada en el cuerpo, dirigiéndola hacia la producción de leche en vez de hacia la ganancia de peso corporal. En forma contraria, las vacas que paren con baja calificación de condición corporal tienen menos reservas corporales y deben consumir mayor cantidad de materia seca para compensar ese déficit. Estas respuestas son más consistentes en sistemas de producción basados en el pastoreo que en los sistemas de alimentación a base de raciones totalmente mezcladas (raciones integrales) (Mackle et al. 1996).

7.5.3. Estatura

Contrariamente a calificaciones de condición corporal similares, los aumentos en el tamaño del esqueleto no están asociados con incrementos en la producción de leche. En nuestro estudio las vaquillas Holstein-Friesian Americanas tuvieron estaturas al parto superiores (1.36 m) que las Neocelandesas (1.27 m) (Figura 7) y esto estuvo asociado a una disminución en los rendimientos de leche y de sólidos de leche con respecto a las últimas, debidos a diferencias fundamentalmente en la calificación de condición corporal.

7.6. Progesterona

En el presente estudio se consideró que la primer ovulación sin signos de estro, ocurrió 4 días antes de que la concentración de progesterona plasmática se elevara a niveles ≥ 1 ng/ml por al menos en dos ocasiones consecutivas. Los días a primer ovulación en el grupo de las vaquillas Holstein-Friesian Neocelandesas (32.7) (Cuadro 6) son similares al estudio de Laborde (1998), quien trabajando en Nueva Zelanda, encontró que las vacas Holstein-Friesian Neocelandesas tuvieron un intervalo de parto a ovulación entre 28 y 31 días y un intervalo de parto a primer estro de 43 a 50 días. En este estudio, las vaquillas Holstein-Friesian Americanas necesitaron 10 días más para

tener su primera ovulación (42.5). Este efecto pudo haberse debido a las diferencias encontradas en la calificación de condición corporal entre ambos grupos (Figura 6).

De acuerdo con Villa-Godoy et al. (1988) la primera ovulación y formación del cuerpo lúteo en el posparto es dependiente del momento en que se alcance la máxima depresión del balance energético negativo o nadir. Buttler et al. (1981) encontraron ovulación y formación de un cuerpo lúteo 10 días después de que se alcanzó el nadir y comenzó la recuperación, por lo que han sugerido que éste momento es una señal que la vaca detecta y que le indica que ya puede ovular. De acuerdo con estos datos, el nadir del balance energético negativo en las vaquillas Holstein-Friesian Neocelandesas ocurrió aproximadamente a los 22 días posparto y el de las vaquillas Holstein-Friesian Americanas ocurrió aproximadamente a los 32 días posparto. Esto es consistente con la calificación de la condición corporal de las vaquillas Holstein-Friesian Neocelandesas que fue de 3.5 y de las Americanas que fue de 3.0. Esto significa mayores reservas de grasa corporales en el primer grupo. Esto además parece relacionarse con los picos de leche y de sólidos de leche que se alcanzaron a los 39 días y a los 43 días en ambos grupos de vaquillas respectivamente.

En adición, se encontraron bajos niveles de detección de celos, evidenciadas por los días a primer celo en las vaquillas Holstein-Friesian Neocelandesas y en las Americanas (109.1 y 90.5) que se reflejó en un aumento de los días a primer servicio (109.1 y 90.5) y en un aumento de los días abiertos (134 y 185.8). Los servicios por concepción fueron menores en las vaquillas Holstein-Friesian Neocelandesas (1.7) que en las vaquillas Holstein-Friesian Americanas (2.5), lo que pudo haberse debido a la mejor calificación de condición corporal en el primer grupo (Cuadro 6). Los días perdidos por fallas en la detección de estros en ambos grupos de animales (76 y 48), esto es

los días entre la primer ovulación y la detección del primer estro, indica que la eficiencia en la detección de estros es muy pobre en la explotación evaluada, lo que podría deberse a la inexperiencia del personal en la detección de estros en condiciones de partoreo. Debe señalarse que antes del presente estudio en el CEIEPBC, Rancho 4 Milpas, siempre se había utilizado un sistema de estabulación total.

7.7. Heces, pradera y suelo

Los bajos conteos de huevecillos gastrointestinales registrados durante todo el estudio hicieron innecesaria la desparasitación de las vaquillas (Cuadro 7). Herd (1983) en una revisión de la literatura, cuestiona la validez de la desparasitación durante la lactancia. Sin embargo, al igual que Ploeger et al. (1996), menciona que se pueden obtener aumentos en la producción de leche en la primer lactancia como resultado de lograr adecuados pesos, calificación de condición corporal y estaturas al parto a través de la desparasitación durante el crecimiento.

Mediante los análisis de tierra y praderas, fue posible detectar la ausencia de selenio y arsénico en los terrenos experimentales (Cuadros 8 y 9). Debido a la ausencia de selenio se decidió administrar en saladeros en la pradera y a partes iguales con NaCl, una mezcla de sales minerales especialmente formulada para el centro experimental con el fin de llenar los requerimientos de este y otros minerales, evitando posibles efectos negativos sobre las vaquillas en estudio que pudieran enmascarar o deformar los resultados obtenidos.

VIII CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- ◆ La incidencia de trastornos metabólicos, con base en los análisis de 42 parámetros en líquido ruminal, plasma, orina y leche, fué similar en ambos grupos de vaquillas estudiados y no hubo cambios en la salud de los animales.
- ◆ Con base en la baja incidencia así como el leve grado de cetonuria en las vaquillas Holstein-Friesian Neocelandesas y Americanas, se concluye que la alimentación exclusivamente con base en praderas no provocó alteraciones metabólicas.
- ◆ Debido a la carencia del selenio en los pastos y en los suelos, se hizo necesaria la suplementación con una mezcla de sales minerales a fin de evitar sus deficiencias.
- ◆ Los rendimientos de leche en ambos grupos fueron similares, pero los porcentajes de grasa y de proteína fueron más altos en las vaquillas Holstein-Friesian Neocelandesas y por lo tanto los rendimientos de grasa y proteína de este grupo fueron también más altos.
- ◆ Las vaquillas Holstein-Friesian Neocelandesas tuvieron mejor calificación de condición corporal y reiniciaron más pronto su actividad ovárica posparto que las Americanas.
- ◆ La incidencia de mastitis subclínicas en ambos grupos de vaquillas en el presente estudio, indica la necesidad de monitorear la salud de la glándula mamaria así como el establecer programas de tratamiento y control de mastitis subclínicas en condiciones de pastoreo.
- ◆ El monitoreo de la composición de la pradera y de la tierra así como de la carga parasitaria en los animales, es necesario como parte de un sistema de producción de leche en pastoreo controlado.
- ◆ Con base en los resultados de los parámetros estudiados, se puede considerar que las enfermedades metabólicas no son una limitante para la producción de leche sobre praderas empleando ganado especializado y presciendiendo de granos o concentrados en las condiciones del altiplano central de México.

IX L I T E R A T U R A C I T A D A

1. Acre K. Observando a las vacas en transición. Hoard's Dairyman (en español) 1998 (7): 444-447.
2. Ahlborn G and Bryant AM. Production, economic performance and optimum stocking rates of Holstein-Friesian and Jersey cows. Proc New Zealand Soc Anim Prod, 1992, New Zealand Soc Anim Prod, 1992: 52:7-9
3. Annio JS. Clinical chemistry: principles and procedures. 3rd ed, Boston USA: Little, Brown and Co, 1964.
4. AOAC-Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemists. 15th ed, published by the Ass Official Analyt Chem, Arlington VA, USA, 1990.
5. Auldism MJ, Walsh BJ and Thompson NA. The effect of stage of lactation on milk composition. Proc New Zealand Soc Anim Prod, 1997b, New Zealand Soc Anim Prod, 1997:57:43-44.
6. Auldism MJ, Walsh BJ and Thompson NA. The effect of time-of-calving on dairy production. Proc New Zealand Soc Anim Prod, 1997a, New Zealand Soc Anim Prod, 1997: 57:21-22.
7. Bachman KC. Managing milk composition. In: Large dairy herd management. Van Horn HH and Wilcox CJ, Management services, American Dairy Science Association, Champaign, Il, 1992.
8. Benjamin MM. Manual de patología clínica en Veterinaria. 1^a ed. México DF, Ed Limusa, 1984.
9. Betteridge K, Haynes DA and Killen WJ. Phosphorus supplementation of lactating dairy cattle on a Northland farm. NZ vet J 1989; 37: 107-111.
10. Betteridge K. A survey of the phosphorus and calcium contents of pastures and the serum inorganic phosphorus and calcium contents of cows on four Manawatu dairy farms. NZ vet J 1989; 37: 51-55
11. Blowey RW, Wood DW and Davis JR. A nutritional monitoring system for dairy herds based on blood glucose, urea and albumin levels. Vet Rec 1973; 92:691-696.
12. Blowey RW. A practical application of metabolic profiles. Vet Rec 1975; 97: 324-327.

13. Blowey RW. Metabolic profiles. In: Andrews AH, Blowey RW, Boyd H and Eddy RG, editors. Bovine medicine, diseases and husbandry of cattle. London, Great Britain: Blackwell Scientific Publications, 1992:601-606.
14. Bouda J, Candanosa de ME y Yabuta OAK. Valores bioquímicos para el diagnóstico en los bovinos adultos. Memorias del curso de diagnóstico de campo y de laboratorio para el tratamiento de enfermedades en bovinos. FMVZ,UNAM, México DF,1994a: 105-108.
15. Bouda J, Dvorak R Doubeck J. Diagnostika, léčba a prevence vybraných onemocnění trávicího ústrojí a nejvýznamnějších metabolických poruch u skotu. 1 ed, Brno, Medicus Veterinarius, 1993.
16. Bouda J, Dvorák RL y Yabuta AK. Obtención y análisis de orina, implicaciones diagnósticas. Memorias del curso de diagnóstico de campo y de laboratorio para el tratamiento de enfermedades en bovinos. FMVZ,UNAM, México DF,1994b: 73-78.
17. Bouda J, Paasch L y Yabuta OAK. Importancia de la obtención y análisis del líquido ruminal para el diagnóstico y terapia bajo condiciones de campo. Memorias del curso de diagnóstico de campo y de laboratorio para el tratamiento de enfermedades en bovinos. FMVZ,UNAM, México DF,1994c: 68-72.
18. Bouda J, Paasch ML, Candanosa de ME; Quiroz RG; Pérez-Gavilán RJ y Padilla AS. Estudio del metabolismo energético en vacas de doble propósito. Memorias del XXI Congreso Nacional de Buiatría, 1997. Asoc Mex Méd Vet Esp en Bovinos AC, 1997a: 148-150.
19. Bouda J, Paasch ML, Dvorak R, Yabuta OAK, Doubek J y Jardón HSG: Equipo portátil para obtener y analizar el líquido ruminal y orina. Centro para la innovación tecnológica, Universidad Nacional Autónoma de México. Patente registrada el 1° de Marzo de 1996, No. de expediente 960808 ante el Instituto Mexicano de la Propiedad Industrial.
20. Bouda J, Paasch ML, Yabuta OAK. Desarrollo y empleo del método de diagnóstico preventivo de los trastornos ruminales y metabólicos en bovinos. Vet Mex,1997b:28(3):189-195.

21. Brown C. Financial viability – a long-term view. Proc New Zealand Grasslands Ass, 1996. New Zealand Grassland Ass, 1996: 7-12.
22. Bryant AM and McRobbie GA. Are we rearing our young stock well enough?. Proc Ruakura Farmers Conf 1991: 26-32.
23. Buttler WR, Everett RW and Coppock CE. The relationship between energy balance, milk production and ovulation in postpartum Holstein cows. J Anim Sci 1981;53(3):742-748.
24. Carlson GP. Clinical chemistry tests. In: Large animal internal medicine. Edited by: Smith BP 386-414. The CV Mosby Co, St Louis, Missouri, USA, 1990.
25. Cottyn BB, Boucoue Ch U. Rapid method for the chromatographic determination of volatile fatty acids in rumen fluid. J Agric and Food Chem 1968;16, 105-112.
26. Cowen RT, O'Grady P, Moss RJ. Relationship of age and liveweight at first calving to subsequent lactation yields of Friesian heifers grazing tropical pastures. Queensland J Agric Animal Sci 1974; 31:367-370.
27. Crawford HK, Gray DI, Parker WJ, Edwards N. Characteristics of seasonal dairy farms achieving high per cow production in the lower North Island of New Zealand. Proc New Zealand Soc Anim Prod, 1995, New Zealand Soc Anim Prod, 1995; 55: 72-75.
28. Chesterton RN, Pfeiffer DU, Morris RS and Tanner CM. Environmental and behavioural factors affecting the prevalence of footlameness in New Zealand dairy herds-a case control study. NZ vet J 1989; 37: 135-142.
29. Chesterton RN. Examination and control of lameness in dairy herds. NZ vet J 1989; 37: 133-134.
30. Dávalos FJL. Consideraciones acerca de los sistemas tecnológicos de producción de leche en México. Memorias del curso: Los Sistemas Nacionales Lecheros de México, Estados Unidos y Canadá y sus Interrelaciones, UAM, México DF, 1997, 189-204.
31. Dirksen G and Smith MC. Acquisition and analysis of bovine rumen fluid. Bov Pract 1987; (22):108-116.

32. Donovan J. La acidosis subaguda nos está costando millones. *Hoard's Dairyman* (en español) 1997; 660-662.
33. Edwards NJ and Parker WJ. Increasing per cow milk solids production in a pasture-based dairy system by manipulating the diet: A review. *Proc New Zealand Soc Anim Prod*, 1994, New Zealand Society of Animal Production, 1994, 54: 267-273.
34. Elrod CC and Butler WR. Reduction of fertility and alteration of urine pH in heifers fed excess ruminally degradable protein. *J Anim Sci* 1993; 71:694-701.
35. Fahey GC and Berger LL. Carbohydrate nutrition of ruminants. In: Church DC editor. *The Ruminant Animal*. New Jersey: Prentice Hall, 1988: 269-295.
36. Ferguson JD, Blanchard T, Galligan DT, Hoshall DC, Chalupa W. Infertility in dairy cattle fed a high percentage of protein degradable in the rumen. *JAVMA* 1988; 192(5):659-662.
37. Ferguson JD, Galligan DT, Ramberg CF, Kronfeld DS. Veterinary nutritional advisory services to dairy farms. *Compend Contin Educ Pract Vet* 1987; 9(5): F192-F201.
38. Fernández FJ, Kahn HL Clinical methods for atomic absorption spectroscopy. *Clin Chem Newsl* 1971; (3) 24.
39. Fleming SA. Endocrine and metabolic diseases. In Smith BP editor. *Large Animal Internal Medicine*. St Louis, Missouri: The CV Mosby Co, 1990: 1306-1315.
40. García-Muñiz JG, Holmes CW, Garrick DJ, López-Villalobos N, Wickham BW, Wilson GF, Brookes IM and Purchas RW. Growth curves and productivity of Holstein-Friesian cows bred for heavy or light mature live weight. *Proc New Zealand Soc Anim Prod*, 1998, New Zealand Soc Anim Prod, 1998;58: 68-72.
41. Garry FB. Indigestion in ruminants. In: *Large Animal Internal Medicine*. Edited by: Smith BP 747-782. The CV Mosby Co, St. Louis, Missouri, USA, 1990.
42. Goff JP and Horst RL. Factors to concentrate on to prevent periparturient disease in the dairy cow with special emphasis on milk fever. *Proc 31st Ann Conv Am Ass Bovine Pract*, 1998 Sept 24-26; Spokane, Washington. Georgia (Rome): Am Ass Bovine Pract, 1998: 154-163.

43. Goldberg JJ, Wildman EE, Pankey JW, Kunkel JR, Howard DB and Murphy BM. The influence of intensively managed rotational grazing, traditional continuous grazing, and confinement housing on bulk tank milk quality and udder health. *J Dairy Sci* 1992; 75: 96-104.
44. Gunn AA, Malmö J, Mansell PD, Anderson GA, Caple IW. Liveweight, reproductive performance and milk production of Friesian heifers reared in herds fed mainly on pasture. Proc XX World Ass Buiatrics Congress; 1998 July 6-10; Sydney, Australia. France (Paris): World Ass Buiatrics, 1998:481-486.
45. Gustafsson AH and Palmquist DL. Diurnal variation of rumen ammonia, serum urea and milk urea in dairy cows at high and low yields. *J Dairy Sci* 1993; 76:475-484.
46. Heinrichs AJ and Hargrove GL. Standards of weight and height for Holstein heifers. *J Dairy Sci* 1987; 70: 653-660.
47. Heinrichs AJ. Raising dairy replacements to meet the needs of the 21st century. *J Dairy Sci* 1993; 76: 3179-3187.
48. Herd RP. A practical approach to parasite control in dairy cows and heifers. *Compend Contin Educ Pract Vet* 1983; 5(2):S73-S80.
49. Herd RP. Cattle practitioner: vital role in worm control. *Compend Contin Educ Pract Vet* 1991; 13(5):879-888.
50. Herdt TH, Stevens JB, Linn J, Larson V. Influence of ration composition and energy balance on blood beta-hydroxybutyrate (ketone) and plasma glucose concentrations of dairy cows in early lactation. *Am J Vet Res* 1981; 42 (7):1177-1180.
51. Hodgson J. Grazing management. Science into practice. Longman Handbooks in Agriculture-Longman Scientific and Technical, Massey University, New Zealand 1990.
52. Hof G, Vervoorn MD, Lenaers PJ and Tamminga S. Milk urea nitrogen as a tool to monitor the protein nutrition of dairy cows. *J Dairy Sci* 1997; 80:3333-3340.
53. Hoffman PC and Funk DA. Applied dynamics of dairy replacement growth and management. *J Dairy Sci* 1992; 75:2504-2516.

54. Hoffmann WE. A partial list of reference ranges. In: Howard JL editor. *Current Veterinary Therapy*. Philadelphia, USA: Saunders, 1993: 919-920.
55. Holmes CW and Wilson GF. *Milk production from pasture*. 1st ed Wellington, New Zealand, Butterworths Agric Books 1987.
56. Holmes JHG and Lambourne LJ. The relation between plasma free fatty acid concentration and the digestible energy intake of cattle. *Res Vet Sci* 1970; II: 27-36.
57. House JK, Smith BP, Metre Van DC, Fecteau G, Craychee T and Neves J. Ancillary tests for assessment of the ruminant digestive system. *Vet Clin North Am (Food Anim Pract)* 1992; 8(2): 203-232.
58. Hutjens MF y Barmore JA. La prueba de la urea en la leche nos dá otra herramienta. *Hoard's Dairyman (en español)* 1995; (6):590-591.
59. Jachnik P and Mikkelseb P. WTO and the world market for milk prices and dairy products. *Bulletin of the Int Dairy Fed* 1997 Aug 27, Reykjavok, Iceland. Belgium (Brussels): Int Dairy Fed, 1997: 55-65.
60. Jagos P a Bouda J: Základní biochemické a hematologické hodnoty u domácích zvířat a nové způsoby vyjadřování výsledku laboratorních vyšetření (Valores bioquímicos y hematológicos en los animales y nuevas formas de expresión de resultados de laboratorio-manual práctico). Pardubice, SVS, Oddeleni Vet Osvety 1981: 1-29.
61. Jagos P and Dvorák R: Metabolic disorders of the processes in the rumen. In: Vrzgula L, editor. *Metabolic disorders and their prevention in farm animals*. Amsterdam, The Netherlands, Elsevier, 1991: 273-302.
62. Jasiorowski H, Reklewski Z and Stolzman. Testing of different strains of Friesian cattle in Poland I. Milk performance of F1 paternal Friesian strain crosses under intensive feeding conditions. *Livestock Prod Sci* 1983; 10:109-122.
63. Johnson LW. Bovine cationic imbalance, clinical nutrition-VM723, Class handout, College of Vet Med Biomed Sci, CSU, Fort Collins, CO, USA, 1982.

64. Jolly PD, McDougall S, Fitzpatrick LA, MacMillan KL and Entwistle KW. Physiological effects of undernutrition on postpartum anoestrus in cows. *J Reprod Fertil, Suppl* 1995; 49:477-492.
65. Kelloway R and Porta S. Feeding concentrates: supplements for dairy cows. *AGMEDIA*, Melbourne, 120-127, 1993.
66. Kertz AF, Reutzel LF, Barton BA and Ely RL. Body weight, body condition score and wither height of prepartum Holstein cows and birth weight and sex of calves by parity: a database and summary. *J Dairy Sci* 1997; 80(3): 525-529.
67. Kolver ES and Mac Millan KL. Short term changes in selected metabolites in pasture fed dairy cows during peak lactation. *Proc New Zealand Soc Anim Prod, New Zealand* 1993, 77-81.
68. Kolver ES and Mac Millan KL. Variation in selected blood plasma constituents during the post-partum and breeding periods in dairy cows. *NZ vet J* 1994;42:161-166.
69. Lean IJ, Farver TB, Troutt HF, Bruss ML, Galland JC, Baldwin RL, Holmberg CA and Weaver LD. Time series cross-correlation analysis of postparturient relationships among serum metabolites and yield variables in Holstein cows. *J Dairy Sci* 1992; 75(7): 1891-1900.
70. Lean IJ, Parker WJ and Kelloway RC. Improving the efficiency of pasture-based dairy production. *Proc New Zealand Soc Anim Prod, 1996, New Zealand Soc Anim Prod, 1996, 56: 270-275.*
71. Lee AJ. The interplay of feeding and genetics on heifer rearing and first lactation milk yield: A review. *J Anim Sci*, 1997; 65: 846-851.
72. LIC-Livestock Improvement Corporation Limited-Dairy Statistics 1996-1997, (New Zealand dairy board), Hamilton, New Zealand 1997.
73. Little W. An effect of the stage of lactation on the concentration of albumin in the serum of dairy cows. *Res vet Sci* 1974;17: 193-199.
74. Mac Milan J and Ahlborn G. Rendimiento en leche de cruza de Holstein con Jersey, *Agritec-NZ* 1997, 2 (2): 2.

75. Mackle TR, Parr CR, Stakelum GK, Bryant AM, MacMillan KL and Auldlist MJ. Effect of calving liveweight on milk yield and composition and daily dry matter intake in Friesian and Jersey heifers. Proc New Zealand Soc Anim Prod, Feb 12-15, 1996, Lincoln University, New Zealand. New Zealand Soc Anim Prod, 1996, 260-262.
76. Macky S. Metabolic problems in high producing cows on a predominantly pasture based diet. Proc 11th seminar Soc Dairy Cattle Vet-New Zealand Vet Ass, Queenstown, New Zealand, 1994: 79-88.
77. Marín LP. Las políticas de precios y subsidios a la actividad lechera. Memorias del II seminario internacional sobre los sistemas nacionales lecheros de América del Norte, 1997, Enero 22-24, México, México DF, UNAM-UAM, 1997:12-22.
78. McLean DM. Current Australasian studies on heifer growth and its effect on milk production. A report to the DRDC as part of the project-"Heifer growth and milk production-Consolidating the National Data", South Australian Research and Development Institute, Flaxley Research Center, Australia, 1994.
79. Medina CM. Medicina productiva en la crianza de becerras lecheras, 1^a ed, México DF: Uteha-Limusa, 1994.
80. Merchen NR. Digestion, absorption and excretion in ruminants. In The ruminant animal. Edited by: Church DC, 172-201. Prentice Hall, New Jersey, 1988.
81. Moore DA and Varga G. BUN and MUN: Urea nitrogen testing in dairy cattle, Compend Contin Educ Pract Vet 1996;18(6):712-721.
82. Mudford CJ, Thompson NA and Holmes CW. Milk solids response in early lactation to calving condition score and concentrate feeding. Proc New Zealand Soc Anim Prod, February 11-14 1997, Lincoln Univ, New Zealand, New Zealand Soc Anim Prod, 1997, 57:37-38.
83. Muñoz RM, Odermatt BP y Altamirano CJR. Retos y oportunidades del sistema leche ante la apertura comercial. Reporte de Investigación 23, CIESTAAM, Universidad Autónoma de Chapingo, 1995.
84. Nichols M y Knoblauch W. ¿Qué es lo que motiva a los ganaderos que tienen sus hatos en pastoreo?, Hoard's Dairyman (en español)

1996;6:533-534.

85. Niederman CN, Thatcher CD and Welker B. Nutritional factors in bovine gastrointestinal disease. *Vet Clin North Am (Food Anim Pract)* 1990; 6(2): 265-306.
86. Nordlund KV, Garret EF and Oetzel GR. Herd-based rumenocentesis: a clinical approach to the diagnosis of subacute rumen acidosis. *Compend Contin Educ Pract Vet* 1995; 17(8): S48-S56.
87. Nordlund KV. Questions and answers regarding rumenocentesis and the diagnosis of herd based subacute rumen acidosis. *Proc 28th Ann Conv Am Ass Bovine Pract*; 1995, Sep 14-17, San Antonio, TX. Georgia (Rome): Am Ass Bovine Pract, 1996: 75-81.
88. NRC-National Research Council. *Nutrient Requirements of Dairy Cattle*, 6th ed, Washington DC: National Academy Press, 1989.
89. Oldham JD and Sutton JD. Composición de la leche y la vaca de alta producción. In: Broster WH, Swan H (editor): *Estrategia de alimentación para vacas lecheras de alta producción*, México, AGT SA, 1983:84-108.
90. Owens FN and Goetsch AL. Ruminant fermentation. In: Church DC editor. *The ruminant animal*. New Jersey: Prentice Hall, 1988: 145-171.
91. Owens FN and Zinn R. Protein metabolism of ruminant animals. In: Church DC editor. *The ruminant animal-digestive physiology and nutrition*. New Jersey: Prentice Hall, 1988: 227-249.
92. Paasch ML, Bouda J y Velázquez OV. Diagnóstico, tratamiento y prevención de acidosis ruminal subclínica. *Memorias del curso de diagnóstico de campo y de laboratorio para el tratamiento de enfermedades en bovinos*. FMVZ, UNAM, México DF, 1994: 82-86.
93. Paasch ML, Bouda J, Avila GJ, Yabuta AK, Medina CM and Quiroz RG. The early diagnosis of subclinical ruminal and metabolic disorders in dairy cows in field conditions and in the laboratory. *Proc XX World Ass Buiatrics Congress*; 1998 July 6-10; Sydney, Australia. France (Paris): World Ass Buiatrics, 1998: 139-142.

94. Paasch ML, Bouda J, Velázquez OV and Candanosa AE. Subclinical ruminal acidosis and associated pathological findings in dairy cows. Proc XIXth World Ass Buiatrics Congress; 1996, Edinburgh, Scotland. France (Paris): World Ass Buiatrics, 1996: 361-363.
95. Paasch ML, Bouda J, Velázquez OV y Yabuta OA. Acidosis ruminal crónica y hallazgos patológicos en vacas lecheras de alta producción. Memorias del XIX Congreso Nacional de Buiatría, 1995, Torreón, Coah, México, México (DF): Asoc Mex Méd Vet Esp Bovinos AC, 1995: 170-174.
96. Pankey JW, Pankey PB, Barker RM, Williamson JH and Woolford MW. The prevalence of mastitis in primiparous heifers in eleven Waikato dairy herds. New Zealand Vet J, 1996; 44: 41-44.
97. Parker BNJ and Blowey RW. A comparison of blood from the jugular vein and coccygeal artery and vein of cows. Vet Rec 1974; 95:14-18.
98. Parker BNJ and Blowey RW. Investigations into the relationship of selected blood components to nutrition and fertility of the dairy cow under commercial farm conditions. Vet Rec 1976; 98: 394-404.
99. Payne JM, Dew SM, Manston R and Faulks M. The use of a metabolic profile test in dairy herds. Vet Rec 1970; 87:150-158.
100. Penno JW, MacDonald KA and Bryant AM. The effect of feeding level during rearing on the first lactation milk yield of Friesian replacement heifers. Proc New Zealand Soc Anim Prod, 1997 February 11-14, Lincoln Univ, New Zealand. New Zealand Soc Anim Prod, 1997, 57: 176-178.
101. Penno JW. Target liveweights for replacement heifers. Proc Ruakura Dairy Farmers Conf, May 20, 1997, Waikato Convention Centre, New Zealand, 1997, 72-80.
102. Peralta AMA y Lastra MIJ. Programa de producción de leche y de sustitución de las importaciones, Memorias del II seminario internacional sobre los sistemas nacionales lecheros de América del Norte, 1997, Enero 22-24, México, México DF, UNAM-UAM, 1997: 150-161.
103. Pérez DM, Castillo RF, Campos RV y Murillo SE. Manual sobre glándula mamaria-análisis de la leche-métodos físico-químicos

para el diagnóstico de la mastitis subclínica. Técnica y productos agropecuarios Texcoco 1981(1):1-21.

104. Ploeger HW, Kloosterman A, Rietveld FW, Hilderson H, Berghen P, Pieke EJ. Production of dairy replacement stock in relation to level of exposure to gastrointestinal nematode infection in the first grazing season: second-year calves and heifers. *Vet Parasit* 1996; 65: 99-115.
105. Pulido A, Zarco L, Galina CS, Murcia C, Flores G and Posadas E. Progesterone metabolism during storage of blood samples from gyr cattle: effects of anticoagulant, time and temperature of incubation. *Theriogenology* 1991;35(5):965-975.
106. Radostits OM, Blood DC and Gay CC. *Veterinary medicine, a textbook of the diseases of cattle, sheep, pigs, goats and horses.* 8th ed, London, Great Britain: Bailliere Tindall, 1994a.
107. Radostits OM, Leslie KE and Fetrow J. *Herd health - food animal production medicine*, 2nd ed, Philadelphia, Pennsylvania, USA, WB Saunders Company, 1994b.
108. Roberts CJ, Reid IM, Rowlands GJ and Patterson A. A fat mobilisation syndrome in dairy cows in early lactation. *Vet Rec* 1981; 108: 7-9.
109. Rodríguez LA, Stallings CC, Herbein JH and McGilliard. Diurnal variation in milk and plasma urea nitrogen in Holstein and Jersey cows in response to degradable dietary protein and added fat. *J Dairy Sci*, 1997b, 80:3369-3376.
110. Rodríguez LA, Stallings CC, Herbein JH and McGilliard. Effect of degradability of dietary protein and fat on ruminal, blood and milk components of Jersey and Holstein cows. *J Dairy Sci* 1997a, 80:353-363.
111. Russel AJF and Wright IA. The use of blood metabolites in the determination of energy status in beef cows. *Anim Prod* 1983; 37: 335-343.
112. Schelhaas H. Summary and conclusions: a conference of hope. *Bulletin of the Int Dairy Fed* 1997 Aug 27, Reykjavok, Iceland. Belgium (Brussels): Int Dairy Fed, 1997: 70-71.

113. Seglar WJ. Dairy Production Management-Maximizing Forage Quality. *Compend Contin Educ Pract Vet* 1997; 19(9): S254-S261.
114. Thomson NA, Mudford CR and Holes CW. Milksolids response in early lactation to condition score at calving and concentrate feeding. *Proc New Zealand Soc Anim Prod*, February 11-14, 1997, Lincoln University, New Zealand Soc Anim Prod 1997;57:157-160.
115. Tietz NW. Textbook of clinical chemistry. Philadelphia, Pennsylvania, USA, WB Saunders Company, 1986.
116. Tillman R. Fertilizer nitrogen or clover nitrogen?. *Proc Ruakura Dairy Farmers' Conf*, 1998. Dairying Research Corporation Limited, 1998: 80-84.
117. Troccon JL. Effects of winter feeding during the rearing period on performance and longevity in dairy cattle. *Livestock Prod Sci*, 1993; 36: 157-176.
118. Van Saun R, Bartlett PC and Morrow D. Monitoring the effects of postpartum diseases on milk production in dairy cattle. *Compend Contin Educ Pract Vet* 1987;9:(6):F212-F221.
119. Villa-Godoy A, Hughes TL, Emery RS, Chapin LT and Fogwell RL. Association between energy balance and luteal function in lactating dairy cows *J Dairy Sci* 1988; 71: 1063-1072.
120. Vrzgula L. Metabolic disorders and their prevention in farm animals. 1st ed Elsevier, New York, NY, 1990.
121. Wildman EE, Jones GM, Wagner PE, Boman RL, Trout HF and Lesch TN. A dairy cow body condition scoring system and its relationship to selected production characteristics. *J Dairy Sci* 1982; 65: 495-502.
122. Wood PDP. Factors affecting the shape of the lactation curve. *Anim Prod* 1969; 11(3): 307-316.
123. Yabuta AK, Bouda J y Medina CM. Condición corporal, evaluación como diagnóstico preventivo. Memorias del curso internacional teórico-práctico de actualización en el diagnóstico de las enfermedades más frecuentes en bovinos. FMVZ-UNAM, México DF 1996, 9-22.

124. Zarco QL. Balance energético y reproducción en la vaca lechera de alta producción. Memorias del XX Congreso Nacional de Buiatría, 1996, Acapulco, Guerrero, México, México (DF): Asoc Mex Méd Vet Esp Bovinos AC, 1996: 251-261.