



UNIVERSIDAD DE CHILE

**FACULTAD DE CIENCIAS VETERINARIAS Y PECUARIAS
ESCUELA DE CIENCIAS VETERINARIAS**



**EFFECTO DE INCORPORAR LA RAZA JERSEY A TRAVÉS
DE CRUZAMIENTOS, SOBRE LA EFICIENCIA
BIOLÓGICA PARA PRODUCCIÓN Y COMPOSICIÓN
LÁCTEA, EN EL PRIMER TERCIO DE LACTANCIA**

JIMENA ESPERANZA GARAY GARCÍA

Memoria para optar al Título
Profesional de Médico Veterinario
Departamento de Fomento de la Producción Animal

PROFESOR GUÍA: HUMBERTO GONZÁLEZ VERDUGO

SANTIAGO, CHILE
2007



UNIVERSIDAD DE CHILE

**FACULTAD DE CIENCIAS VETERINARIAS Y PECUARIAS
ESCUELA DE CIENCIAS VETERINARIAS**



**EFFECTO DE INCORPORAR LA RAZA JERSEY A TRAVÉS
DE CRUZAMIENTOS, SOBRE LA EFICIENCIA
BIOLÓGICA PARA PRODUCCIÓN Y COMPOSICIÓN
LÁCTEA, EN EL PRIMER TERCIO DE LACTANCIA**

JIMENA ESPERANZA GARAY GARCÍA

Memoria para optar al Título
Profesional de Médico Veterinario
Departamento de Producción Animal

NOTA FINAL:

		NOTA	FIRMA
PROFESOR GUÍA:	HUMBERTO GONZÁLEZ VERDUGO
PROFESOR CONSEJERO:	ALEJANDRO LÓPEZ VILLANUEVA
PROFESOR CONSEJERO:	HERNÁN AGÜERO EGUILUZ

**SANTIAGO, CHILE
2007**

**Dedicada a mis padres, Patricio y Esperanza,
y a mis queridos hermanos, Diana y Oscar,
por la infinita paciencia y apoyo en los momentos más difíciles.**

**A mi gran amor, Rodrigo,
por permitirme ser parte de su vida.**

**A la memoria de mis queridos abuelitos,
que Dios los bendiga y los tenga en su gloria.**

Los quiero mucho e infinitas gracias.

AGRADECIMIENTOS

- A los Ingenieros Agrónomos Humberto González y Claudia Mella, por su confianza, cariño y amistad. Agradezco los consejos, orientación y el apoyo profesional brindados para la realización de esta Memoria de Título. Gracias por integrarme en terreno, al bello mundo de la Producción Animal y por estar conmigo en esos momentos de soledad.
- A los Médicos Veterinarios Hernán Agüero y Alejandro López, por su tiempo y colaboración como profesores consejeros.
- A todos los profesores y funcionarios del Departamento de Fomento de la Producción Animal de la Facultad de Ciencias Veterinarias y Pecuarias de la Universidad de Chile. A los profesores, por enseñarme a amar la Producción Animal y entregarme sus conocimientos profesionales dentro y fuera de la sala de clases. A los funcionarios, por su afecto y apoyo incondicional.
- A la familia Marín Lara. Simplemente por entregarme su cariño infinito y maravillosa hospitalidad.
- A Don Víctor, Benito y Lichito. Sin ustedes habría sido mucho más dificultosa la realización de esta Tesis. Gracias por compartir conmigo sus experiencias y conocimientos en las labores más pesadas del terreno. Que Dios los bendiga y llene de éxitos.
- A mis padres, por el esfuerzo, sacrificio y horas de trabajo. Gracias por el apoyo constante durante toda mi vida universitaria y por inculcarme desde pequeña el valor que tiene el esfuerzo y la perseverancia en el logro de los sueños y metas. Los quiero infinitamente, siempre estaré con ustedes.
- A mis queridos hermanos. Diana, agradezco esos momentos de humor que alegraron nuestra vida familiar y me hicieron escapar de la “a veces” tediosa tarea del estudio. Oscar, hermanito querido, te deseo lo mejor del mundo, te lo mereces.
- Al amor de mi vida, Rodrigo. Agradezco su tiempo, cariño y apoyo constante en los momentos difíciles de la vida. Gracias por mostrarme el mundo a tu manera y ser la luz que guía mis pasos. Simplemente, gracias a la vida por haberte puesto en mí camino.
- Especialmente a Dios, por su inmensa generosidad. Por cuidar de las personas que más quiero, mi familia y mis abuelitos (Irma, Matilde, Augusto y Florentino).
- Por último, quiero agradecer de todo corazón a todas aquellas personas que hicieron posible la realización de este trabajo, ya que fueron una ayuda valiosa e imprescindible durante este largo camino.

INDICE DE CONTENIDOS

RESUMEN	1
Palabras clave.	1
SUMMARY	2
Key words.	2
INTRODUCCIÓN	3
REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA	5
Situación del Mercado de la leche en Chile.	5
Antecedentes generales.	5
Características del mercado doméstico.	7
Situación actual del pago de leche.	10
Competitividad de la producción lechera nacional.	13
Importancia de la producción de leche por hectárea, carga animal y utilización de praderas en la zona sur (Novena y Décima Regiones).	15
Eficiencia de conversión del alimento y factores que la determinan.	17
Cruzamiento entre razas y productividad en el ganado lechero.	18
Objetivo.	18
Cruzamiento rotacional doble o entre dos razas (criscrossing).	19
Consideraciones en los programas de cruzamiento con ganado.	
Jersey	21
La raza Jersey.	21
Características reproductivas.	21
Características productivas.	23
Jersey, experiencia en el mundo.	25
Jersey, experiencia en Chile.	27
HIPÓTESIS	29
OBJETIVOS	29
General.	29
Específicos.	29

MATERIALES Y MÉTODOS	30
Materiales.	30
Ubicación geográfica del estudio.	30
Material biológico.	30
Animales.	30
Pradera.	30
Instalaciones y maquinarias.	31
Herramientas y equipos.	31
Métodos.	32
Conceptos básicos de energía.	32
Formación de los grupos experimentales.	32
Recopilación de la información.	33
Alimentación durante el ensayo.	33
Proceso de recolección de muestras y mediciones.	34
Recolección de muestras.	34
Pradera.	34
Leche.	35
Mediciones.	35
Producción de leche diaria.	35
Peso corporal de los animales.	36
Estimación de los requerimientos de energía metabolizable.	36
Mantenimiento.	38
Producción de leche.	38
Cambio de peso.	38
Gestación.	39
Estimación del consumo de materia seca (CMS).	39
Descripción de las variables productivas.	40
Estimación de los parámetros de eficiencia biológica.	40
Eficiencia en la producción diaria por unidad de peso vivo.	41
Eficiencia en la producción diaria por consumo de materia seca (ECA).	41
Cálculo de la eficiencia energética bruta (EEB) y corregida por peso vivo (EEBC).	41
Cálculo de la eficiencia proteica bruta (EPB).	42
Procesamiento de la información.	42
Análisis estadístico.	42
Diseño experimental.	43

RESULTADOS Y DISCUSIÓN	44
Características productivas y de peso.	44
Producciones por unidad de peso vivo.	57
Utilización de la energía metabolizable.	59
Consumo de materia seca (CMS).	62
Eficiencia de conversión alimenticia.	66
Eficiencia bruta de utilización de la energía metabolizable y proteína cruda.	71
Carga animal y productividad por unidad de superficie.	74
CONCLUSIONES	78
BIBLIOGRAFÍA	79

INDICE DE CUADROS

CUADRO 1	Consumo de leche fluida por habitante al año, en distintos países.	8
CUADRO 2	Composición de la leche de las razas Holstein y Jersey.	10
CUADRO 3	Precios domésticos pagados a productor por litro de leche cruda en diferentes países.	13
CUADRO 4	Vacas requeridas y producción de leche potencial por aumentos en la carga animal en la Décima Región (superficie lechera de 398.000 ha), manteniendo fija una producción promedio de 3.300 litros por vaca.	16
CUADRO 5	Estimación de heterosis en Nueva Zelanda.	20
CUADRO 6	Puntaje para supervivencia de terneros.	22
CUADRO 7	Puntaje para facilidad de parto.	22
CUADRO 8	Puntaje para fertilidad de vacas.	23
CUADRO 9	Características productivas, eficiencia biológica y económica de los genotipos utilizados en Nueva Zelanda.	24
CUADRO 10	Composición química, metabolicidad de la pradera (q_m) y eficiencia de utilización de la energía metabolizable para mantención (k_m), lactancia (k_l) y cambio de peso (k_g) y movilización de reservas corporales hacia producción (k_t).	37
CUADRO 11	Producción y composición láctea, valorización energética de la producción y características de peso vivo, en vacas primíparas Frisón Neozelandés (FN), J ₁ (50% Jersey - 50% Frisón Neozelandés) y J ₂ (75% Jersey - 50% Frisón Neozelandés) a pastoreo.	45
CUADRO 12	Producciones diarias por kilogramo de peso vivo (PV), en vacas primíparas Frisón Neozelandés (FN), J ₁ (50% Jersey - 50% Frisón Neozelandés) y J ₂ (75% Jersey - 50% Frisón Neozelandés) a pastoreo.	57
CUADRO 13	Estimación de la utilización de la energía metabolizable Para cada una de las funciones biológicas.	59
CUADRO 14	Consumo diario de pradera, base materia seca, en vacas primíparas Frisón Neozelandés (FN), J ₁ (50% Jersey - 50% Frisón Neozelandés) y J ₂ (75% Jersey - 50% Frisón	62

CUADRO 15	Neozelandés) a pastoreo. Eficiencia de conversión alimenticia en vacas primíparas Frisón Neozelandés (FN), J ₁ (50% Jersey - 50% Frisón Neozelandés) y J ₂ (75% Jersey - 50% Frisón Neozelandés) a pastoreo.	66
CUADRO 16	Eficiencia bruta de utilización de la energía metabolizable y proteína cruda, en vacas primíparas Frisón Neozelandés (FN), J ₁ (50% Jersey - 50% Frisón Neozelandés) y J ₂ (75% Jersey - 50% Frisón Neozelandés), a pastoreo.	71
CUADRO 17	Carga animal, producción de leche, grasa y proteína por hectárea, factible de alcanzar en vacas primíparas Frisón Neozelandés (FN), J ₁ (50% Jersey - 50% Frisón Neozelandés) y J ₂ (75% Jersey - 25% Frisón Neozelandés) a pastoreo.	74

INDICE DE FIGURAS

FIGURA 1	Producción nacional de leche y consumo aparente de productos lácteos entre 1990 y 2004.	6
FIGURA 2	Esquema de cruzamiento rotacional con dos razas.	20
FIGURA 3	Comparación entre las razas Holstein y Jersey para porcentaje de grasa y proteína en Estados Unidos.	23

RESUMEN

Con la finalidad de evaluar el efecto de incorporar la raza Jersey a través de cruzamientos sobre la Frisona, en la eficiencia biológica para producción y composición láctea, se utilizaron tres biotipos de vacas en el primer tercio de lactancia. Estos fueron Frisón Neozelandés (FN), 50% Jersey - 50% Frisón Neozelandés (J_1) y 75% Jersey - 25% Frisón Neozelandés (J_2). La información fué recopilada durante dos períodos de 21 días. En los animales se determinó el cambio de peso vivo, producción de leche sin corregir (PLSC) y corregida a 4% de materia grasa (PLC). Cada semana se obtuvo una muestra para determinar el contenido de grasa y proteína láctea. Además, se estimó el consumo de materia seca (CMS) y requerimiento diario de Energía Metabolizable. Con el fin de caracterizar la materia seca (MS) ingerida, se recolectaron muestras de pasto. El análisis de la MS consistió en la determinación del contenido de Energía Metabolizable, Energía Bruta y Proteína Bruta.

En PLSC y PLC, hubo diferencia estadística solo entre FN y J_2 , a favor del primer biotipo. La concentración y producción de grasa láctea no fue estadísticamente distinta entre los tres biotipos. En concentración proteica hubo una superioridad de los biotipos Jersey. Sin embargo, en producción de proteína sólo hubo diferencia entre FN y J_2 , siendo FN el de mayor producción. El biotipo no influenció el contenido energético del kg de leche. No obstante, en la producción diaria de energía de las vacas FN fue significativamente mayor que la de las J_2 . Por otra parte, el peso vivo (PV), fue significativamente distinto entre FN, J_1 y J_2 . La PLSC, PLC y grasa expresadas en base al PV, no fueron distintas entre biotipos. J_2 superó significativamente a FN en producción de proteína láctea/kg de PV. El CMS absoluto sólo fue distinto entre biotipos extremos. Sin embargo, al expresar estos valores por 100 kg de PV, las diferencias no fueron significativas. Las producciones de leche y de sólidos lácteos por kg de MS no fueron distintas entre biotipos, al igual que la eficiencia energética bruta (EEB), corregida (EEBC) y proteica (EPB). A pesar del menor PV presentado por los biotipos J_1 y J_2 , la falta de una mayor eficiencia de utilización de la MS, Energía Metabolizable (EM) y Proteína Bruta (PB), impide otorgarles una mayor eficiencia biológica con respecto a la raza FN.

Palabras clave: Raza Jersey, Biotipo F_1 , eficiencia biológica, requerimientos de energía.

SUMMARY

With the purpose of evaluating the effect of incorporate the Jersey breed across crossings on Friesian breed, in biological efficiency for production and milk composition, three breeds of cows in the first third of lactation period were used. These were a Newzealand Friesian (FN), 50 % Jersey - 50 % Newzealand Friesian (J₁) and 75 % Jersey - 25 % Newzealand Friesian (J₂). The information was compiled during two periods of 21 days. In the animals, were determined the change of liveweighth, production of milk no corrected (PLSC) and corrected to 4 % of oily matter (PLC). Every week a sample was obtained to determine the content of fat and milk protein. Besides, were estimated the consumption of dry matter (CMS) and daily requirement of Metabolizable Energy. In order to characterize the dry matter ingested (MS), samples of pasture were collected. The analysis of the MS consisted of the determination of the content of Energy Metabolizable, Brute Energy and Brute Protein.

In PLSC and PLC, there was statistical difference only between FN and J₂, being this one to FN. The concentration and production of milk fat was not statistically different among three breeds. In protein concentration, there was a superiority of the Jersey breeds, principally of J₂. However, in production of protein only there was difference between FN and J₂, being FN that of major production. The breed type did not influence the energetic content of milk kilogram. However, in the daily production of energy of FN cows was significantly superior about J₂ one's. On the other hand, the liveweight (LW) was significantly different among FN, J₁ and J₂. The PLSC, PLC and fat expressed on the basis of the PV, were not different among breeds. J₂ was superior significantly to FN in milky protein production/kg PV. The absolute CMS only was different between extreme breeds. Nevertheless, when kg of PV expressed these values for 100, the differences were not significant. The productions of milk and milk solids for kg of MS were not different among breeds, as well the energetic brute efficiency (EEB), corrected (EEBC) and protein efficiency (EPB) were not different among breeds. In spite, of the minor liveweighth showed by the breeds J₁ and J₂, the lack of a major efficiency of utilization of the MS, Energy Metabolizable (EM) and Brute Protein (PB), prevents from granting a major biological efficiency to them about FN breed.

Key words: Jersey breed, F₁ Biotype, biological efficiency, energy requirements.

1. INTRODUCCIÓN

La mayoría de las explotaciones lecheras en el Sur de Chile basan su producción en sistemas semi-intensivos, siendo la Décima Región la mayor productora, debido principalmente a su ecosistema, muy favorable para el desarrollo de praderas de excelente calidad.

Elevar la carga animal de un sistema productivo es una opción interesante para lograr un incremento en la productividad por unidad de superficie, lo que contribuiría a aumentar la competitividad del sistema. Sin embargo, para poder trabajar con una carga animal alta, es necesario optimizar la producción por kilogramo de peso vivo, cobrando gran importancia para ello, el uso de razas livianas. En Chile, la estrategia ha sido distinta, ya que se ha priorizado el aumento de la producción láctea individual, sin observarse un incremento importante de la masa animal, masificándose así el uso de estirpes Holstein, caracterizadas por un alto nivel productivo. Sin embargo, esto se vería asociado a mayores costos de producción y principalmente a mayores gastos en alimentación, debido al necesario aumento de la cantidad y calidad del alimento y suplemento entregado a los animales, para permitir la exteriorización del potencial genético de la raza y mantención de su alto peso corporal.

Por estas razones, se deben considerar otros tipos raciales que difieren en características productivas y funcionales con respecto a las diferentes estirpes Holstein, algunas de las cuales, como la raza Jersey, han sido introducidas a la zona sur durante los últimos 25 años. Esta raza posee una gran precocidad, rusticidad y adaptación al pastoreo. Una de las razones para su introducción es aumentar el contenido de sólidos de la leche, aspecto que adquirirá mayor importancia si la tendencia futura en los esquemas de pago nacionales, al igual que en otros países, fuera hacia una mayor ponderación de los sólidos en desmedro del pago por volumen (Gana *et al.*, 2004).

En los sistemas de producción chilenos, sustentados fundamentalmente en lo que la pradera produce, la tendencia natural para reducir los costos de producción debería ser la concentración de partos a fines de invierno e inicio de primavera, ya que es

precisamente la época de máxima producción pratense, lográndose así la sincronización del crecimiento de las pasturas con los requerimientos alimenticios del rebaño.

No obstante, esta producción monoestacional de leche ocasiona problemas en las plantas receptoras, por quedar con una capacidad de procesamiento insatisfecha en los meses invernales. Esto ha generado en Chile, el incentivo de la producción de leche de invierno, con fuertes castigos en los precios para las producciones que se desarrollan fuera de los meses invernales.

Por esta última razón, puede ser interesante el uso de dos sistemas productivos con objetivos diferentes, haciendo uso de pariciones concentradas sólo en dos periodos del año. Pariciones a fines de invierno, con el objetivo de maximizar la producción de sólidos/hectárea en el menor volumen de leche posible, haciendo uso exclusivo de la pradera. Pariciones de otoño, con el fin de aumentar el volumen de leche producida, basándose principalmente en la utilización de recursos conservados de la pradera. Esta estrategia es válida, cuando las plantas procesadoras de leche castigan los excedentes de leche producida en primavera con respecto a la producida en invierno.

Estas condicionantes permiten visualizar en los cruzamientos interraciales una herramienta promisoriosa, tendiente a incrementar la competitividad de los sistemas pastoriles de producción, sobre todo en aquellos que persiguen maximizar la producción de sólidos lácteos por unidad de superficie.

Es por todo lo expuesto que se diseñó el presente trabajo, planteándose como objetivos conocer y comparar la *eficiencia biológica* (proporción en que la Energía Metabolizable consumida es transformada en Energía Neta de la leche), en la raza Frisón Neozelandés y los biotipos J₁ (50 % Jersey) y J₂ (75 % Jersey).

2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

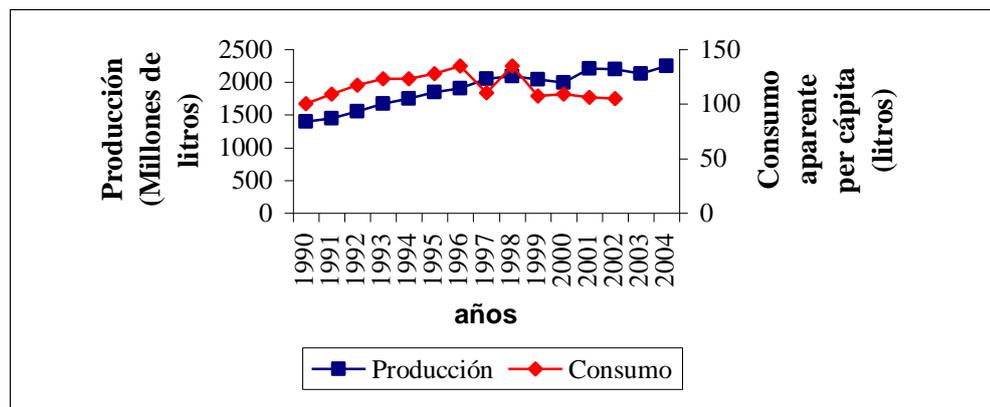
2.1. Situación del mercado de la leche en Chile.

2.1.1. Antecedentes generales. Según cifras del último Censo Nacional Agropecuario (INE, 1997), se estima que en Chile existen 615.924 vacas lecheras, ubicándose el 61,5% de ellas en la Décima Región.

Es interesante constatar que el número de vacas lecheras de la Décima Región sólo ha aumentado en un 4% entre 1981 y 1997. Esta situación se contrapone a lo ocurrido con la recepción industrial total de leche, la cual se ha incrementado en un 20 % durante este mismo período (Anrique, 1999), en 12,4% entre 1988 y 1997 y en 88,31% entre 1990 y 2004 (ODEPA, 2005). Esta diferencia indica necesariamente un aumento significativo de la producción de leche por vaca en el período considerado, que alcanzó en promedio 3.060 litros/lactancia en 1997, un 75% mayor que el promedio correspondiente a 1981 (Anrique, 1999).

Otro aspecto a destacar es que el crecimiento de la recepción entre 1989 y 1999 fue mayor que el experimentado por el consumo interno, por lo cual gradualmente el país se aproximó a un “autoabastecimiento relativo” entre 1999 y 2003 (Figura 1). Este último se caracterizó por un aumento en las exportaciones desde menos de 5% a 10% del total de la recepción nacional de leche, alcanzando así un saldo cero (exportaciones igual a importaciones) en el comercio exterior de lácteos (Anrique, 2005).

FIGURA 1. Producción nacional de leche y consumo aparente de productos lácteos entre 1990 y 2004.



FUENTE: Anrique (2005), con antecedentes ODEPA (2004).

A fines de la década de 1990, se estimó que la producción promedio por lactancia a nivel nacional fue de 3.080 litros, lo que indicaría niveles productivos aún moderados, ya que el potencial productivo por animal es mayor. Si esto se suma al hecho de que la producción/hectárea es algo inferior a la producción/vaca (relación de casi 1:1), con cargas animales promedio bajas (una vaca/hectárea, aproximadamente), debido al uso ineficiente de la superficie lechera (por una baja producción de forraje y una baja eficiencia de cosecha), se desprende que existiría un gran potencial de aumento productivo, debido a que la relación entre producción/vaca y producción/ha debiera ser a lo menos de 1:2 (Anrique, 1999).

Anrique (1999), estimó que la Décima Región tiene el potencial para producir el volumen de leche total que se produce en Chile, con sistemas de producción semi-intensivos, sin necesidad de aumentar la superficie lechera y con una cantidad de vacas similar al existente en todo el país. Lo anterior indica que Chile posee un importante potencial para aumentar la producción lechera, satisfacer la demanda doméstica e incluso generar excedentes exportables en una perspectiva de al menos diez años, si el estímulo del mercado es el adecuado.

En términos de disponibilidad de recursos (clima y suelos principalmente), Chile tiene el potencial de continuar aumentando su producción, sin necesidad de incorporar nuevas tierras o existencias ganaderas en forma masiva. Los potenciales de crecimiento en productividad podrían sustentar prácticamente la totalidad del crecimiento de la

producción en la próxima década. Esto es particularmente cierto en el sur del país, en la Décima y Novena Regiones (Vargas, 1999).

La situación productiva nacional actual es distinta a la presentada anteriormente, pero sí se cumplen las estimaciones de crecimiento planteada por los distintos autores. Según Adolfo Larraín, presidente de la Federación Nacional de Productores de Leche (FEDELECHE), el nivel productivo en lo que va del año 2006, ha superado en 9% la producción del año pasado. De acuerdo a la misma fuente, entre un 80 y 85% de la producción nacional, aproximadamente, se destina al consumo interno, y el resto se exporta. Sin embargo, a pesar de lo relevante que es el mercado interno para el sector lechero, no se debe descuidar la mantención y apertura de nuevos mercados en el exterior, debido a que el potencial productivo nacional es mayor al que es ocupado hoy en día (Larraín, 2006).

Según Larraín (2006), las mayores preocupaciones de los productores chilenos hoy en día son la disminución de las exportaciones y el aumento de las importaciones desde Argentina. Se estima que en el último trimestre del 2006 estas últimas alcanzaron los 25 millones de dólares, con un incremento de 250%, aproximadamente, con respecto a igual período del año 2005. En el período enero-marzo del 2006, los envíos al extranjero han caído en 10,7%. De acuerdo a esta fuente, una de las consecuencias importantes de esta situación es el excedente de leche que se produce en el mercado interno. En el primer trimestre existió un excedente de 25%, aproximadamente, situación que se incrementará en primavera, cuando aumente la producción, y los precios seguramente decaerán teniendo que competir con los valores que se manejan en los mercados internacionales. En consecuencia, los productores se verán obligados a trabajar fuertemente para rebajar aún más los costos de producción y poder ser más competitivos dentro del rubro (Larraín, 2006).

2.1.2. Características del mercado doméstico. Los principales productos lácteos elaborados en el país corresponden a leche en polvo, quesos y leche fluida, los cuales absorben más de dos tercios de la producción total. Esto representa una diferencia significativa con relación con otros países donde el sector productor está orientado al mercado doméstico, en que por lo general la leche fluida tiene una mayor importancia

relativa. Como se observa en el Cuadro 1, Chile presenta uno de los niveles de consumo de leche fluida más bajos en el mundo. De hecho, entre los 32 países cuyo consumo de leche fluida reporta el USDA (1998), Chile se encuentra en el lugar número 29 (Vargas, 1999). Sin embargo, Vargas (1999), también señala que el consumo nacional de productos lácteos totales alcanzó aproximadamente 145 litros por habitante en 1999.

CUADRO 1. Consumo de leche fluida por habitante al año, en distintos países.

País	Consumo (kilogramo/habitante/año)
Nueva Zelanda	115,82
España	107,84
Estados Unidos	99,40
Rusia	92,84
Brasil	76,98
Argentina	62,65
Japón	40,60
México	36,23
India	33,47
Chile	26,55

FUENTE: USDA (1998).

Debido a las diferentes distancias del principal centro consumidor del país, la Región Metropolitana, las distintas regiones lecheras del país muestran una diferenciación muy marcada con relación al destino de su producción. A nivel nacional los productos elaborados de mayor importancia son leche en polvo, quesos y leche fluida. Mientras la leche en polvo registra una estacionalidad muy marcada en su producción, alcanzando los niveles más altos en primavera y verano, los demás productos elaborados muestran un comportamiento más estable a lo largo del año. Lo anterior se acentúa al avanzar hacia el sur, llegando a la Décima Región, con una muy alta importancia relativa de la leche en polvo, y una baja importancia de la leche fluida. En esta región la leche recibida por las industrias se destina principalmente a la elaboración de leche en polvo y quesos (Vargas, 1999).

Según Vargas (1999), los antecedentes anteriores muestran patrones de comportamiento del sector bastante coherentes en el tiempo. No obstante, estos antecedentes también

indican que es probable que el sector lechero se enfrente a un cambio profundo en la estructura de incentivos, lo cual ya ha comenzado a manifestarse en algunos casos.

Así, desde hace ya algunos años, se ha estado proyectando que el consumo doméstico crecería más lento que la producción doméstica, llevando al país a una situación de autoabastecimiento. Es necesario señalar que autoabastecimiento no significa que dejen de registrarse importaciones, sino más bien que el volumen de importaciones será igual que el volumen de exportaciones. Debido a diferencias entre tipos de productos y disponibilidad estacional, en una situación de autoabastecimiento o de exportaciones netas seguirá habiendo importaciones (Vargas, 1999).

En cuanto a las diferencias composicionales que presenta la leche, Vargas (1999), sostiene que así como las diferencias del balance de producción y consumo varían entre estaciones, también son diferentes según el componente de la leche de que se trate. Considerando que la leche fluida representa una proporción menor de la producción de leche nacional, los principales usos de la leche llevan a considerar como más relevante el contenido de sólidos de la misma. Entre los sólidos totales, la grasa y la proteína son los de mayor importancia. Productos como los quesos y la leche en polvo descremada valoran la proteína en mayor magnitud, mientras que el balance de producción y consumo de productos como mantequilla y "*butter oil*" dependen directamente del precio y disponibilidad de grasa.

Por otra parte, debido a las diferencias composicionales de la leche y la demanda doméstica por los diferentes productos elaborados, se pueden encontrar diferencias entre componentes en relación al superávit o déficit. Por ejemplo, en la actualidad el país muestra un autoabastecimiento de grasas lácteas, expresado en importaciones mínimas de mantequilla y "*butter oil*", mientras que es deficitario en proteínas, lo que se expresa en las mayores importaciones de quesos y leche en polvo, especialmente descremada, en 1997 y 1998. Es así como se podrían encontrar situaciones en las cuales el precio de un componente (por ejemplo, proteína), esté determinado por el costo de importación, mientras que otro componente (por ejemplo, grasa), esté determinado por el precio de exportación. Una situación de esta naturaleza llevaría a un precio relativo proteína/grasa marcadamente a favor del primero (Vargas, 1999).

2.1.3. Situación actual del pago de leche. Para poder conocer los factores que determinan el precio ofrecido por las plantas procesadoras a los productores de leche en Chile, es necesario comprender el concepto de “*Calidad composicional de la leche*” (sólo se definirá la *calidad composicional* dejando de lado los conceptos de *calidad higiénica y sanitaria*, por no tener una mayor relación con los principales objetivos de este trabajo). Latrille (1999) entrega una definición propuesta por Corbellini (1997). Este término dice relación con los constituyentes de la leche, principalmente su contenido de proteína, lactosa, grasa, minerales y vitaminas, que en su conjunto representan los sólidos totales. La cantidad de sólidos totales varía entre razas, pero fluctúa entre 12 y 15%; así, la leche contiene entre un 85 y 88% de agua. Entre los sólidos de la leche los más importantes por su concentración son la materia grasa, las proteínas y la lactosa (Latrille, 1999).

Entre los componentes principales de la leche, es el porcentaje de materia grasa el que más varía. La raza es una fuente importante de variación del contenido de grasa en la leche. En el Cuadro 2 se presenta la variación de la composición de la leche para las razas lecheras más comunes. Es evidente que es posible alterar tanto la cantidad de grasa producida como su porcentaje en la leche por manipulación genética, efecto que puede ser desde relativamente menor (selección de reproductores mejoradores de grasa, dentro de una raza), hasta el uso de cruzamientos entre razas, aprovechando las diferencias existentes entre ellas. Dentro de una raza, la alimentación es un importante factor de variación de la cantidad de grasa (Latrille, 1999).

CUADRO 2. Composición de la leche de las razas Holstein y Jersey (%).

Raza	PC ¹	PV ²	Caseína	Grasa	Lactosa
Holstein	3,22 ± 0,45	3,07 ± 0,43	2,53 ± 0,40	3,73 ± 0,32	4,93 ± 0,61
Jersey	4,22 ± 0,51	4,07 ± 0,49	3,39 ± 0,40	5,42 ± 0,53	4,99 ± 0,34

¹ PC: Proteína Cruda.

² PV: Proteína Verdadera.

FUENTE: De Peters y Cant (1991), citado por Latrille (1999).

Otro aspecto de primera importancia es la estacionalidad de la producción. Debido a que la producción nacional está orientada al consumo doméstico, y a que éste es parejo durante todo el año, la industria ha buscado e incentivado una menor estacionalidad en

la producción de materia prima, principalmente a través de políticas de incentivo de precios. Esto ha llevado a la incorporación de tecnologías y desarrollo de sistemas productivos de menor estacionalidad, lo que se ha reflejado en forma consistente en la recepción nacional (Vargas, 1999).

Por otra parte, no todas las empresas del sector y sus diferentes plantas procesadoras poseen iguales incentivos económicos para pagar por la materia prima, según sus características de estacionalidad y composición. Algunas empresas muestran una cartera de productos con mayor énfasis en productos transables a nivel internacional (mantequilla, leche en polvo, algunos quesos, “*butter oil*”), donde los contenidos de sólidos (proteína y/o grasa), son importantes, mientras que otras empresas están más orientadas a productos frescos no transables¹ a nivel internacional (leche fluida, yogur, postres). Así mismo, algunas empresas fabrican productos internacionalmente transables, más fáciles de almacenar que otros (por ejemplo, leche en polvo *vs.* quesos). Según sean las diferencias en las carteras de productos que cada empresa maneja y que cada una de las plantas elabora, cada empresa y planta valorará de diferente forma la estacionalidad y composición de la leche cruda que compra (Vargas, 1999).

Vargas (1999), también señala que la leche tendrá un valor diferente para cada empresa, dependiendo de los productos que elabora (leche fluida, quesos, leche en polvo, etc), puesto que cada producto enfrenta diferentes situaciones de mercado y posibilidades de almacenaje. En teoría ésto conduciría a que cada empresa definiera precios e incentivos de forma diferente. Sin embargo, las empresas no son independientes entre sí a la hora de definir los incentivos de precios, sino que están compitiendo entre ellas. Dado que son pocas las empresas que participan en este mercado, las decisiones de una repercuten directamente sobre las posibilidades de otra empresa. En consecuencia, además de considerar el valor económico que la materia prima tiene para cada una, las empresas deben ajustarse al comportamiento de sus competidores.

En segundo término, no resulta factible para las empresas conocer *a priori* el comportamiento de la demanda de productos lácteos y de la oferta de materia prima.

¹ En términos generales, estos productos se consideran no transables debido al alto costo del transporte en relación al valor del producto, o que no son posibles de elaborar o reconstituir a partir de alguna materia prima que sí sea transables. Es posible observar algunas excepciones, como transacciones de leche larga vida.

Los precios internacionales con alta volatilidad afectan la demanda de productos elaborados por la industria en forma impredecible, mientras que los fenómenos climáticos afectan la oferta de la misma forma. Esta incertidumbre impide una definición clara y transparente del valor que la leche tendrá para cada empresa durante la temporada (Vargas, 1999).

La calidad composicional es uno de los factores que la industria toma en cuenta para el pago de la leche cruda. En general, todas las empresas consideran el contenido de grasa con un rango de precios relativamente estrecho (entre 500 y 850 \$/kg). Algunas empresas no pagan por el contenido de proteína; entre las que pagan por proteína destacan algunas plantas de Nestlé, Colún y en menor grado Cafra y Soalva, que pagan los mayores precios (\$1.500 a \$800 por kg de proteína, respectivamente).

Entre las empresas que pagan por proteína, todas valoran más este componente que la grasa. La mayoría de las empresas que bonifican por proteína, también castigan si los niveles son inferiores a los límites establecidos (Latrille, 1999).

Un análisis de la situación de calidad composicional en Chile indica que, al menos en las Regiones Octava y Décima, los agricultores más grandes producen leche que excede los límites mínimos establecidos por todas las empresas para la grasa (30 g/l) y, generalmente, también satisfacen los límites mínimos de proteína (que fluctúan entre 30 y 32 g/l entre empresas). Sin embargo, es en la época invernal, donde estos promedios de proteína tienden a ser inferiores a los exigidos para recibir bonificación (Latrille, 1999).

Una limitante importante que existe en Chile para mejorar la calidad composicional de la leche, desde el punto de vista genético, es que los toros nacionales en su mayoría sólo cuentan con pruebas de progenie para materia grasa (kg o %) y no para proteína (kg o %). Además, prácticamente hay una raza doble propósito predominante, en sus variantes (negra o roja), además de la raza Holstein Friesian, de origen Americano o Canadiense, las cuales no se destacan por el contenido de sólidos en su leche (Latrille, 1999).

Otro factor que determina en forma importante el precio, aparte de la calidad, es la estacionalidad. La mayoría de las empresas analizadas en el trabajo de Latrille (1999),

con sólo tres excepciones, bonifican por estacionalidades bajas. La importancia de esta bonificación puede llegar hasta 40 o 45%, como porcentaje del precio base de la leche.

Por otra parte, el efecto que pueden haber tenido los esquemas de pago que favorecen una estacionalidad reducida, sobre el interés de los productores en establecer sistemas de producción estacionales, particularmente en la Décima Región, no está claramente estudiado, pero parece indudable que han tendido a desincentivarlos debido al efecto negativo importante sobre el precio que tiene el no producir leche en invierno. Además, es pertinente señalar que los esquemas de pago no son de alta permanencia en el tiempo y pueden variar entre plantas de una misma industria procesadora (Latrille, 1999).

2.1.4. Competitividad de la producción lechera nacional. El sector lechero chileno es competitivo, en la medida que es capaz de acrecentar su volumen de producción y participación de mercado, manteniendo un pago adecuado al empleo, retorno al capital y a la administración, que lo hagan sostenible económicamente (debe también incluirse las implicancias de la competencia desleal), (Vargas, 1999).

Vargas (1999), también señala que el mercado internacional de productos lácteos se caracteriza por estar altamente distorsionado por las políticas de los países desarrollados, como los de la Unión Europea y Estados Unidos, principalmente. De esta misma forma, los precios recibidos por los actores en diferentes países muestran un altísimo rango de diferencia.

CUADRO 3. Precios domésticos pagados a productor por litro de leche cruda en diferentes países.

US\$ centavos / litro	Países
41	Jordania, Japón
36 - 40	Canadá, Israel, Dinamarca, Guatemala
31 - 35	Holanda, Inglaterra, Irlanda, Francia
26 - 30	EE.UU., Sudáfrica, Venezuela, Zimbabwe
21 - 25	Rusia, Brasil, Chile, Nicaragua
20 o menos	Nueva Zelanda, Uruguay, Australia, India, Argentina

FUENTE: Vargas (1999), con antecedentes FAO (1998).

Es interesante destacar que entre 1990 y 1997 las exportaciones mundiales de productos lácteos crecieron en aproximadamente un 20%, motivadas fundamentalmente por un incremento en las importaciones de los países asiáticos. Los mercados son muy sensibles a pequeños cambios en la producción y consumo de los principales actores del comercio internacional (Vargas, 1999).

En una perspectiva de mediano y largo plazo, los precios de los productos lácteos en los mercados internacionales deberían mostrar una tendencia al alza, y debería continuar la tendencia en la que los países más competitivos continúen desplazando a los países más caros en las exportaciones mundiales. En la medida que los mercados internacionales vayan despejando las distorsiones que los afectan, los precios internacionales deberían mostrar un mayor nivel y una mayor estabilidad; el precio de la leche cruda promedio se debería situar en niveles superiores a los 25 US\$ centavos/litro (Vargas, 1999).

Al analizar los precios pagados a productor en distintos países (Cuadro 3), los recursos productivos disponibles, y los costos de producción de la leche en Chile, es posible afirmar que en mercados internacionales abiertos y competitivos, Chile tiene el potencial para abastecer completamente su demanda doméstica y, muy probablemente, para realizar exportaciones significativas a otros países de la región. En consecuencia, bajo la definición de competitividad que establece la condición de una competencia leal, se puede concluir que Chile sí es competitivo en su producción de leche (Vargas, 1999).

Sin embargo, esta situación de mercado abierto y competitivo no es realista, al menos en un plazo de diez años. Por lo tanto, es necesario analizar la competitividad de sector lechero chileno en el marco de un comercio internacional distorsionado. De no producirse un incremento sustancial en el consumo, particularmente de leche fluida en el mercado doméstico nacional, el sector lechero chileno debe enfrentarse a competir con mayor intensidad en el mercado de “*commodities*” (especialmente leches en polvo y quesos), principalmente en los mercados de exportación, lo cual implica la necesidad de contar con materia prima a menores costos de producción (Vargas, 1999).

Por otra parte, la capacidad de competir en el mercado doméstico y de exportación también está relacionada con las características composicionales de la leche. La producción actual es considerada suficiente para cubrir los requerimientos de leche

fluida y grasa láctea. El crecimiento de la producción sería destinado a productos con bajo contenido de agua y alto contenido de proteínas (por ejemplo leche entera y quesos). El mejoramiento genético y la configuración de sistemas productivos más competitivos en el largo plazo deberían favorecer, al menos parcialmente, la producción de leche con mayor contenido de sólidos, particularmente de proteína (Vargas, 1999).

El mejoramiento genético de la composición de la leche, el desarrollo y la evaluación de mejoras de los sistemas de producción, incorporando de manera generalizada la gestión técnico-económica, son también aspectos prioritarios. No hay duda que la alta intensidad de la investigación, la adecuada organización de ésta y la implementación de instituciones especializadas en los diversos aspectos que inciden en la producción de leche, confieren una muy importante ventaja comparativa a países como Nueva Zelanda y Australia. Chile debe, en la medida de sus posibilidades, mejorar significativamente sus capacidades en estos aspectos, además de aumentar sus índices de eficiencia, entendiéndose por esto, el minimizar sus costos de producción (Latrille, 1999).

2.2. Importancia de la producción de leche por hectárea, carga animal y utilización de praderas en la zona sur (Novena y Décima Regiones).

En un predio lechero donde la única fuente de alimentación es la pradera, una medida importante del comportamiento productivo es la producción de leche/ha. Este índice de eficiencia técnica depende de la carga animal y de la producción de leche/vaca. Hay mucha evidencia experimental que demuestra que a medida que aumenta la carga animal, disminuye la producción/vaca. Pero, a pesar de esto, aumenta la producción/hectárea al incrementar la carga animal, porque una mayor proporción del forraje producido es cosechado por las vacas y no se permite que se acumule, muera, disminuya de valor nutritivo y eventualmente desaparezca por descomposición (Bryant, 1995).

Debido a la alta importancia de los índices de eficiencia técnica dentro de la producción total, es conveniente realizar un análisis más detallado de la situación de la Décima Región; se estima que la superficie destinada directamente a la producción de leche en

esa región es de en 398 mil hectáreas, con una productividad de 3.300 litros de leche/ha/vaca (Vargas, 1999).

La información proporcionada en el Cuadro 4, plantea un ejercicio teórico que permite visualizar el potencial productivo de la Décima Región. En éste se mantiene fija la productividad/vaca en 3.300 litros, y se estima la producción total de la región que podría obtenerse al aumentar la carga animal/ha. Al aumentar en un 60% la producción/ha, la Décima Región pasaría a producir casi el equivalente a la producción nacional (Vargas, 1999).

CUADRO 4. Vacas requeridas y producción de leche potencial por aumentos en la carga animal en la Décima Región (superficie lechera de 398.000 ha), manteniendo fija una producción promedio de 3.300 litros por vaca.

Carga Animal Vacas/ha	Producción Total (Mil litros)	Vacas Lecheras Requeridas	Litros/ha
1	1.313.400	398.000	3.300
1,2	1.576.080	477.600	3.960
1,4	1.838.760	557.200	4.620
1,6	2.101.440	636.800	5.280

FUENTE: Vargas (1999).

Las estimaciones anteriores muestran que la Décima Región podría llegar a duplicar su producción, sin requerir avances tecnológicos de importancia, tan sólo por aumentos en la productividad de la superficie actualmente destinada a lechería (Vargas, 1999).

Según Bryant (1995), datos de un ensayo reciente en Nueva Zelanda, que involucró ocho rebaños con una serie de cargas animales, pueden ilustrar la importancia que adquiere la carga animal en el comportamiento productivo de un predio. Al aumentar la carga animal de 2,5 a 4,5 vacas/ha, la producción de leche/vaca disminuyó de 5.000 a 3.400 litros. A pesar de esto, las producciones/hectárea aumentaron de 12.000 a 15.000 litros. Esta relación, según el autor, significa que las lecherías de mayor producción tienen una carga animal mayor al promedio de las lecherías de la zona y una producción de leche/vaca que es baja de acuerdo a los estándares internacionales.

En cuanto a la forma de utilización de las praderas para la producción láctea, ésta se realiza preferentemente a través de pastoreo directo (aproximadamente en el 90% de los casos en promedio), pero siempre se observa una tendencia a que la importancia del pastoreo disminuya al aumentar el tamaño de la lechería, haciéndose más predominante el uso como corte. Sin embargo, la forma de utilización del recurso (pastoreo, soiling o forraje conservado como heno o ensilaje), tiene un efecto significativo en el costo unitario (kg de materia seca), siendo el costo del forraje pastoreado aproximadamente la mitad respecto del mismo forraje conservado (Vargas, 1999).

Considerando el gran impacto del costo de alimentación en los costos totales de la producción láctea, Latrille (1999) concluye que los menores costos de la producción de forrajes, en relación a los de otro tipo de alimentos, indican la importancia de priorizar los esfuerzos en el desarrollo de técnicas que permitan mejorar la producción, manejo y utilización de las praderas.

Por otra parte, dadas las características actuales del sector lechero en Chile, no parece apropiado proponer sistemas que se basen exclusivamente en el pastoreo directo de las praderas, lo que sería técnicamente factible, sobre todo en la Décima Región. Esta alternativa, aunque probablemente generaría el menor costo de producción, se traduciría también en una alta estacionalidad. En cualquier caso parece como muy conveniente, para lograr bajos costos de producción, recomendar utilizar siempre la pradera de pastoreo directo como base de la alimentación, y los forrajes conservados y cultivos forrajeros como un importante complemento en los períodos en que el pastoreo directo no es suficiente (Anrique *et al.*, 1999).

2.3. Eficiencia de conversión del alimento y factores que la determinan.

Además del biotipo, efecto que refleja diferencias en el potencial genético, la eficiencia de conversión alimenticia (ECA), está determinada por otros factores propios del animal, así como también de la pradera a la que éste accede. Entre los primeros, la etapa de lactancia, el tamaño y el cambio de peso vivo juegan un papel relevante, ya que determinan la importancia relativa de las diferentes vías de utilización de la Energía Metabolizable ingerida (González *et al.*, 2005a).

Veerkamp y Koenen (1999) demostraron que existen importantes interrelaciones entre la etapa de lactancia, producción de leche, peso vivo y condición corporal. El animal moviliza reservas corporales a medida que avanza la lactancia, especialmente en el peak productivo. Esta situación se debe a que el balance energético se hace negativo, como resultado de un desfase entre la producción de leche y la capacidad de consumo (Latrille, 1993). A medida que la lactancia va finalizando, la vaca comienza nuevamente a recuperar las reservas ocupadas y la conversión del alimento en leche se hace menos eficiente (González *et al.*, 2005a).

Otro aspecto que determina la magnitud de la eficiencia de conversión del alimento, se asocia a las diferencias en el peso vivo entre animales genéticamente distintos. El menor tamaño, por ejemplo, de vacas F₁ (50% Frisón Neozelandés - 50% Jersey), y consiguientemente sus menores costos de mantención, son un factor importante para explicar las mayores eficiencias de conversión de los animales de menor peso vivo. Por otra parte, a consecuencia del mayor cambio de peso vivo, por ejemplo el experimentado por vacas Frisón Neozelandés (FN), en el ensayo de González *et al.* (2005a), comparadas con vacas F₁ (50% Frisón Neozelandés - 50% Jersey) del mismo trabajo, las primeras derivan a esa función una mayor proporción de la energía metabolizable ingerida. En este ensayo se utilizaron hembras de primer parto, de dos años de edad, las que en los últimos períodos experimentales, principalmente, aumentaron considerablemente de peso. Este hecho es producto del crecimiento propio de animales de esa edad, así como de la necesidad de reponer las reservas corporales movilizadas durante la lactancia inicial. Un ensayo similar, pero con vacas adultas que no posean este efecto de crecimiento, podría dar mayor información respecto de este aspecto, fundamental al momento de comparar la eficiencia biológica (González *et al.*, 2005a).

2.4. Cruzamiento entre razas y productividad en el ganado lechero.

2.4.1. Objetivo. El objetivo primario de mejorar genéticamente el ganado lechero es aumentar la eficiencia en la producción de leche. El fácil acceso a material genético de todas partes del mundo, junto con la estandarización de las evaluaciones genéticas (Interbull) y la fuerte competencia entre razas (Holstein, Jersey, Brown Swiss, etc), son

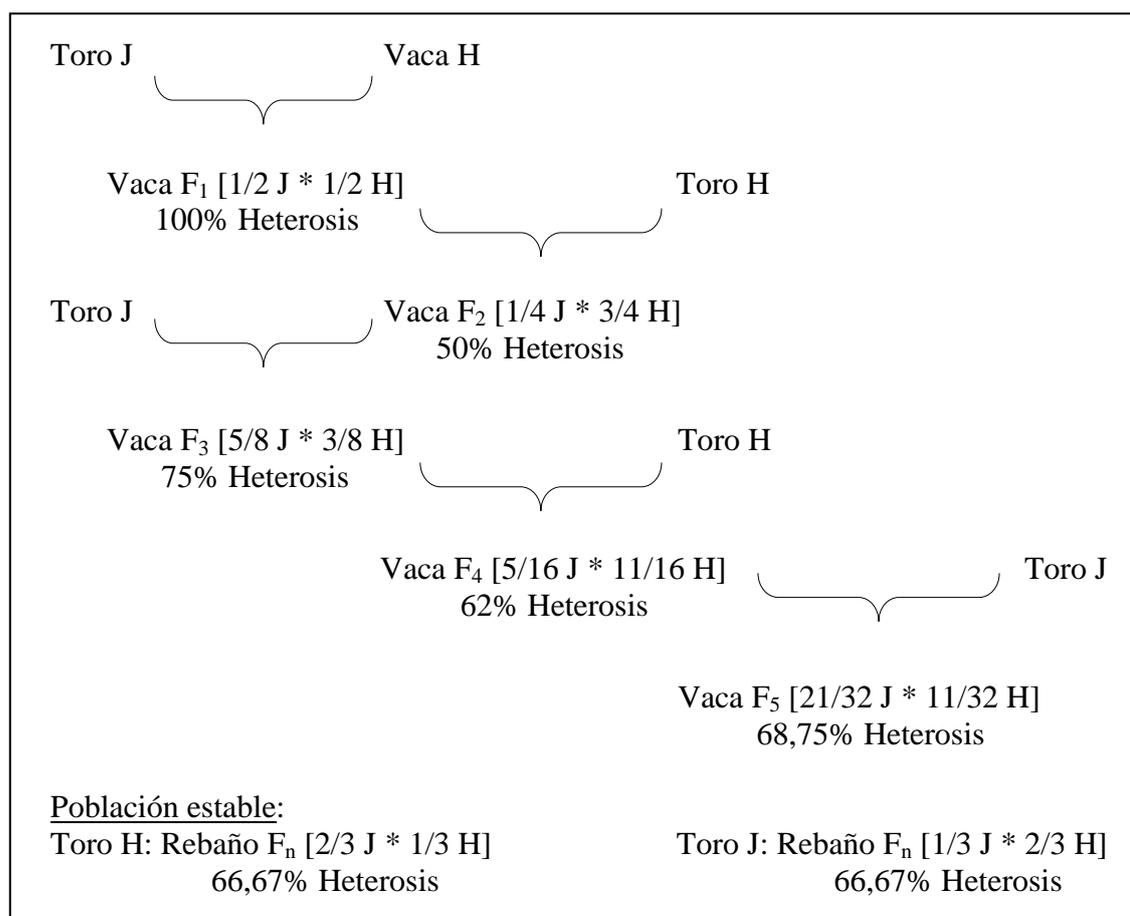
factores que han hecho del cruzamiento entre razas una opción cada vez más viable (Caraviello, 2004).

Por otra parte, la cantidad de sólidos (grasa y proteína) en la leche es cada vez más importante, ya que los precios alcanzados por ésta están altamente influenciados por la composición de la misma. En este mismo sentido, el cruzamiento es una alternativa para mejorar la composición de la leche, además de la salud, fertilidad y supervivencia de los animales, puesto que las diferencias entre razas son mayores que dentro de una misma raza y, por lo tanto, se pueden lograr mayores beneficios por la heterosis lograda en el cruzamiento (Caraviello, 2004).

2.4.2. Cruzamiento rotacional doble o entre dos razas (criscrossing). En un cruzamiento rotacional, cualquiera sea el número de estirpes involucradas, siempre se usan razas puras en forma alternada a través de la vía paterna. Las hembras reproductoras son, por el contrario, mestizas originadas a partir de los nacimientos ocurridos en la generación inmediatamente anterior, lo cual permite retener un porcentaje importante de la heterosis individual y materna (Magofke y García, 2003).

El cruzamiento rotacional doble es uno de los esquemas utilizados para producir animales de reemplazo y es quizá la opción más viable en muchos sistemas productivos (Caraviello, 2004). Un ejemplo de este tipo de cruzamiento es el realizado con toros Jersey y vacas Holstein; éste generará una progenie (F_1) 50% Jersey - 50% Holstein, con total expresión del vigor híbrido (Caraviello, 2004). El mismo autor señala que el uso de las vacas F_1 inseminadas con toros Holstein generará una progenie 75% Holstein - 25% Jersey; la retrocruza con Jersey en la próxima generación generará 62,5% Jersey - 37,5% Holstein y tres cuartos del vigor híbrido inicial. Así mismo, luego de muchas generaciones todos los animales serán 67% Holstein - 33% Jersey o 67% Jersey - 33% Holstein, dependiendo de la generación y dos tercios del vigor híbrido inicial (Figura 2).

FIGURA 2. Esquema de cruzamiento rotacional con dos razas.



FUENTE: Adaptado de Caraviello (2004) y López-Villalobos y Garrick (2005).

Los valores de heterosis estimados en Nueva Zelanda para el ganado HF x J, en algunas características productivas se muestran en el Cuadro 5.

CUADRO 5. Estimación de heterosis en Nueva Zelanda.

	HF x J
Leche (Ls)	139
Grasa (kg)	7,7
Proteína (kg)	5,5
Peso vivo (kg)	9,4
Fertilidad (%)	3,4
Longevidad (ds)	227

FUENTE: López-Villalobos y Garrick (2005).

2.4.3. Consideraciones en los programas de cruzamiento con ganado Jersey. La mayor parte de la experiencia en cruzamientos lecheros viene de países como Nueva Zelanda, donde más de 20% de los animales lecheros registrados son cruza entre Holstein y Jersey. Sin embargo, la especificidad, el ambiente y las condiciones de manejo en Nueva Zelanda hacen difícil extrapolar sus resultados a otros países (Caraviello, 2004).

Por otra parte, Magofke y González (2004), señalan que la contribución de la raza Jersey, en los distintos escenarios, incluso en los más promisorios, es marginal, a pesar de que los resultados obtenidos en diversos trabajos realizados en Chile son alentadores. Esta afirmación es muy distinta de las realizadas en Nueva Zelanda, debido a que en ambos países se valora de manera distinta los sólidos lácteos. Por este motivo, la mayor eficiencia biológica posible de obtener en el país con la implementación de cruzamientos que incorporan a la raza Jersey, actualmente no se ve adecuadamente reflejada en los beneficios económicos. Los autores señalan que en el corto plazo difícilmente se puede esperar un cambio en la política de precios de las industrias lecheras chilenas.

Según González *et al.* (2005a), la perspectiva de las exportaciones de productos lácteos hace posible esperar, en el mediano plazo, que los pagos empiecen a asimilarse al precio internacional de los sólidos lácteos.

2.5. La raza Jersey.

2.5.1. Características reproductivas. La supervivencia de terneros es más baja en la raza Jersey que en la Holstein (Cuadro 6). Este carácter es influenciado tanto por efectos directos (genotipo del ternero), como maternos (genotipo de la madre). La primera generación tendría la totalidad del vigor híbrido individual, pero los efectos maternos provendrían de una de las razas puras paternas. La segunda generación tendría la mitad del vigor híbrido inicial para los efectos no maternos y la totalidad del vigor híbrido para los efectos maternos. Los resultados presentados en el Cuadro 6 sugieren que las diferencias entre razas y el vigor híbrido son factores importantes que afectan la

supervivencia de los terneros, porque las razas puras tienen peor desempeño que los animales provenientes de un cruzamiento (Caraviello, 2004).

CUADRO 6. Puntaje para supervivencia de terneros.

Toro	Madre	Puntaje
Jersey	Jersey	2,2
Jersey	Cruza Jersey x Holstein	2,7
Holstein	Holstein	2,9
Holstein	Cruza Jersey x Holstein	3,2
Jersey	Holstein	3,3
Holstein	Jersey	3,6

Escala: 1 (pobre supervivencia) a 5 (excelente supervivencia).
FUENTE: Caraviello (2004).

La facilidad de parto es también una característica relevante en el ganado Holstein. Según Caraviello (2004), las diferencias entre razas son claras para este carácter, por ejemplo, los animales Jersey casi nunca tienen problemas al parto (Cuadro 7).

CUADRO 7. Puntaje para facilidad de parto.

Toro	Madre	Puntaje
Holstein	Holstein	2,2
Holstein	Madres cruza	2,9
Holstein	Jersey	3,6

Escala: 1 (muchos problemas) a 5 (pocos problemas).
FUENTE: Caraviello (2004).

En lo referido a caracteres asociados con el desempeño reproductivo (un aspecto crítico en la industria lechera), la mejora mediante selección convencional ha sido lenta debido a la baja heredabilidad y a la desfavorable respuesta correlacionada con el incremento en la productividad por animal. Los resultados presentados en Cuadro 8 muestran que la fertilidad de animales cruza fue ligeramente superior a la raza parental Holstein; mas aún, la superioridad en fertilidad de las vacas Jersey hace a esta raza más resistente a la eliminación involuntaria comparada con la Holstein, aún cuando la Jersey produce más

leche (corregido por energía), por unidad de peso vivo que las Holstein (Caraviello, 2004).

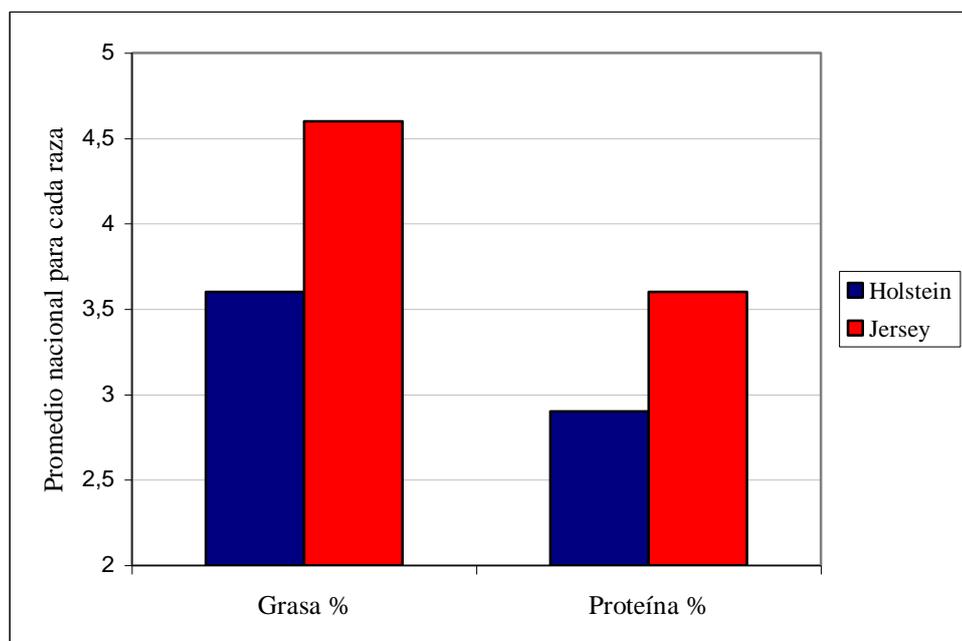
CUADRO 8. Puntaje para fertilidad de vacas.

Toro	Puntaje
Holstein pura	2,6
Cruza Holstein Jersey	3,2
Jersey pura	3,6

Escala: 1 (pobre fertilidad) a 5 (excelente fertilidad).
 FUENTE: Caraviello (2004).

2.5.2. Características productivas. En composición láctea, hay una gran diferencia entre vacas Jersey y Holstein (Figura 3), lo que es de gran importancia para la industria quesera y determina el precio de la leche en varios mercados (Caraviello, 2004). Según el mismo autor, esto hace el cruzamiento más beneficioso en mercados donde hay un interés sustancial por el contenido de grasa y proteína de la leche.

FIGURA 3. Comparación entre las razas Holstein y Jersey para porcentaje de grasa y proteína en Estados Unidos.



FUENTE: Caraviello (2004).

Aun cuando la producción individual de leche de la raza Jersey es menor que la de la Holstein, su menor peso vivo unido a una alta concentración de proteína y sobre todo de grasa láctea, le permite mostrar una mayor eficiencia biológica con respecto al Holstein, en los sistemas de producción pastoriles predominantes en Nueva Zelanda (Glassey y McPherson, 1993; citado por Magofke y González, 2004).

Holmes *et al.* (1989), citados por Magofke y González (2004), basados en la información experimental disponible, señalan que los tenores grasos, proteicos y de lactosa en la leche producida por el Holstein y el Jersey neozelandés son de 4,7% y 5,8% para grasa, 3,6% y 4,0% para proteína y de 4,9% y 5,1% para lactosa, respectivamente. A partir de estos valores, los autores estiman, que un litro de leche Holstein, contiene similar energía que la obtenida en 0,87 litros de leche Jersey.

López-Villalobos y Garrick (2005), describen la mayoría de las características productivas del ganado neozelandés (Cuadro 9).

CUADRO 9. Características productivas, eficiencia biológica y económica de los genotipos utilizados en Nueva Zelanda.

	Holstein-Friesian	Jersey	Holstein-Friesian x Jersey
Nº vacas en lactancia	1.956.461	562.290	1.009.041
Duración lactancia (ds)	219	223	222
Producción de leche (L)	4.167	2.974	3.729
Producción de grasa (kg)	183	173	187
Producción de proteína (kg)	146	122	141
Concentración de grasa (%)	4,4	5,7	5,0
Concentración de proteína (%)	3,5	4,1	3,7
Peso vivo (kg)	490	378	444
MS requerida de pradera (kg)	4.454	3.732	4.234
ECA ¹	73,9	79,1	77,5
Eficiencia biológica ²	3,16	3,44	3,39
Eficiencia económica ³	126	132	146

¹ Eficiencia de conversión alimenticia: kg de sólidos lácteos producidos/tonelada de MS consumida.

² kg de sólidos lácteos producidos/kg de peso metabolizable.

³ Ingreso neto/hectárea.

FUENTE: López-Villalobos y Garrick (2005).

2.5.3. Jersey, experiencia en el mundo. Los estudios de Bryant *et al.* (1985), Gibson (1986) y L`Huillier *et al.* (1988), demuestran que las vacas Frisonas producen más leche y sólidos lácteos por vaca con relación a las Jersey. Sin embargo, la comparación de los datos en eficiencia de conversión del alimento (ECA), entre estas dos razas, muestra resultados variables en los mismos y otros trabajos.

Por ejemplo, Bryant *et al.* (1985) concluyeron que la mayor producción individual de sólidos lácteos y leche de las vacas Frisonas, es el resultado de una mayor eficiencia de conversión y no de un mayor consumo de alimento. Sin embargo, L`Huillier *et al.* (1988) atribuyen esta condición exclusivamente a los mayores consumos de materia seca (CMS); presentados por las vacas Frisonas. A pesar de las menores producciones individuales de las vacas Jersey con respecto a las Frisonas, la ECA para producción de grasa láctea, la eficiencia de utilización de la Energía Metabolizable del alimento y el CMS por unidad de peso vivo son mayores en las vacas Jersey y, en consecuencia, esto permite que logren mayores producciones/ha que las vacas Frisonas (L`Huillier *et al.*, 1988).

Gibson (1986) estableció que las vacas Frisonas son más eficientes que las Jersey en producir leche (23% más), pero no mucho más eficientes en producir grasa, proteína y energía láctea (2% más). Por su parte, Blake *et al.* (1986) fundamentan que no existe una ventaja comparativa de la ECA en vacas Jersey, a pesar de la mayor movilización de reservas corporales hacia producción de leche que presenta esta raza, en comparación con las Frisonas.

En un estudio tendiente a evaluar la eficiencia de conversión, consumo de pradera y diferentes variables productivas en vacas primíparas Jersey y Frisonas, realizado por Mackle *et al.* (1996), se concluyó que la ECA, la utilización de la energía metabolizable (EM) y el CMS por unidad de peso vivo de las vacas Jersey primíparas de dos años de edad, fueron mayores en comparación con las Frisonas bajo las mismas condiciones. Esto explicaría que las primeras logran mayores producciones/ha. En este mismo estudio las vacas Jersey fueron 16,2% más eficientes en transformar la Energía Metabolizable ingerida desde el alimento en Energía Metabolizable contenida en la leche. También fueron más eficientes en convertir la MS aportada por la pradera en kg de leche corregida por sólidos (SCM), en un 9,4%, sólidos lácteos (SL), en un 12,2% y

grasa láctea, en un 17,9%. Esto se debería principalmente a la mayor eficiencia, presentada por esta raza, para producción de grasa láctea/unidad de pradera consumida (kg de materia seca).

La repartición de la Energía Bruta (EB) a Energía Digestible (ED) y a Energía Metabolizable (EM), no fue distinta entre vacas Jersey y Frisonas, pero estas últimas presentaron un mayor incremento calórico (IC), es decir, derivaron mayor cantidad de energía a calor. La mayor eficiencia de utilización de la Energía Metabolizable (EM) contenida en el alimento para la producción láctea y de tejidos corporales exhibida por las vacas Jersey, puede ser consecuencia de esta última situación (L`Huillier *et al.*, 1988). Por otra parte, las vacas Jersey presentan una mayor habilidad y capacidad para consumir más alimento por unidad de peso vivo (PV), en comparación con las vacas Frisonas. Esta diferencia puede deberse a un mayor volumen del Retículo-Rumen, 32 y 23 litros cada 100 kg de peso vivo (PV), respectivamente (Taylor *et al.*, 1986).

Mackle *et al.* (1996) también observaron en comparación a las Jersey, que las vacas Frisonas tuvieron una mayor producción individual de leche corregida por sólidos durante los primeros 200 días de lactancia, mayores producciones diarias de proteína y lactosa, presentando además una lactancia más larga; por lo que superaron a las Jersey en producción de leche, sólidos lácteos, proteína y grasa láctea durante toda la lactancia. Además, las vacas Frisonas consumieron consistentemente entre 1,5 y 2,4 veces más kg de MS diariamente durante toda la lactancia; sin embargo, al expresar estos resultados como MS por kg de PV, las vacas Jersey mostraron un mayor consumo, aunque estas diferencias no fueron significativas entre razas, al expresar el consumo de MS como una proporción del peso metabólico.

En este mismo estudio (Mackle *et al.*, 1996) también se determinó que cuando la producción de sólidos lácteos se analiza en términos de la MS consumida, las vacas Jersey superan a las Frisonas durante toda la lactancia, debido a la mayor eficiencia productiva de grasa láctea/unidad de MS consumida y no a la eficiencia para producción proteica, ya que esta última no difiere entre razas. Así mismo, la eficiencia de conversión de la Energía Metabolizable consumida desde la pradera en energía láctea fue mayor en las vacas Jersey; sin embargo, no hubo diferencias raciales en la eficiencia

de utilización de la proteína consumida desde la pradera en proteína láctea (Mackle *et al.*, 1996).

Oldenbroek (1986), citado por Mackle *et al.* (1996), fundamenta que la energía contenida en la leche, como una proporción de la Energía Neta (EN) de la dieta, es mayor en las vacas Jersey que en las Frisonas: 65% y 56%, respectivamente. Las vacas Jersey utilizaron menos energía para la producción de lactosa y mucha más energía para la producción de grasa láctea que las vacas Frisonas. Además, las primeras destinaron menor cantidad de la energía contenida en el alimento a ganancia de peso y sus requerimientos de mantención y producción fueron menores.

López-Villalobos y Garrick, (2002), citados por González y Magofke (2003), compararon la productividad individual y por unidad de superficie de vacas Jersey y Frisonas, como razas puras y en cruzamientos rotacionales, comprobando que las Frisonas superaron a las Jersey en las producciones individuales de leche (36,2%), proteína (17%) y grasa (3,1%). Con el objetivo de estimar las cargas/ha, los autores cuantificaron los requerimientos para sustentar dichas producciones, junto a los requerimientos de mantención, crecimiento, gestación y aquellos derivados de la crianza de vaquillas de reemplazo. A partir de estos antecedentes, se estimó que los requerimientos de MS/vaca fueron 19% mayores en las vacas Frisonas; por este motivo, la superioridad de éstas en la producción individual se redujo a 14,5%, al expresarla por unidad de superficie. Además, la producción/hectárea/año de grasa y proteína, en su conjunto, fue un 9,6% mayor en las vacas Jersey con respecto a las vacas Frisonas.

2.5.4. Jersey, experiencia en Chile. Hasta ahora, la información que se encuentra disponible acerca de la eficiencia de conversión de la energía contenida en el alimento, durante la lactancia de vacas Frisonas (F) y Jersey (J), y su desempeño en nuestro medio, es aún escasa (Burgos, 2001). Al respecto, sólo se han efectuado algunos estudios evaluativos del desempeño de la raza Jersey, uno de ellos realizado en 1999 en el fundo “Filudo”, ubicado en Río Bueno, como parte de un proyecto FONTEC-CORFO, existiendo aún bastante desconocimiento de la raza y su desempeño en nuestro país (Burgos, 2001).

Otro trabajo es liderado por el investigador de la Universidad de Chile, Humberto González, quien estudia hace un par de años la incorporación de la raza Jersey al sistema pastoril de producción de leche en la Estación Experimental Oromo, Décima Región. Según el investigador, hoy día debe otorgarse una mayor importancia al desempeño de toda la cadena productiva, para mantener e incrementar una competitividad que permita seguir aumentando la presencia de los productos lácteos chilenos en los mercados internacionales. En este sentido, parte de los desafíos identificados por los expertos para enfrentar la competencia en un mercado abierto son, aumentar la producción/unidad de superficie, disminuir los costos productivos y mejorar la calidad composicional y sanitaria de la leche, entre otros (González, 2005).

González *et al.* (2005a), determinaron que las hembras Frisonas de origen neozelandés (F) y su cruce con Jersey del mismo origen (F₁), tuvieron una producción similar de leche. Sin embargo, las diferencias en los contenidos de proteína y grasa láctea, en el mismo trabajo, permitieron a la F₁ aventajar a la raza pura en producción individual de leche, leche corregida a 4% de materia grasa, grasa y proteína láctea en 3,4%, 8,3%, 12,1% y 6,6%, respectivamente, las que se ampliaron al expresar las producciones con respecto al PV; 14,1%, 20,5%, 24,6% y 18,4%, respectivamente, demostrando una mayor eficiencia biológica de la cruce.

Sin embargo, la literatura especializada coincide en señalar que, bajo diferentes condiciones de manejo, las vacas Frisonas como raza pura tienden a alcanzar mayores producciones individuales de leche, grasa y proteína, respecto a las Jersey. No obstante, cuando ambas razas son evaluadas en pastoreo, igualando los pesos/hectárea, las vacas Jersey producen menores volúmenes de leche y mayores cantidades de grasa y proteína por unidad de superficie (González y Magofke, 2003). Además, en general, las producciones de las vacas Jersey se ven menos afectadas por incrementos en la carga animal, con respecto a las producciones de las Frisonas (Magofke y González, 1999).

3. HIPÓTESIS

Bajo condiciones de pastoreo, el Biotipo J₁ (50% Frisón Neozelandés - 50% Jersey) y el Biotipo J₂ (25% Frisón Neozelandés - 75% Jersey), son más eficientes en convertir la Energía Metabolizable ingerida desde la pradera en producto final, debido a sus menores requerimientos de Energía Metabolizable para mantención y una mayor capacidad de consumo por unidad de peso vivo, en el primer tercio de lactancia, en relación con la raza FN (Frisón Neozelandés).

4. OBJETIVOS

4.1. General.

1. Caracterizar la eficiencia biológica de los Biotipos J₁ y J₂, y compararla con la de la raza Frisón Neozelandés.

4.2. Específicos.

1. Realizar una caracterización productiva en los tres grupos genéticos.
2. Cuantificar las producciones por kg de peso vivo y metabólico, en los tres grupos genéticos.
3. Cuantificar el requerimiento total de Energía Metabolizable (EM) y la proporción de ella destinada a suplir los requerimientos energéticos de las distintas funciones biológicas, en los tres grupos genéticos.
4. Estimar el consumo de materia seca (CMS) individual y el CMS cada 100 kg de peso vivo, en los tres grupos genéticos.
5. Estimar la eficiencia de conversión alimenticia, en términos de unidad producida por cada kg de materia seca consumida, en los tres grupos genéticos.
6. Estimar la eficiencia energética (bruta y corregida por cambio de peso vivo) y la eficiencia proteica bruta, en los tres grupos genéticos.

5. MATERIALES Y MÉTODOS

5.1. Materiales.

5.1.1. Ubicación geográfica del estudio. La investigación se llevó a cabo en la Estación Experimental Oromo de la Universidad de Chile, Purránque, Provincia de Osorno, X Región (41°08 lat. Sur y 73°09 long. Oeste), ubicada en el Valle Central.

5.1.2. Material biológico.

5.1.2.1. Animales.

El trabajo se realizó con 18 vacas primíparas, 7 FN, 5 J₁ y 6 J₂, paridas entre el 14 de julio y el 27 de agosto de 2004, y que al inicio del ensayo se encontraban en el día 53 de lactancia, en promedio. Las J₁ fueron obtenidas mediante inseminación de vacas FN con reproductores Jersey de origen neozelandés. Las J₂ fueron obtenidas mediante inseminación de vacas J₁ con reproductores Jersey del mismo origen.

Los progenitores de las vacas FN fueron toros con valores genéticos similares al de los Jersey, empleados para producir la generación J₁ y J₂. La razón de esta similitud es debida a que en el sistema de evaluación genética neozelandés, los toros reproductores son medidos con una base común, para todas las razas y todas las cruza existentes (LIC, 2006). El peso post parto fue de 448,7; 420,4 y 350,5 kg, en promedio, en las vacas FN, J₁ y J₂ respectivamente. En el mismo orden, las vacas se encontraban en 55,7; 50,9 y 52,2 días de lactancia, en promedio, al comienzo del ensayo.

Se trabajó con vacas primíparas de dos años de edad, con el propósito de que los datos obtenidos, no se vieran afectados por sucesos ocurridos en lactancias anteriores.

5.1.2.2. Pradera.

Para el desarrollo del ensayo se emplearon como única fuente de alimento praderas permanentes, establecidas mediante regeneración, de más de cinco años. Su composición botánica está dominada principalmente por ballica perenne (*Lolium perenne*) y trébol blanco (*Trifolium repens*). La producción de esta pradera sigue la

curva típica de ecosistemas húmedos, con un gran crecimiento en primavera, según Riveros y Treviño (1995), quienes describen en detalle la composición y productividad de estas pasturas.

5.1.3. Instalaciones y maquinarias.

5.1.3.1. Para la realización del ensayo se dispuso de una superficie promedio de pastoreo de 12 hectáreas, distribuidas en 6 potreros y manejadas con pastoreo en franja mediante cerco eléctrico. Los criterios seguidos para otorgar la superficie de pastoreo se describen con posterioridad.

5.1.3.2. Se dispuso de una sala de ordeño tipo *side by side*, de diseño pendular, con 11 unidades.

5.1.4. Herramientas y equipos.

5.1.4.1. Cuadrante metálico de 31,15 cm por lado y tijera de borde recto, que permitieron realizar con exactitud los muestreos de la pradera para determinar la disponibilidad de materia seca (MS) por hectárea.

5.1.4.2. Plato medidor de forraje, para estimar cuantitativamente la altura disturbada de la biomasa vegetal disponible y la consumida por el animal.

5.1.4.3. Estufa de aire forzado, bolsas de papel y una balanza de precisión, para la determinación de MS.

5.1.4.4. Medidores proporcionales de leche graduados en kilogramos, localizados en la línea de leche, para medir la producción de leche individual y obtener las muestras de leche para determinar grasa y proteína láctea.

5.1.4.5. Frascos plásticos de 60 ml, con dicromato de potasio, para la recolección de las muestras de leche.

5.1.4.6. Romana para pesar los animales diariamente.

5.2. Métodos.

5.2.1. Conceptos básicos de Energía. A continuación se definen algunos conceptos energéticos considerados en el estudio. La **Energía Digestible (ED)** del alimento es definida por la AFRC (1993), como la diferencia entre la **Energía Bruta (EB)** del alimento y la pérdida energética fecal. La EB es la Energía total contenida en el alimento, medida por calorimetría.

La **Energía Metabolizable (EM)** se define como la energía total contenida en el alimento, menos la energía perdida a través de las fecas, orina y combustión de gases, expresada como Mega-joules/kg de MS, consumida de una dieta o alimento. Esta energía representa una parte de la energía de origen alimenticio que puede ser utilizada por el animal (ARC, 1980; citado por AFRC, 1993). La **Metabolicidad** de la EB del alimento (**qm**), es definida por AFRC (1993) como la proporción de energía metabolizable (EM) en la energía bruta (EB) del alimento: EM/EB . La **Eficiencia de utilización de la EM (K)**, es definida como la eficiencia con que el animal utiliza la EM del alimento para satisfacer cada una de sus funciones biológicas (ARC, 1980; citado por AFRC, 1993).

La **Energía Neta (EN)** de un alimento o dieta es la parte de la energía digerible del alimento que es utilizada por el animal, para suplir los requerimientos de mantención y producción, después de suplir la pérdida a través de las fecas, orina, calor de fermentación e incremento calórico (AFRC, 1993). También se puede definir como la EM, multiplicada por la eficiencia de utilización de la energía metabolizable (EM) total (K).

5.2.2. Formación de los grupos experimentales. Los animales se seleccionaron considerando biotipo, fecha de parto y estado sanitario. La selección en base a la fecha de parto, se realizó con el propósito de obtener la menor dispersión que fuese posible dentro de cada grupo y evitar diferencias significativas entre el número de días en lactancia presentado por cada uno de los grupos experimentales al inicio del ensayo, lo que se corroboró mediante un análisis de varianza preliminar; con la menor dispersión que fuese posible dentro de cada grupo. Adicionalmente, sólo se incluyeron

animales con adecuada sanidad podal (ausencia de cojeras), digestiva y mamaria (bajo nivel de mastitis subclínica: recuento de células somáticas menor a 200.000).

5.2.3. Recopilación de la información. Esta se llevó a cabo durante dos períodos experimentales, cada uno de 21 días de duración, iniciados el 27 de septiembre y 22 de noviembre de 2004, con un intervalo de cinco semanas entre ellos.

5.2.4. Alimentación durante el ensayo. Todos los animales pastorearon directamente la pradera, a través de un sistema de pastoreo rotativo, en forma conjunta y manejados como un solo rebaño durante todo el tiempo que duró el ensayo.

Con el propósito de no restringir el consumo y al mismo tiempo evitar efectos de competencia entre los animales, se ofreció una gran cantidad de pasto, dos a tres veces más de lo que consume normalmente un animal, que es entre 3 a 4% de su peso vivo. Además, los animales fueron retirados del potrero cuando éste alcanzó un residuo de 1.600 kg de MS/hectárea, considerando que la literatura indica que este valor debiera alcanzar 1.500 kg de MS/ha, aproximadamente (Parga, 2003). Para asegurar esta cantidad de MS y determinar la disponibilidad de fitomasa, se debió graduar un plato de metal que mide la altura del pasto, dato que permite calcular la cantidad del material vegetal presente en la pradera.

Antes de comenzar el ensayo se recolectaron 50 muestras de pasto desde un potrero que poseía una pradera representativa a la contenida en los otros potreros a usar. Esto se realizó de la siguiente forma. Primero se lanzó completamente al azar un cuadrante metálico, midiendo la altura del pasto contenido en él. Posteriormente se procedió a cortar el material vegetal a ras de suelo e introducirlo en una bolsa de papel debidamente identificada. Lo anterior se realizó en dos instancias, antes del ingreso de los animales al potrero y después que hicieron uso de la pradera. Las muestras así obtenidas fueron secadas en un horno de aire forzado a 75° C, con el propósito de medir su peso, en gramos de MS, correspondiente a una determinada altura, dentro de las 50 mediciones.

Los datos obtenidos se analizaron estadísticamente por medio del programa SAS (SAS Institute, 2000), elaborando así dos ecuaciones mediante regresión lineal, que permitieron estimar a partir de una determinada altura de la pradera en centímetros, la cantidad de MS disponible y residual por hectárea (kg). Las ecuaciones utilizadas para éste fin fueron las siguientes:

$$Y^d = 683,6 + 158,0 X^d$$

$$Y^r = 417,1 + 160,9 X^r$$

Donde:

Y^d = kg MS/ha disponible.

Y^r = kg MS/ha residual.

X^d = altura promedio del material vegetal disponible, medida con el plato metálico.

X^r = altura promedio del material vegetal residual, medida con el plato metálico.

En la práctica, la pradera se ofreció otorgando franjas del potrero que contuvieran la cantidad de MS requerida diariamente por los animales, monitoreando la altura con el plato metálico, de tal manera que el pastoreo no dejara un residuo menor a 1.600 kg de MS/hectárea. Este monitoreo fue realizado diariamente durante las horas de pastoreo efectivo y en cada uno de los dos períodos que comprendió el ensayo.

5.2.5. Proceso de recolección de muestras y mediciones.

5.2.5.1. Recolección de muestras.

5.2.5.1.1. Pradera.

Para caracterizar químicamente la pradera ingerida, en cada período experimental, se obtuvo una muestra compuesta por 21 submuestras. Cada submuestra, fue obtenida diariamente por recolección manual, siguiendo la metodología descrita por Le Du y Penning (1985). Esta técnica requiere identificar con acuciosidad cuáles especies y estructuras son consumidas por el animal, para luego simular dicho proceso manualmente. Con el fin de asegurar una mayor exactitud, este procedimiento se realizó durante todo el día, comenzando a las 7:00 AM hasta las 20:00 PM, aumentando la frecuencia de recolección en los momentos de mayor actividad ingestiva (González *et al.*, 2005a).

En la muestra compuesta de pradera se determinó el contenido de Energía Bruta (EB), Energía Metabolizable (EM) y Proteína Bruta (PB). Previo a las determinaciones, las muestras fueron secadas en una estufa con aire forzado a 70°C, durante 48 horas, para posteriormente pesarlas y molerlas a 1 mm de espesor.

La Energía Bruta (EB) se determinó por combustión del forraje en presencia de oxígeno, usando un calorímetro de bomba balístico GALLENKAMP (Givens, 1986). La estimación del contenido de Energía Digestible (ED), se realizó mediante un análisis de digestibilidad enzimática de la pradera, asumiendo que ésta se transforma con una eficiencia de un 84% en EM.

La Proteína Bruta (PB) se obtuvo multiplicando 6,25 por el contenido de nitrógeno (N), cuya determinación se realizó mediante el Método de Kjeldahl, haciendo uso de un destilador Büchi (BÜCHI Laboratories).

Estos análisis químicos se realizaron en el Laboratorio de Nutrición Animal de la Facultad de Ciencias Agronómicas de la Universidad de Chile.

5.2.5.1.2. Leche.

Todas las recolecciones se realizaron los días Miércoles PM y Jueves AM de cada semana, obteniendo una muestra *compuesta* entre ambos días, de 50 ml para cada animal. Este volumen se obtuvo sumando cantidades proporcionales con la leche obtenida en las ordeñas de la tarde y la mañana, para lograr una muestra lo más representativa posible. Inmediatamente después de tomadas, las muestras se refrigeraron y mantuvieron en cadena de frío, a 4°C aproximadamente, hasta el momento de su análisis y determinación del contenido de grasa y proteína láctea.

5.2.5.2. Mediciones.

5.2.5.2.1. Producción de leche diaria.

Se evaluó nueve veces por período (tres veces por semana). Se consideró como tal a la sumatoria de las producciones de la tarde del primer día de control y la correspondiente a la ordeña de la mañana del día siguiente.

5.2.5.2.2. Peso corporal de los animales.

Durante ambos períodos los animales fueron pesados cada 24 horas, inmediatamente después de la ordeña matinal (08:00 AM). Diariamente se siguió la misma rutina de trabajo, con la finalidad de minimizar eventuales sesgos producidos por variaciones en el nivel de llenado del tracto digestivo, además de evitar la influencia del peso de la leche contenida en la ubre. Con el mismo propósito, todos los animales accedieron y fueron retirados simultáneamente de los sectores de pastoreo. Los datos así obtenidos permitieron el cálculo del peso promedio y de la tasa de variación de peso individual o cambio de peso vivo (CPV). Este último valor fue calculado mediante un análisis de regresión, que relaciona los días de duración del ensayo con el peso vivo de los animales.

5.2.6. Estimación de los requerimientos de energía metabolizable. Se estimó los Requerimientos de Energía Metabolizable total (REMT), de acuerdo a la metodología propuesta por AFRC (1993), correspondiendo a la sumatoria de los requerimientos de Energía Metabolizable (EM) de las diferentes funciones fisiológicas, corregidos por el nivel de alimentación o consumo, a que están sometidas las vacas, de acuerdo a la ecuación:

$$\text{REMT} = C_L \times (\text{REMM} + \text{REML} + \text{REMCP} + \text{REMG})$$

Donde:

REMT = Requerimientos de Energía Metabolizable totales (MJ/vaca/día).

REMM = Requerimientos de Energía Metabolizable para mantención (MJ/vaca/día).

REML = Requerimientos de Energía Metabolizable para producción de leche (MJ/vaca/día).

REMCP = Requerimientos de Energía Metabolizable para cambio de peso (MJ/vaca/día).

REMG = Requerimientos de Energía Metabolizable para gestación (MJ/vaca/día).

$C_L = 1 + 0,018 (L - 1)$, donde: $L = \text{REMM} + \text{REML} + \text{REMCP} + \text{REMG}/\text{REMM}$ (AFRC, 1993).

C_L corresponde a un factor de corrección por los múltiplos de los requerimientos para mantención (L).

Tras el análisis del contenido energético (energía bruta y metabolizable) y proteico (proteína bruta) de la pradera, se obtuvieron los siguientes valores de metabolibilidad y coeficientes de eficiencia de utilización, para los biotipos en estudio (Cuadro 10).

CUADRO 10. Composición química, metabolibilidad de la pradera (qm) y eficiencia de utilización de la energía metabolizable¹ para mantención (k_m), lactancia (k_l), cambio de peso (k_g) y movilización de reservas corporales hacia producción (k_t), en cada período experimental.

Período Experimental	Energía Bruta (EB)	Energía Metabolizable (EM)	Proteína Cruda (%)	Metabolibilidad (q _m = EM/EB)	k _m	k _l	k _g	k _t	K _c
	(MJ/kg MS)	(MJ/kg MS)							
1	18,69	12,77	26,88	0,683	0,742	0,659	0,626	0,84	0,13
2	17,94	11,33	19,19	0,632	0,724	0,641	0,609	0,84	0,13

¹Calculados según AFRC (1993).

Estos valores permitieron determinar la cantidad de EM que el animal destina a cada uno de sus procesos biológicos.

Los índices k_m, k_l, k_g y k_t expresan la eficiencia de utilización de la EM para cubrir cada uno de los requerimientos fisiológicos. Estos son considerados funciones lineales de la metabolibilidad del alimento (AFRC, 1993), que corresponde al cociente entre la EM y la EB (qm).

El cálculo de las eficiencias de utilización de la EM se realizó según las ecuaciones 6, 7, 8 y 9 presentadas por la AFRC (1993).

- k_m (mantención) = $0,35 q_m + 0,503$.
- k_l (lactancia) = $0,35 q_m + 0,420$.
- k_g (cambio de peso) = $0,95 k_l$.
- k_t (movilización de reservas corporales hacia producción) = $0,84$. Al existir movilización de reservas corporales, como aporte energético para producción de leche, AFRC (1993) determina y asume una eficiencia de 84% para éste ítem.

A continuación se presentan los requerimientos de EM estimados, para cada uno de los procesos fisiológicos del animal, expresados en MJ/día (AFRC, 1993).

5.2.6.1. Mantención. Se debió considerar la suma de los requerimientos del metabolismo basal (F) y los derivados de los desplazamientos y los cambios posturales (A).

$$\text{REMM} = (F + A)/k_m$$

Donde:

$$F = 0,53 (\text{peso vivo}/1,08)^{0,67}.$$

$$A = 0,0096 \times \text{peso vivo}.$$

5.2.6.2. Producción de leche. Todos los procesos, tanto metabólicos de mantención como de producción, involucran costos energéticos. La producción de leche no está exenta de este costo. El requerimiento energético para esta producción está determinado por dos factores. El primero de ellos es la energía de la producción de leche diaria (EPLD) y el otro, la eficiencia con que se la energía metabolizable es utilizada para la lactancia.

$$\text{REML} = \text{EPLD}/k_1$$

Donde:

EPLD (MJ/día) = PLD x EKL, siendo:

$$\text{EKL (MJ/kg)} = [(0,376 \times \text{CG}) + (0,209 \times \text{CP}) + 0,948].$$

EPLD corresponde al valor energético de la producción de leche diaria. Este valor depende de la producción de leche diaria (PLD), expresada en kg, y de la Energía Neta del kilo de leche (EKL), la cual depende a su vez de la concentración de grasa (CG) y proteína (CP) láctea, expresadas en g/kg.

K_1 corresponde a la eficiencia de utilización de la EM para producción de leche.

5.2.6.3. Cambio de peso. Un factor importante de considerar a la hora de estimar los requerimientos de EM para cambio de peso (REMCO), es el cambio de peso vivo

(CPV) diario experimentado por el animal, expresado en kg/día. Este valor será descrito más adelante en el Capítulo 6.

Según lo anterior, se podrían presentar tres situaciones distintas:

- **CPV = 0.** El animal no perdió ni ganó peso durante el ensayo.

$$\text{REMCP} = 0$$

- **CPV < 0.** El animal perdió peso durante el ensayo, por lo tanto destinó parte de sus reservas corporales a producción de leche.

$$\text{REMCP} = (\text{CPV} \times 19 \times k_t) / k_l$$

Asumiendo un contenido de 19 MJ de energía neta por cada kg de PV perdido (AFRC, 1993).

- **CPV es > 0.** El animal ganó peso durante el ensayo, por lo tanto destinó parte de la energía consumida a depositación de reservas corporales.

$$\text{REMCP} = \text{CPV} [1,3 ((4,1 + 0,0332 (\text{PV}) - 0,000009 (\text{PV}^2))) (1 - 0,1475 (\text{CPV}))^{-1}] / \text{kg}.$$

Siendo ésta última, una ecuación cuadrática descrita por AFRC (1993).

5.2.6.4. Gestación. Estos requerimientos dependen directamente del estado reproductivo del animal.

Según lo anterior, se podrían presentar sólo dos situaciones distintas:

- **Vaca vacía.** $\text{REMG} = 0$
- **Vaca preñada.** $\text{REMG} = E_c / K_c$

Donde:

$$E_c = 0,025 \times W_c (E_t \times 0,0201 e^{-0,0000576t}).$$

W_c es el PV del ternero al nacimiento.

$$E_t = 10^i.$$

$$i = 151,665 - 151,64 e^{-0,0000576t}.$$

t son los días de gestación.

5.2.7. Estimación del consumo de materia seca (CMS). El consumo de pradera se estimó indirectamente, relacionando los requerimientos totales diarios de energía

metabolizable y el contenido de ésta en la MS ingerida, según el método propuesto por Baker (1985). De acuerdo a éste, el consumo individual de pradera está determinado por la ecuación:

$$\text{CMS} = (\text{REMT}/\text{CEMP}).$$

Donde:

CMS (kg MS/vaca/día) = Consumo de materia seca de la pradera, individual.

RTEM (MJ/día) = Requerimiento total de EM, individual.

CEMP (MJ/kg MS) = Concentración de EM contenida en la pradera.

El CMS también se expresó en valor absoluto, cada 100 kg de peso vivo.

5.2.8. Descripción de las variables productivas. La evaluación de la productividad contempló el análisis de las producciones diarias de leche sin corregir (PLSC), de grasa y de proteína, así como los contenidos de estas dos últimas. Además, la producción de leche se corrigió a 4% de materia grasa (PLCG) (Baker, 1985).

El valor energético de un kg de leche se estimó de acuerdo a la ecuación de Tyrell y Reid (1965):

$$\text{VEI (MJ/kg)} = 0,098 + (0,0376 \times \text{CMG}) + (0,0209 \times \text{CPL})$$

Donde:

VEI (MJ/kg) = Valor energético del kilogramo de leche.

CMG (g/kg) = Contenido de materia grasa.

CPL (g/kg) = Contenido de proteína láctea.

Por consiguiente, la valoración energética de la producción de leche diaria (Energía Neta producida en la leche), corresponde a la expresión: $\text{EL (MJ/día)} = \text{PLSC (kg/día)} \times \text{VEL (MJ/kg)}$.

Otras variables de importancia productiva estudiadas fueron: peso vivo promedio (PV), peso metabólico ($\text{PV}^{0,75}$) y cambio de peso vivo (CPV).

5.2.9 Estimación de los parámetros de eficiencia biológica (Mackle *et al.*, 1996).

5.2.9.1. Eficiencia en la producción diaria por unidad de peso vivo. Se calcularon las producciones de leche (PLSC, PLC) y sólidos lácteos (PG, PP) por unidad de peso vivo (PV).

La eficiencia para la PLSC por unidad de PV = $EPLPV = PLSC/PV \times 1000$.

La eficiencia para la PLCG por unidad de PV = $EPLCPV = PLC/PV \times 1000$.

La eficiencia para la PG por unidad de PV = $EPGPV = PG/PV \times 1000$.

La eficiencia para la PP por unidad de PV = $EPPPV = PP/PV \times 1000$.

5.2.9.2. Eficiencia en la producción diaria por consumo de materia seca (ECA). Se calcularon las producciones de leche (PLSC, PLC) y sólidos lácteos (PG, PP) por unidad de materia seca consumida (CMS).

La eficiencia para la PLSC por unidad de MS consumida = $EPLCMS = PLSC/CMS$.

La eficiencia para la PLCG por unidad de MS consumida = $EPLCCMS = PLC/CMS$.

La eficiencia para la PG por unidad de MS consumida = $EPGCMS = PG/CMS$.

La eficiencia para la PP por unidad de MS consumida = $EPPCMS = PP/CMS$.

5.2.9.3. Cálculo de la eficiencia energética bruta (EEB) y corregida por peso vivo (EEBC). La EEB medida como porcentaje, se calculó como el cociente entre la EPLD y la Energía Metabolizable consumida (EMC).

Debido a que se detectaron diferencias en cambio de peso vivo (CPV) entre ambos biotipos, fue necesario corregir la eficiencia energética bruta (EEB) por este factor, existiendo tres maneras distintas de hacerlo, según el tipo de CPV:

- Si el CPV = 0, $EEBC = EEB$.
- Si el CPV es <0 , se debe restar de la Energía Neta producida en la leche (EL) la fracción correspondiente al aporte de las reservas corporales, asumiendo al igual que en el cálculo del requerimiento total de Energía Metabolizable (RTEM), un contenido de 19 MJ de Energía Neta por kilogramo de peso vivo (PV). En consecuencia, la ecuación empleada correspondió a la expresión:

$$EEBC (\%) = ((EPLD + (CPV \times 19 \times kt)) / EMC) \times 100$$

Donde:

EEBC (%) = Eficiencia energética bruta corregida por cambio de peso.

EPLD (MJ/día) = Energía de la producción de leche diaria.

CPV (kg/día) = Cambio de peso vivo.

kt = Eficiencia energética de la utilización de reservas corporales para producción de leche (0,84).

EMC (MJ/día) = Energía Metabolizable consumida.

- Si el CPV >0, como lo ocurrido en el presente ensayo, se debe restar a la Energía Metabolizable consumida (EMC) la fracción empleada para crecimiento del animal. Por tanto la ecuación utilizada fue:

$$EEBC (\%) = (EPLD / (EMC - REMCP)) \times 100$$

Donde:

EEBC (%) = Eficiencia energética bruta corregida por cambio de peso.

EPLD (MJ/día) = Energía de la producción de leche diaria.

EMC (MJ/día) = Energía Metabolizable consumida.

REMCP (MJ/día) = Requerimientos de Energía Metabolizable para cambio de peso.

5.2.9.4. Cálculo de la eficiencia proteica bruta (EPB). La EPB medida como porcentaje, corresponde a la relación entre la proteína bruta secretada en la leche (PBL) con respecto a la proteína bruta consumida, que representa la fracción de proteína láctea que se obtuvo a partir de la proteína consumida.

5.2.10. Procesamiento de la información.

5.2.10.1. Análisis estadístico. El análisis estadístico de las variables individuales antes descritas se realizó mediante análisis de varianza y comparaciones múltiples SNK, cuando existieron diferencias entre tratamientos.

Con los datos obtenidos durante 21 días consecutivos se calculó el peso vivo promedio individual en cada período, valor que se utilizó posteriormente para estimar los requerimientos de Energía Metabolizable para mantención (REMm), y la Tasa de

cambio del peso vivo (CPV) de cada animal en cada período, mediante un análisis de regresión lineal.

5.2.10.2. Todas las variables fueron analizadas con el siguiente Diseño Experimental. Para efectos del análisis estadístico se utilizó un diseño de estructura factorial, completamente al azar, que incluyó los efectos grupo genético (3 niveles) y período (2 niveles).

El modelo matemático que se utilizó fue el siguiente:

$$Y_{ijk} = \mu + G_i + P_j + (G * P)_{ij} + e_{ijk}$$

Donde:

Y_{ijk} = Variable respuesta.

μ = Promedio general.

G_i = Efecto del i-ésimo Grupo Genético; $i = 1$ (FN), $i = 2$ (J_1), $i = 3$ (J_2).

P_j = Efecto del j-ésimo Período; $j = 1, j = 2$.

$(G * P)_{ij}$ = Interacción entre grupo genético y periodo.

e_{ijk} = Error experimental.

Este modelo se utilizó para el análisis de todas las variables dependientes descritas con anterioridad. Debido a la existencia de subclases con distinto número de información, los resultados se expresan como promedios mínimos cuadrados, acompañados de sus respectivos errores estándar.

6. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados se entregan como promedio individuales diarios de los dos períodos experimentales, debido a que no hubo diferencias estadísticamente significativas entre ellos y tampoco fue significativa la interacción entre biotipo y periodo, en las variables que se analizan. Las cifras reportadas son por consiguiente promedios individuales diarios.

6.1. Características productivas y de peso.

A continuación, en el cuadro 11 se presentan los resultados obtenidos para las características productivas y de peso de los animales de los tres biotipos evaluados en el estudio.

CUADRO 11. Producción y composición láctea, valorización energética de la producción y características de peso vivo, en vacas primíparas Frisón Neozelandés (FN), J₁ (50% Jersey - 50% Frisón Neozelandés) y J₂ (75% Jersey - 25% Frisón Neozelandés) a pastoreo.

Variable Analizada	Biotipo					
	FN		J ₁		J ₂	
	Promedio ¹	(EE) ²	Promedio	(EE)	Promedio	(EE)
Producción de Leche:						
Sin corregir (kg/día)	22,5 ^a	(0,65)	20,7 ^{ab}	(0,77)	18,7 ^b	(0,71)
Corregida a 4% Mat. Grasa (kg/día)	24,0 ^a	(0,76)	22,9 ^{ab}	(0,90)	20,8 ^b	(0,82)
Materia Grasa:						
Contenido (g/kg)	44,7 ^a	(1,09)	47,0 ^a	(1,29)	47,3 ^a	(1,18)
Producción (g/día)	1.004,2 ^a	(0,036)	970,8 ^a	(0,042)	885,9 ^a	(0,039)
Proteína Láctea:						
Contenido (g/kg)	34,3 ^a	(0,49)	35,9 ^b	(0,58)	36,5 ^b	(0,53)
Producción (g/día)	770,3 ^a	(0,022)	742,2 ^{ab}	(0,026)	683,4 ^b	(0,024)
Valorización Energética:						
Por kg de leche (MJ/kg)	3,34 ^a	(0,045)	3,47 ^a	(0,053)	3,49 ^a	(0,049)
Producción Diaria (MJ/día)	75,2 ^a	(2,28)	71,7 ^{ab}	(2,70)	65,4 ^b	(2,47)
Características de Peso:						
Peso vivo (kg)	436,9 ^a	(7,3)	411,6 ^b	(8,7)	344,4 ^c	(7,9)
Peso metabólico (kg)	95,5 ^a	(1,2)	91,3 ^b	(1,4)	79,9 ^c	(1,3)
Cambio de peso (kg/día)	0,411 ^a	(0,089)	0,264 ^a	(0,106)	0,321 ^a	(0,096)

^{a, b} Letras distintas en sentido horizontal indica que existe diferencia estadísticamente significativa ($P \leq 0,05$).

¹ Promedio Mínimo Cuadrado.

² Error estándar.

En el cuadro anterior se observa que para las producciones de leche sin corregir, sólo hubo diferencias significativas ($P \leq 0,05$), entre los biotipos extremos (FN y J₂). La misma situación fue encontrada al analizar la producción diaria de leche corregida por grasa (PLCG). Esto último, se debería principalmente a que no hubo diferencias significativas en el contenido de grasa láctea para los tres biotipos ($P > 0,05$) (Cuadro 11).

A pesar que FN y J₂ tuvieron el mismo porcentaje y producción de grasa láctea, el primero tuvo un mayor nivel productivo de leche ($P \leq 0,05$) (Cuadro 11).

A diferencia de lo observado para el contenido de grasa láctea, el contenido de proteína sí presentó diferencias estadísticas ($P \leq 0,05$), entre la raza pura y las cruas, determinándose un promedio más bajo en los animales FN (Cuadro 11).

Sin embargo, debido al mayor nivel productivo de leche del biotipo FN, los gramos de proteína láctea producidos al día fueron mayores en este último, diferenciándose significativamente del biotipo J_2 , pero no del J_1 ($P \leq 0,05$) (Cuadro 11).

Al comparar el valor energético del kilo de leche entre los tres biotipos, no hubo diferencias significativas ($P > 0,05$). En cuanto a la producción diaria de energía láctea, sólo hubo diferencia estadística significativa sólo entre los biotipos FN y J_2 , siendo esta diferencia a favor de FN ($P \leq 0,05$) (Cuadro 11).

En relación a las características de peso de las vacas, hubo diferencias estadísticamente significativas entre los tres biotipos en estudio ($P \leq 0,05$). Estas diferencias entre biotipos, también se reflejaron en el análisis estadístico de los pesos metabólicos (Cuadro 11).

De acuerdo a estos resultados las vacas FN pesaron 25,3 kg más que las J_1 y 92,5 kg más que las J_2 . A pesar de ello, el cambio de peso diario fue el mismo para los tres biotipos ($P > 0,05$) (Cuadro 11).

En cuanto a la producción diaria de leche sin corregir (PLSC), los resultados estarían dentro de lo esperado, ya que a medida que aumenta el porcentaje de Jersey, específicamente en J_2 , va disminuyendo su producción individual. De acuerdo con lo anterior, López-Villalobos *et al.* (2000) encontraron producciones de 3.402, 3.161 y 2.706 l/lactancia, en vacas Holstein Friesian, F_1 y Jersey, respectivamente; siendo las vacas F_1 superadas en 7,6% por las vacas Holstein Friesian. López-Villalobos y Garrick (2002), también comprobaron una superioridad productiva de las vacas Holstein Friesian con respecto a las Jersey, determinando promedios de 3.770, 3.269 y 2.768 l/lactancia, para los biotipos Holstein Friesian, F_1 y Jersey, respectivamente; lo que representaría un 15,3% más de producción/lactancia para las vacas Holstein Friesian respecto a las F_1 .

La comparación entre FN y J₂ en el presente estudio, para PLSC, mostró una superioridad de 20,3% para el primer biotipo. Este resultado es compatible con lo señalado en la literatura Neocelandesa, para la comparación entre vacas Frisonas y Jersey.

Así, Mackle *et al.* (1996) encontraron producciones de leche sin corregir de 13,6 y 10,7 kg/vaca/día, para las razas Frisón y Jersey, en vacas paridas con alto PV, y de 12,5 y 9,4 kg/vaca/día, en las mismas razas, pero con bajo PV al parto. Ello representaría una superioridad productiva de 27,1% y 33% del FN sobre el Jersey, respectivamente.

La mayor producción de leche sin corregir en vacas Holstein Friesian también fue descrita por Bryant *et al.* (1985) y Gibson (1986). Los primeros autores determinaron producciones de 4.058 y 3.117 l/lactancia en vacas Holstein Friesian y Jersey, respectivamente, bajo las mismas condiciones de carga animal; ello equivale a un 30,2% más de producción para el primer biotipo. Por otra parte, en el segundo trabajo se encontró que las vacas Frisonas producen un 50% más de leche sin corregir, en comparación con las Jersey. Datos obtenidos por L'Huillier *et al.* (1988), también corroboran la superioridad de las vacas Frisonas con respecto a las Jersey en PLSC, 26%, pero ésta se expresó para un nivel de alimentación sobre el promedio. Sin embargo, las vacas Frisonas siempre superaron a las Jersey, siendo la diferencia dependiente del nivel de suplementación.

Por otra parte, los resultados obtenidos para la PLSC (Cuadro 11), concuerdan con los encontrados por González *et al.* (2005a), quienes trabajando con 47 vacas primíparas, pertenecientes a dos genotipos distintos, FN y F₁, no encontraron diferencias estadísticas entre ambos biotipos.

Los resultados obtenidos en el presente estudio también coincidirían con los de González *et al.* (2005b), quienes trabajaron con 12 vacas de primera y segunda lactancia, y dos tipos raciales (FN y F₁), esto es debido a que los autores tampoco encontraron diferencias significativas entre la PLSC de la raza pura y la cruce F₁ ($P \geq 0,05$), presentando producciones diarias de 14,3 y 14,4 kg/vaca, respectivamente.

En cambio, en otro estudio realizado a nivel nacional (Anrique *et al.*, 2003), se determinó que esta variable era significativamente superior (11,5%), en la población 0% Jersey con respecto a la población 50% Jersey. Los autores analizaron una base de datos de 523 lactancias completas, estandarizadas a 305, días que correspondían a 327 vacas de distintas edades, pertenecientes a tres genotipos 0, 50 y 75% Jersey, siendo las razas puras el Overo Negro y Colorado, indistintamente. Esto último limita la comparación de los resultados de dicho estudio con el presente trabajo.

Por otra parte, los resultados obtenidos en el presente estudio, para la superioridad en PLSC del FN respecto al J₂, serían compatibles con lo informado por Klein y Goic, (2000). Dichos autores compararon 23 vacas Jersey de origen danés y 23 vacas Frisonas suplementadas con un alto nivel de concentrado, determinando promedios de producción por lactancia de 3.789 y 6.094 litros, respectivamente.

En cuanto a la producción de leche corregida a 4% de materia grasa (PLC), no existió una diferencia significativa entre los biotipos FN y J₁, asemejándose a los resultados obtenidos por González *et al.* (2005b), quienes determinaron que tanto animales FN como F₁ de primera y segunda lactancia, exhibieron producciones similares de leche corregida. Los promedios de ambas lactancias fueron de 16,2 y 17,1 kg/vaca para FN y F₁, respectivamente. No obstante, los resultados difieren de los encontrados por González *et al.* (2005a), dado que dichos autores comprobaron que las vacas F₁ superaron en 8,3% a las FN en PLC, diferencia que sí fue estadísticamente significativa.

En otro trabajo realizado en el país, se determinó producciones similares de leche estandarizadas a 4% de materia grasa, para grupos de vacas con 0, 50 y 75% Jersey (Anrique *et al.*, 2003). Sin embargo, en el presente estudio la superioridad nuevamente fue alcanzada por el FN respecto al J₂, aunque debe tenerse en consideración que las razas puras usadas en ambos trabajos fueron distintas (Overo *v.s.* Frisón).

La comparación entre las vacas FN y J₂ (75% Jersey), reveló que las primeras presentaron un 15,4% más de producción diaria de leche corregida por grasa, siendo la diferencia estadísticamente significativa (Cuadro 11). Este resultado es compatible con lo informado por Bryant *et al.* (1985), quienes observaron una mayor producción de las

vacas Frisonas con respecto a las Jersey, con promedios de 4.506 y 4.003 kg/lactancia de PLCG.

La superioridad observada en el presente estudio para la PLCG, del FN respecto al J₂, fue un poco menos evidente que el 17,3% encontrado por Klein y Goic (2000), aunque debe tenerse presente que en dicho trabajo la comparación se estableció entre vacas Frisonas y Jersey, suplementando ambos biotipos con un alto nivel de concentrado.

De acuerdo con la información generada en el presente ensayo, el cruzamiento de la raza FN con la Jersey no afectó significativamente el contenido de grasa de la leche (Cuadro 11), debido probablemente a que la raza Frisón Neozelandés ha demostrado consistentemente, presentar en su leche contenidos de grasa elevados, como se describe en los trabajos realizados por López-Villalobos y Garrick (2005). Los autores analizan las características productivas del ganado Holstein Friesian o Frisón de Nueva Zelanda, destacando sus altos niveles de grasa láctea, con un promedio del orden de 4,4%. De acuerdo a otros antecedentes (LIC, 2003), el Frisón de Nueva Zelanda alcanza tenores de grasa de 42,2 g/kg.

Esta última situación determinaría que las diferencias en PLCG no sean tan marcadas como las diferencias en PLSC, entre FN y J₂. Por ejemplo, cuando el contenido graso aumenta un 5,82% en J₂, con relación a FN, aunque sin diferencias estadísticas, las diferencias entre ambos biotipos disminuyen desde un 16,89% (PLSC) a un 13,33% (PLCG), de menor producción para el J₂ respecto al FN.

La posibilidad de incorporar a las razas Frisón y/o Jersey de origen neocelandés, a través de sistemas de cruzamiento, cobraría una mayor importancia en Chile si se privilegiara el pago de sólidos lácteos. Esta situación, que hoy en día es absolutamente distinta a lo que ocurre en Nueva Zelanda, en donde sí se privilegia el pago por sólidos, daría una relevancia mayor al uso de este tipo de razas, debido a sus mayores potenciales productivos en estos componentes. De aquí se desprende la importancia de evaluar en nuestro país, los rendimientos de estos tipos raciales y compararlos con los presentados por las distintas estirpes Holstein presentes en Chile (Gana *et al.*, 2004).

Los resultados del presente ensayo concuerdan con los de un estudio nacional (González *et al.*, 2005b), donde no se encontró diferencias significativas para el contenido de grasa láctea entre la raza pura y la crucea F_1 ($P>0,05$), cuyos promedios fueron 49 y 53 g/kg de leche, respectivamente; denotando una tendencia similar a la observada en el presente estudio (Cuadro 11). En cambio, los resultados del presente ensayo no coinciden con los encontrados por González *et al.* (2005a), ya que dichos autores determinaron un mayor contenido de grasa en la leche para la crucea (F_1), respecto al FN: 45,8^b y 42,3^a g/kg, respectivamente.

La comparación entre biotipos extremos, mostró promedios similares de grasa láctea, los cuales no se diferenciaron estadísticamente (Cuadro 11), denotando una situación distinta a la descrita por Klein y Goic (2000), quienes determinaron un nivel de grasa láctea notoriamente inferior en vacas Frisonas (3,80%), en relación a vacas Jersey (6,05%) sometidas a un mismo nivel (alto) de suplementación con concentrado. Sin embargo, se debe considerar que ésta comparación se fue realizada entre individuos Jersey 100% puros y vacas de un biotipo Frisón con menor contenido de grasa láctea que el FN de Nueva Zelanda.

En cuanto a la producción de grasa láctea (Cuadro 11), no se observaron diferencias significativas entre los tres biotipos en estudio; mostrarían una situación similar a la descrita por González *et al.* (2005b), dado que los promedios encontrados por dichos autores para esta variable, en animales de primera y segunda lactancia, no se diferenciaron estadísticamente al comparar los biotipos FN y F_1 : 690,2^a y 750,0^a g/día, respectivamente. Estos resultados, también serían consistentes con los de algunos trabajos realizados en Nueva Zelanda, que en general no muestran mayores diferencias en la producción de grasa láctea entre vacas Frisonas, Jersey y su crucea. Así, López-Villalobos *et al.* (2000) determinaron producciones anuales de 154, 156 y 147 kg de grasa en vacas Holstein Friesian, F_1 y Jersey, respectivamente. Por su parte, López-Villalobos y Garrick (2002) informan producciones de 165, 162 y 160 kg de grasa al año, para los mismos tipos raciales.

En cambio, estos resultados difieren de los encontrados por González *et al.* (2005a), los cuales reflejan una superioridad importante del biotipo F_1 (12,1%), con respecto al FN: 824,9^b y 735,6^a g/día, respectivamente. Así mismo, los resultados obtenidos en el

presente trabajo, podrían ser considerados distintos a los observados en algunos estudios efectuados en Nueva Zelanda, los cuales muestran una mayor producción de grasa para la raza Frisona respecto a la Jersey. Bryant *et al.* (1985) comprobaron un 6,7% ($P \leq 0,05$) más de producción de grasa para las vacas Frisonas en relación a las Jersey; mientras que Gibson (1986) determinó que las vacas Frisonas producían un 13% más de grasa láctea que las Jersey ($P \leq 0,05$). L`Huillier *et al.* (1988) por su parte, también informan mayores producciones de grasa para las vacas Frisonas, en comparación a las Jersey, aunque esta superioridad (6,0%, $P \leq 0,05$) sólo fue visible con niveles de alimentación elevados.

Por otra parte, los resultados del presente estudio coincidirían parcialmente con los de Anrique *et al.* (2003), quienes evidenciaron una superioridad en la producción de grasa para las cruza (13%), respecto a las razas puras (Overo Negro y Colorado), sin encontrar diferencias para esta variable entre genotipos 50 y 75% Jersey. Sin embargo, es importante considerar que las características productivas de de estas razas de doble propósito, particularmente su contenido de grasa láctea, son distintas a las del biotipo FN evaluado en el presente trabajo.

A diferencia de lo observado para el contenido de grasa de la leche, la incorporación de genes Jersey sí se reflejó en un aumento significativo del contenido de proteína láctea, en relación a los valores del genotipo FN, sin que se observaran diferencias entre los biotipos J_1 y J_2 para esta variable (Cuadro 11). En general, estos resultados mostrarían una situación análoga a la descrita por Anrique *et al.* (2003), quienes encontraron una relación positiva entre la incorporación de genes Jersey y el contenido de proteína en la leche. Sin embargo, estos resultados no coinciden con lo observado por González *et al.* (2005a y b), ya que en ambos trabajos no se observó diferencias estadísticamente significativas en el contenido de proteína láctea, entre vacas F_1 y FN ($P > 0,05$), con valores de 33,6^a y 34,7^a g/kg (González *et al.*, 2005a), y 38,32^a y 39,09^a g/kg (González *et al.*, 2005b), para FN y F_1 , respectivamente.

El promedio de 34,3 g/kg encontrado en el presente ensayo para el contenido de proteína láctea del biotipo FN, prácticamente coincide con el promedio estimado para el FN en su país de origen, el cual alcanza un valor de 34,2 g/kg (LIC, 2003).

Anrique *et al.* (2003), también determinaron un promedio significativamente mayor de proteína láctea, para vacas 50% Jersey, en relación a las razas puras (Overo Negro y Colorado), correspondiendo el promedio significativamente más elevado al genotipo 75% Jersey (36,9 g/kg), generándose una diferencia de 6 g/kg respecto al promedio de proteína láctea de las razas puras. La magnitud de esta diferencia es mayor a la observada en el presente estudio, para la comparación entre los promedios del contenido proteico de la leche de los biotipos FN y J₂, la cual alcanzó sólo a 2,2 g/kg, lo que se explicaría principalmente por el alto contenido proteico de la leche de las vacas FN evaluadas en el presente estudio. De acuerdo a otro trabajo efectuado en el país (Klein y Goic, 2000), la utilización de vacas Jersey puras de origen danés permitiría alcanzar contenidos de proteína láctea del orden del 4%, lo que representaría alrededor de 0,4% unidades porcentuales más en relación a los promedios determinados en el presente estudio para las cruzas J₁ y J₂, o aproximadamente 0,6 unidades porcentuales adicionales respecto al biotipo FN. En cambio al comparar las vacas Jersey puras utilizadas en dicho estudio con vacas Frisonas de origen no neozelandés, bajo un plano de alimentación alto, las diferencias entre genotipos fueron más evidentes: 4,04% y 3,04%, respectivamente.

Aún cuando el contenido proteico de la leche de los biotipos J₁ y J₂ fue significativamente mayor, en relación al biotipo FN, los resultados obtenidos para producción de leche se reflejaron en el comportamiento exhibido por la producción diaria de proteína, determinándose en definitiva el promedio más alto en las vacas FN, el cual se diferenció estadísticamente de J₂, pero no de J₁ (Cuadro 11).

Al analizar descriptivamente los resultados presentados en el Cuadro 11, es decir, sin considerar el análisis estadístico, podría señalarse que los valores más elevados de producción diaria de proteína, correspondieron a las vacas FN y los más bajos a las J₂, determinándose niveles intermedios para esta variable en las vacas J₁. Dicho ordenamiento sería compatible con lo informado en algunos trabajos neocelandeses, como el de López-Villalobos *et al.* (2000), quienes comprobaron producciones anuales de proteína de 121, 118 y 107 kg, para vacas Holstein Friesian, J₁ y Jersey, respectivamente. Análogamente, para vacas de los mismos biotipos, López-Villalobos y Garrick (2002) determinaron producciones de 131, 122 y 112 kg de proteína al año, respectivamente.

De los resultados presentados en el cuadro 11, se deduce que las vacas FN superaron, en un 12,7%, a las J₂ (75% Jersey), en lo referente a producción de proteína láctea. Dicha superioridad es compatible con lo informado en varios estudios efectuados en Nueva Zelanda, que denotan una superioridad en producción de proteína de las vacas Frisonas respecto a las Jersey. Bryant *et al.* (1985), encontraron promedios de 145 y 126 kg de proteína/lactancia, para dichos genotipos, respectivamente; lo que representa un 15% de su superioridad productiva para las vacas FN. Por su parte L'Huillier *et al.* (1988) también determinaron mayores producciones de proteína en las vacas Frisonas (13%), en comparación a las Jersey, aunque esta superioridad sólo fue evidente con niveles de suplementación elevados. Los resultados de Gibson (1986), muestran una superioridad productiva aún más evidente en la producción de proteína de las vacas Frisonas (29%), con respecto a las vacas Jersey.

La similitud observada entre los biotipos FN y J₁ para producción de proteína (Cuadro 11), no concordaría con los resultados obtenidos por González *et al.* (2005a), los cuales muestran un promedio significativamente mayor de producción de proteína láctea para la cruce F₁ respecto a la FN: 623,6 y 584,9 g/día, respectivamente ($P \leq 0,05$); lo que reflejaría una tendencia favorable al F₁ en lo referido a producción y contenido de proteína láctea. En cambio, coincidiría con lo informado por González *et al.* (2005b), dado que en dicho estudio no hubo diferencias estadísticamente significativas entre los mismos grupos genéticos, alcanzando los promedios de producción de proteína a 540^a y 550^a g/día para FN y F₁, respectivamente.

Por otra parte, los resultados del presente ensayo coincidirían parcialmente con los de Anrique *et al.* (2003), dado que dichos autores no determinaron diferencias significativas en producción de proteína entre los genotipos 0 y 50% Jersey, pero a diferencia del presente estudio, encontraron que la producción más elevada de proteína láctea correspondió al genotipo 75% Jersey ($P \leq 0,05$).

En el presente estudio, no se observó lo esperado en producción de sólidos, según la literatura neocelandesa (López-Villalobos y Garrick, 2005), ya que el volumen de leche producido por el ganado FN fue decisivo en el balance final, siendo la tendencia muy parecida a la observada en las producciones de leche.

A modo de resumen de los resultados analizados anteriormente, podría señalarse que la craza J₁ sólo difiere significativamente respecto a la raza pura en la concentración proteica de la leche y no presenta ninguna diferencia significativa con la craza J₂. Sin embargo, la comparación entre los biotipos FN y J₂ muestra diferencia significativa para la mayoría de las variables, exceptuando la concentración y producción de materia grasa.

El valor energético del kg de leche no varió significativamente con la incorporación de genes Jersey. Dicho resultado reflejaría la ausencia de diferencias en el contenido de grasa láctea, entre biotipos, y una escasa influencia del contenido proteico sobre ésta variable energética (Cuadro 11).

Estos resultados se asemejan a los encontrados en el trabajo de González *et al.* (2005b), en donde las diferencias para dicha variable no alcanzaron significancia estadística, determinándose promedios de 3,59 y 3,75 MJ/kg, en vacas FN y J₁, reflejando probablemente la similitud en la composición láctea de los animales de ambos biotipos. Sin embargo, difieren de los resultados obtenidos en otro estudio nacional, con animales de primera lactancia (González *et al.*, 2005a), en el cual se comprobó un promedio significativamente mayor para el valor energético del kilo de leche de las vacas F₁, en comparación con las FN: 3,40 y 3,24 MJ/kg, respectivamente ($P \leq 0,05$); resultado que coincide con un contenido de grasa significativamente mayor para el primer genotipo.

En contraposición a lo observado en el presente estudio, Anrique *et al.* (2003), determinaron un promedio significativamente menor para el valor energético del kilo de leche en vacas 0% Jersey, comparadas con vacas 50% Jersey, resultado que reflejaría principalmente un contenido de sólidos lácteos significativamente más bajo para el primer genotipo. Sin embargo, al igual que en el presente ensayo, dichos autores no encontraron diferencias significativas en el valor energético del kilo de leche, entre vacas 50% y 75% Jersey, las cuales presentaron promedios similares en el contenido de grasa láctea.

Por otra parte, la valorización energética de la producción diaria de leche (EPLD), es una variable importante de ser analizada, debido a que en su cálculo se incluye tanto el contenido de sólidos en la leche como también el volumen de leche producida en el día.

Dada la similitud observada entre genotipos para la composición láctea y el valor energético del kilo de leche, los resultados obtenidos en el presente ensayo en cuanto a este valor energético (EPLD), reflejarían esencialmente el comportamiento establecido para la producción diaria de leche; es decir, promedios significativamente más altos para el biotipo FN respecto al J₂ y valores intermedios para el genotipo J₁, el cual no se diferenció estadísticamente respecto a los otros biotipos (Cuadro 11).

La situación recién descrita se contrapondría a la evidenciada por González *et al.* (2005a), quienes determinaron un promedio significativamente mayor de EPLD para las vacas F₁ respecto a las FN: 61,3 y 56,6 MJ/día, respectivamente; resultado que reflejaría fundamentalmente la diferente composición láctea de ambos genotipos, dado que en dicho estudio no se observó diferencias en lo referente a PLSC, pero las producciones corregidas por grasa y por sólidos totales, fueron significativamente mayores para el primer genotipo.

Los resultados obtenidos por Anrique *et al.* (2003), también muestran un promedio significativamente mayor de EPLD para el genotipo 50% Jersey respecto al 0% Jersey, aunque al igual que en el presente ensayo, dichos autores no encontraron diferencias significativas para esta variable al comparar vacas 50 y 75% Jersey.

Los resultados del presente ensayo concordarían con lo informado por González *et al.* (2005b), en cuyo estudio no se encontraron diferencias estadísticamente significativas en la EPLD, entre vacas F₁ y FN, aunque los promedios determinados para ambos biotipos denotaron una tendencia inversa a la observada en el presente ensayo, lo que coincidió con la similitud de ambos biotipos en lo referente tanto a características de producción como de composición láctea.

Es importante destacar que el presente ensayo fue realizado con un número pequeño de animales y progenitores, y que la información presentada corresponde a dos períodos de 21 días, por lo que no representaría el comportamiento productivo de una lactancia completa. Por ésto sería conveniente confirmar con un mayor número de vacas y progenitores los resultados obtenidos en este ensayo, agregando además el comportamiento productivo en lactancias sucesivas.

Como se observa en el cuadro 11, tanto los valores de PV como de peso metabólico promedio durante el ensayo, presentaron diferencias estadísticas significativas entre los tres biotipos en estudio ($P \leq 0,05$); denotando una disminución en el valor de estas características con el incremento de la incorporación de genes Jersey.

Algunos trabajos realizados en Nueva Zelanda coinciden en señalar que vacas Frisonas presentan siempre mayores pesos vivos en comparación con vacas Jersey o sus cruzas. Así, Bryant *et al.* (1985) informan valores de PV promedio por lactancia de 402 y 365 kg en vacas Frisonas y Jersey, respectivamente. López-Villalobos *et al.* (2000) entregan valores de PV promedio por año de 481, 446 y 399 kg en vacas Holstein Friesian, F_1 y Jersey, respectivamente. El mismo ordenamiento de biotipos según PV, se aprecia a partir de los antecedentes aportados por López-Villalobos y Garrick (2002): 447, 400 y 353 kg de PV promedio por año, en vacas Holstein Friesian, F_1 y Jersey, respectivamente.

Del cuadro 11, se desprende que la diferencia entre los promedios de PV de los animales FN y J_1 alcanzó a 25,3 kg; valor que se sitúa dentro de los obtenidos por González *et al.* (2005a) y González *et al.* (2005b), en cuyos estudios las vacas F_1 pesaron 45 y 16,5 kg menos que las FN, siendo las diferencias estadísticamente significativas ($P \leq 0,05$), en el primer y segundo ensayo.

En cuanto a la variación del PV (Cuadro 11), nose encontró diferencias significativas entre biotipos, observándose en los tres grupos una tendencia de un incremento a medida que transcurría el presente ensayo, debido a que al comienzo las vacas todavía se encontraban en una edad de crecimiento (dos años como promedio). Estos resultados indicarían que las vacas destinaron parte de la energía consumida durante el primer tercio de lactancia a aumento de PV.

6.2. Producciones por unidad de peso vivo.

Debido a que el peso de los animales de los tres biotipos no es el mismo, es necesario analizar las producciones de leche y de sólidos (Cuadro 11), en base al PV de cada uno, resultados que se presentan en el cuadro 12.

CUADRO 12. Producciones diarias por kilogramo de peso vivo (PV), en vacas primíparas Frisón Neozelandés (FN), J₁ (50% Jersey - 50% Frisón Neozelandés) y J₂ (75% Jersey - 25% Frisón Neozelandés) a pastoreo.

Variable Analizada	Biotipo					
	FN		J ₁		J ₂	
	Promedio ¹	(EE) ²	Promedio	(EE)	Promedio	(EE)
Producción de Leche:						
Sin corregir (g/kg PV)	51,6 ^a	(1,48)	50,4 ^a	(1,75)	54,6 ^a	(1,60)
Corregida a 4% de Mat. Grasa (g/kg PV)	55,2 ^a	(1,74)	55,5 ^a	(2,06)	60,6 ^a	(1,88)
Producción de Sólidos Lácteos:						
Materia Grasa (g/kg PV)	2,31 ^a	(0,084)	2,36 ^a	(0,099)	2,58 ^a	(0,90)
Proteína (g/kg PV)	1,77 ^a	(0,053)	1,80 ^{ab}	(0,063)	1,99 ^b	(0,080)

^{a, b} Letras distintas en sentido horizontal indica que existe diferencia estadísticamente significativa ($P \leq 0,05$).

¹ Promedio Mínimo Cuadrado.

² Error estándar.

La importancia de analizar la eficiencia biológica, expresada como unidad de producto respecto a la unidad de PV, radica en que este parámetro es un indicador productivo que se relaciona del consumo de MS por unidad de PV y la eficiencia de conversión de dicho consumo en un producto final.

Como se observa en el cuadro anterior, los biotipos evaluados no se diferenciaron estadísticamente entre sí, tanto en lo referente a producción de leche sin corregir/kg PV, como en producción de leche corregida por contenido de grasa/kg PV. Ello indicaría que no obstante las diferencias encontradas entre los biotipos extremos (FN y J₂), para producción de leche sin corregir y corregida por grasa, y PV (Cuadro 11), resultarían similares desde el punto de vista de sus producciones por unidad de PV.

Tampoco se encontró un efecto significativo del cruzamiento Jersey x FN, para la producción de grasa/kg PV, efecto que sí se observó para la producción de proteína/kg PV, estableciéndose la diferencia entre los biotipos FN y J₂, siendo este último el más eficiente (Cuadro 12). Estos resultados coinciden con los descritos para la producción de grasa, pero no para la producción de proteína láctea, donde las vacas J₂ mostraron un promedio menor que las FN (Cuadro 11). Ello indicaría que el biotipo J₂ es más eficiente que el FN, en términos de producción de proteína láctea por unidad de PV, resultado que se explicaría por su mayor contenido de proteína en la leche y bajo PV respecto al FN.

Al expresar las producciones de leche y de sólidos lácteos por unidad de PV, sólo se encuentran diferencias para la producción de proteína láctea, las cuales fueron observadas entre biotipos extremos (Cuadro 12). Sin embargo, González *et al.* (2005a) y González *et al.* (2005b), observaron que las diferencias entre los biotipos FN y F₁ fueron en todos los casos altamente significativas ($P \leq 0,05$) a favor de F₁.

Muchas de las diferencias en requerimientos nutricionales, eficiencia de conversión del alimento, carga animal y productividad por unidad de superficie entre vacas lecheras, se explican por diferencias en el PV de las mismas (Holmes *et al.*, 2002).

A pesar que en el presente estudio el cruzamiento con la raza Jersey resultó, como era esperable, en una disminución significativa del PV, éste efecto no motivó una superioridad de J₁ y J₂, con respecto a FN (Cuadro 12). La razón por la cual esta respuesta no fue marcadamente superior, es el alto *performance* alcanzado por la raza Frisona.

6.3. Utilización de la energía metabolizable.

Aplicando las fórmulas entregadas por AFRC (1993), con los valores presentados en el cuadro 11, se obtuvieron los requerimientos de Energía Metabolizable para mantención, producción, CPV y gestación (Cuadro 13).

CUADRO 13. Estimación de la utilización de la energía metabolizable para cada una de las funciones biológicas.

Funciones Biológicas	FN		J ₁		J ₂	
	MJ/día	% ¹ total	MJ/día	% total	MJ/día	% total
Mantención	48,3 ^a	25,86	46,2 ^b	26,73	40,9 ^c	25,90
Producción de leche	121,6 ^a	65,10	115,8 ^{ab}	66,98	105,8 ^b	67,00
Cambio de peso	16,8 ^a	8,99	10,8 ^a	6,25	11,2 ^a	7,09
Gestación	0,09 ^a	0,05	0,07 ^a	0,04	0,03 ^a	0,01
Total	186,9 ^a	100,0	172,9 ^{ab}	100,0	157,9 ^b	100,0

^{a, b} Letras distintas en sentido horizontal indica que existe diferencia estadísticamente significativa ($P \leq 0,05$).

¹ Porcentaje indica proporción del total de Energía Metabolizable consumida que se destina a cada proceso.

Los resultados presentados en el cuadro 13 indican que el requerimiento total de EM disminuye, a medida que aumenta la incorporación de genes Jersey sobre el biotipo FN, determinándose diferencias significativas sólo entre las vacas FN y J₂. Este resultado parece reflejar principalmente las diferencias en los requerimientos de EM para producción de leche y mantención, dado que no hubo diferencias significativas entre biotipos en los requerimientos de EM para CPV y gestación.

Aún cuando no se observó grandes diferencias entre biotipos en la proporción de EM destinada a mantención (Cuadro 13), las vacas FN tienen un requerimiento significativamente mayor de EM para mantención, comparadas con las J₁ y J₂.

Estos resultados concuerdan con los obtenidos por González *et al.* (2005a), quienes determinaron que los requerimientos de Energía Metabolizable para mantención fueron un 7,8% mayores en vacas FN respecto de las F₁. González *et al.* (2005b) también

informan menores costos energéticos de mantención en la cruce, con requerimientos de 53,9 y 45,6 MJ al día para FN y F₁ respectivamente (P≤0,05).

Por otra parte, las vacas FN, J₁ y J₂ destinaron también porcentajes similares de la Energía Metabolizable consumida a producción. Sin embargo, el requerimiento más elevado de EM para producción de leche correspondió a las vacas FN y el más bajo a las J₂, determinándose un valor intermedio en los animales J₁: 121,6^a, 115,8^{ab} y 105,8^b MJ al día, respectivamente, habiendo sólo diferencia estadísticamente significativa entre FN y J₂ (P≤0,05).

Esta situación mostraría una mínima diferencia entre los biotipos FN y J₁, comparada con los resultados obtenidos por González *et al.* (2005b), quienes determinaron valores de 84,65 y 89,15 MJ/día de EM destinada a producción de leche, que representan el 55,5 y 62,6% de la EM consumida, para FN y F₁, respectivamente. Análogamente, González *et al.* (2005a), comprobaron que las vacas de este último biotipo destinaron a producción de leche 100,2 MJ/día, cifra que corresponde a un 60,0% del total de la Energía Metabolizable ingerida, a diferencia de FN que destinó a dicha función biológica sólo el 52,9% de un total de 174,7 MJ/día de EM consumida.

Por otra parte, los resultados del presente ensayo serían coincidentes con los informados por Bryant *et al.* (2003), quienes al evaluar vacas Jersey de alto mérito genético encontraron que destinaron a producción un 67% de la Energía Metabolizable consumida, en la lactancia inicial; valor idéntico al determinado en el presente estudio para el biotipo J₂.

López-Villalobos *et al.* (2000) reportaron requerimientos de MS para mantención en vacas Holstein Friesian, F₁ y Jersey de 1.867, 1.774 y 1.635 kg/año, respectivamente. Los valores correspondientes a producción de leche fueron 1.838, 1.799 y 1.636 kg MS/año. Este mismo ordenamiento de biotipos fue observado en el presente estudio, al comparar los requerimientos de EM para mantención y producción de las vacas FN, J₁ y J₂ (Cuadro 13).

Cabe destacar, que el mayor requerimiento de EM para mantención presentado por FN se debe principalmente al PV y PV^{0,75} más elevados. Según lo anterior, las vacas J₂

podrían presentar mayores cargas animales por unidad de superficie/año que las vacas FN, debido principalmente a sus menores requerimientos de mantención.

6.4. Consumo de materia seca (CMS).

La fracción agua del forraje es considerablemente variable, de acuerdo principalmente al estado fenológico de las especies que componen la pradera (Teuber y Elizalde, 1999). Por esta razón, para tener una estimación objetiva del consumo efectuados por los animales, se debe considerar sólo la fracción sólida del forraje. En el siguiente cuadro se muestran los consumos de Materia Seca promedios para cada biotipo.

CUADRO 14. Consumo diario de pradera, base materia seca, en vacas primíparas Frisón Neozelandés (FN), J₁ (50% Jersey - 50% Frisón Neozelandés) y J₂ (75% Jersey - 25% Frisón Neozelandés) a pastoreo.

Consumo de Pradera	Biotipo					
	FN		J ₁		J ₂	
	Promedio ¹	(EE) ²	Promedio	(EE)	Promedio	(EE)
CMS/vaca (kg)	15,57 ^a	(0,47)	14,41 ^{ab}	(0,55)	13,15 ^b	(0,51)
CMS/100 kg de Peso Vivo (kg)	3,57 ^a	(0,110)	3,49 ^a	(0,130)	3,82 ^a	(0,118)

^{a, b} Letras distintas en sentido horizontal indica que existe diferencia estadísticamente significativa ($P \leq 0,05$).

¹ Promedio Mínimo Cuadrado.

² Error estándar.

Los resultados que aparecen en el cuadro 14 muestran una tendencia de disminución del CMS/vaca, a medida que aumenta la proporción de genes Jersey en los cruzamientos con vacas FN, estableciéndose diferencias estadísticamente significativas sólo entre los biotipos FN y J₂ ($P \leq 0,05$). Sin embargo, al analizar el CMS/100kg PV, se obtuvieron promedios similares y que no se diferenciaron estadísticamente entre los biotipos en estudio. Los promedios de consumo están dentro de lo rangos esperados, considerando los niveles de producción y peso de los animales, de acuerdo a la información entregada por Forbes (1986).

Sin embargo, Mackle *et al.* (1996) determinaron consumos relativos mucho más bajos en la primera etapa de la lactancia. Los autores atribuyen este resultado, fundamentalmente, a la falta de adaptación digestiva y metabólica en esta etapa. El presente ensayo se efectuó después de los 53 días de lactancia, por lo que dicho efecto

no estaría presente en los resultados obtenidos, al igual que lo observado por González *et al.* (2005a), cuyo trabajo fue realizado después de los dos primeros meses de lactancia y tampoco se observaron consumos bajos (3,20 y 3,40 kg de MS/100 kg de PV para FN y F₁, respectivamente).

Del cuadro 14 se desprende una superioridad de 18,4% en el consumo absoluto (CMS/vaca), del biotipo FN respecto al J₂. Ello se debería a los mayores requerimientos totales diarios de Energía Metabolizable (REMT) de FN (Cuadro 13), producto principalmente de requerimientos más altos en Energía Metabolizable para mantención y producción, lo que reflejaría la dependencia entre el nivel de consumo y los requerimientos energéticos del animal.

Los resultados obtenidos en el presente trabajo, difieren de los encontrados por González *et al.* (2005a y b), quienes comprobaron diferencias significativas en el CMS absoluto entre animales J₁ y FN, correspondiendo en ambos estudios el promedio más bajo a la cruce F₁.

En algunos trabajos realizados en Nueva Zelanda (López-Villalobos *et al.*, 2000; López-Villalobos y Garrick, 2002), se informan consumos absolutos anuales mayores en vacas Holstein Friesian, en comparación con las Jersey y la cruce de ambas razas. En otros trabajos realizados en dicho país (Gibson, 1986; L'Huillier *et al.*, 1988), se ha estimado que las vacas Frisonas consumieron un 20 y 13% más de MS que las vacas Jersey, respectivamente; valores que resultarían similares al determinado en el presente trabajo, para la superioridad en el nivel de CMS del biotipo FN respecto del J₂.

Por su parte, Mackle *et al.* (1996) también informan mayores consumos absolutos diarios en vacas FN con respecto a vacas Jersey, superioridad que alcanzó valores de entre 1,5 y 2,4 kg, durante toda la lactancia. Ello sería compatible con lo observado en el presente ensayo, donde dicha diferencia fue de 2,42 kg/MS/día, con la salvedad que tal diferencia corresponde a la comparación del biotipo FN con el J₂, y no con la raza Jersey pura.

La información anterior discrepa de lo observado por Bryant et al. (1985), quienes determinaron que las vacas Frisonas presentaron un consumo absoluto menor que las Jersey, durante toda la lactancia (70 kg).

El consumo relativo es una expresión conjunta obtenida del cociente entre el consumo absoluto de MS y el PV del animal (CMS/100 kg PV). Como se señaló, la comparación de esta variable no mostró diferencias significativas ($P > 0,05$), entre los biotipos en estudio (Cuadro 14).

Al igual que en el presente trabajo, González *et al.* (2005a), no encontraron diferencias significativas, ($P > 0,05$) en el consumo relativo de vacas FN y F₁, evidenciando sólo una tendencia a un mayor consumo para la cruce: 3,20 y 3,40 kg MS/100 kg PV para cada grupo genético, respectivamente. Por otra parte, en el trabajo de González *et al.* (2005b), tampoco se evidenció una diferencia significativa en el consumo relativo de MS entre vacas FN y F₁, cuyos promedios fueron 2,97 y 3,28 kg MS/100 kg PV, respectivamente. Esta tendencia a un mayor consumo relativo de MS de las cruces, opuesta a la encontrada en el presente estudio, ha sido observada en la Estación Experimental Oromo durante varios años de ensayos, con vacas que poseen distinto porcentaje de Jersey (González *et al.* 2005a).

Cabe mencionar que la similitud del CMS/100 kg PV de las vacas FN y J₂ (Cuadro 14), podría no ser consistente con lo informado en la literatura, debido a que las vacas Jersey tienen una mayor capacidad del tracto digestivo en relación al peso corporal. Sin embargo, se debe tener presente que en el presente trabajo sólo se trabajó con cruces y no con la raza pura.

Al respecto, Nagel y Piatkowski (1988) (citados por Brade, 1992), informan que las vacas Jersey tienen una mayor capacidad de consumo y uso del alimento consumido, en comparación las vacas Frisonas, debido a que poseen un rumen más desarrollado, 39% más volumen por unidad de PV, lo que les permite consumir 18% más de MS por unidad de PV. Si a esto se le suma la tasa de pasaje del alimento por el tracto digestivo, 20% mayor en vacas Jersey, a pesar que ambas razas son igualmente eficientes en digerir la materia orgánica consumida, y que el volumen absoluto del rumen es un

15,9% mayor en vacas Frisonas, se determina que ambas razas poseen una capacidad semejante para incluir los nutrientes digeridos hacia las distintas vías metabólicas.

Grainger y Goddard (2005) revisaron una serie de trabajos tendientes a comparar el consumo relativo de MS entre las razas Holstein y Jersey. De acuerdo a la información recopilada en diez experimentos, el consumo relativo del Jersey fue 14,2% superior al del Holstein, observándose la mayor superioridad en aquellos ensayos en que se aportaron raciones completas. Sin embargo, en los trabajos realizados a pastoreo, el consumo relativo del Jersey fue sólo un 7,6% mayor que el del Holstein; cifra que se acerca al 7,00% observado en el presente trabajo, para la superioridad en consumo relativo de MS del J₂ respecto del FN, pero que no alcanzó significancia estadística (Cuadro 14). De acuerdo a Grainger y Goddard (2005), la mayor capacidad de consumo de las vacas Jersey se explicaría por el mayor peso del tracto gastrointestinal por unidad de PV, con respecto tanto a los animales Holstein como los Frisones.

Diversos trabajos realizados en Nueva Zelanda (Taylor *et al.*, 1986; L'Huillier *et al.*, 1988; Mackle *et al.*, 1996; Thomson *et al.*, 2001), corroborarían que las vacas Jersey tienden presentar mayores consumos relativos que las vacas FN, en diferentes condiciones pastoriles.

6.5. Eficiencia de conversión alimenticia.

Además del biotipo, efecto que refleja diferencias en el potencial genético, la eficiencia de conversión alimenticia (ECA), está influenciada por otros factores propios del animal, así como también de la pradera a la que éste accede. Entre los primeros, la etapa de lactancia, el tamaño y el cambio de peso vivo juegan un papel relevante, ya que determinan la importancia relativa de las diferentes vías de utilización de la Energía Metabolizable ingerida (González *et al.*, 2005a).

Al relacionar la cantidad de alimento consumido con la cantidad de leche y sólidos lácteos producidos, se obtienen varias expresiones de eficiencia de conversión alimenticia. La ECA es importante, ya que al ser de una magnitud alta, la producción de leche y sólidos sería más eficiente energéticamente.

CUADRO 15. Eficiencia de conversión alimenticia¹ en vacas primíparas Frisón Neozelandés (FN), J₁ (50% Jersey - 50% Frisón Neozelandés) y J₂ (75% Jersey - 25% Frisón Neozelandés) a pastoreo.

Variable Analizada	Biotipo					
	FN		J ₁		J ₂	
	Promedio ²	(EE) ³	Promedio	(EE)	Promedio	(EE)
Producción de leche:						
Sin corregir (kg/kg MS)	1,46 ^a	(0,037)	1,46 ^a	(0,044)	1,43 ^a	(0,040)
Corregida a 4% de Mat. Grasa (kg/kg MS)	1,55 ^a	(0,038)	1,60 ^a	(0,045)	1,59 ^a	(0,041)
Producción de Sólidos Lácteos:						
Materia Grasa (g/kg MS)	64,83 ^a	(1,81)	67,89 ^a	(2,14)	67,76 ^a	(1,96)
Proteína (g/kg MS)	49,81 ^a	(1,26)	52,31 ^a	(1,49)	52,05 ^a	(1,36)

^{a, b} Letras distintas en sentido horizontal indica que existe diferencia estadísticamente significativa ($P \leq 0,05$).

¹ Producto/kg MS consumida (ECA).

² Promedio Mínimo Cuadrado.

³ Error estándar.

Para las cuatro variables de ECA que se analizaron, no se encontraron diferencias significativas entre biotipos ($P > 0,05$), determinándose promedios cuyos valores estarían dentro de lo esperado (Cuadro 15).

Estos resultados no coincidirían con lo informado en otros estudios, los cuales muestran resultados variables entre genotipos en cuanto a la ECA. Así, González *et al.* (2005a), determinaron una mayor ECA para vacas F₁ respecto a las FN, estableciendo diferencias significativas entre ambos biotipos ($P \leq 0,05$), en todas las variables de eficiencia analizadas. En cambio, Bryant *et al.* (1985) y Gibson (1986), observaron una mayor eficiencia de conversión del alimento en leche para las vacas Frisonas con respecto a las Jersey; siendo ésta 21% y 23%, más elevada en cada trabajo, respectivamente.

Por otra parte, Mackle *et al.* (1996), no detectaron diferencia en la ECA para PLSC, entre vacas Jersey y FN, situación equivalente a la observada en el presente ensayo, ya que FN y J₂, presentaron eficiencias similares (Cuadro 15). Además, análogamente a lo informado por estos autores, en el presente trabajo no se encontró diferencias significativas en la eficiencia de transformación de alimento en proteína, entre dichos biotipos.

Independiente del biotipo, las eficiencias de conversión se incrementan cuando las producciones de leche se expresan corregidas a 4% de materia grasa. En este sentido, en el presente trabajo no se observaron diferencias significativas entre J₂, J₁ y FN, presentando promedios de 1,59^a, 1,60^a y 1,55^a kg de leche corregida/kg MS consumida, respectivamente (Cuadro 15). Ello se debería en gran medida a la similitud en el contenido de grasa láctea observado en las vacas FN, J₁ y J₂ (Cuadro 11), por lo que la eficiencia de producción de grasa láctea/unidad de MS consumida tampoco fue significativamente distinta entre biotipos.

Los resultados obtenidos en el presente estudio, en cuanto a la eficiencia en PLC, no coinciden con los de González *et al.* (2005b), en la magnitud de los valores alcanzados, dado que estos autores determinaron eficiencias de 1,18 y 1,29 kg de leche corregida/kg de MS consumida para FN y F₁, respectivamente. Sin embargo, al igual que en el presente trabajo, en dicho estudio tampoco se evidenció una diferencia significativa entre ambos grupos genéticos.

En el presente trabajo J₁ no mostró una mayor eficiencia de conversión del alimento para las producciones de grasa y proteína láctea en comparación con las eficiencias presentadas por FN y J₂, con producciones de 67,89^a g de grasa y 52,31^a g de

proteína/kg de MS consumida (Cuadro 15). Por otra parte, los promedios correspondientes a FN y J₂ alcanzaron a 64,83^a y 67,76^a g de grasa/kg de MS consumida, y 49,81^a y 52,05^a g de proteína/kg de MS consumida, respectivamente (P>0,05).

A pesar que existe muy poca información disponible en la literatura, para compararla con los resultados obtenidos en el presente trabajo, resulta interesante señalar que se ha determinado que la eficiencia de conversión a grasa más proteína láctea fue de 106,3 y 115,4 g/kg de MS en la razas Holstein y Jersey, respectivamente; de acuerdo al promedio de tres trabajos efectuados en condiciones pastoriles, según la revisión de Grainger y Goddard (2005). Dichos valores se asemejan a los obtenidos en este trabajo (114,64 y 119,81 g/kg de MS, para FN y J₂, respectivamente), aún cuando se han de considerar sólo como referencia, toda vez que los animales J₂ tienen una composición aditiva que alcanza a sólo un 75% de genes Jersey.

A diferencia a lo observado en el presente ensayo, Bryant *et al.* (1985) determinaron una mayor eficiencia durante la lactancia completa para las vacas Frisonas, en comparación con la eficiencia presentada por las vacas Jersey, con valores de 45 y 41 g de grasa producida/kg de MS consumida, respectivamente. Sin embargo, hay que tener en cuenta que los resultados obtenidos en el presente ensayo pueden no ser representativos de una lactancia completa.

Los resultados del presente estudio, tampoco coincidirían con los de González *et al.* (2005a), quienes determinaron una superioridad significativa de las vacas F₁, con valores de eficiencias de conversión para producciones de grasa y proteína de 63,88 y 48,40 g/kg de MS, superando a las FN en 17,4 y 11,4%, respectivamente. En cuanto a ECA para producción de grasa, González *et al.* (2005b) corroboraron las diferencias estadísticas observadas en el estudio previo entre FN y F₁, obteniendo promedios de 51,1 y 57,6 g de grasa/kg de MS consumida, respectivamente. Sin embargo, no encontraron diferencias estadísticas entre biotipos en la ECA para producción de proteína, con promedios de 40,3 y 42,6 g de proteína/kg de MS de alimento, respectivamente; situación equivalente a la verificada en el presente ensayo.

En el trabajo de González *et al.* (2005a), se observó claramente una mayor eficiencia de conversión para sólidos totales en el F₁ con respecto al FN, alcanzando la superioridad a 14,8%. Según los mismos autores, en ensayos comparativos entre FN y Jersey, realizados en Nueva Zelanda, la eficiencia de conversión del alimento de las vacas Jersey tiende a ser mayor que la de las Frisonas, principalmente cuando se analiza como producto la materia grasa y, en segundo término, la proteína láctea, lo que coincide con lo observado en su estudio. En el presente ensayo, no se evidenció esta situación, debido probablemente al elevado contenido de sólidos lácteos de las vacas FN, que además exhibieron producciones de grasa similares a la de las vacas J₁ y J₂, superando incluso a las J₂ en producción diaria de proteína (Cuadro 11).

L'Huillier *et al.* (1988), analizando datos obtenidos en la lactancia intermedia, encontraron una superioridad de 9,8% y 1,0% del Jersey sobre el FN en las eficiencias para producir materia grasa y proteína láctea, respectivamente; con producciones de grasa de 61 y 67 g/kg de MS consumida, para las vacas Frisonas y Jersey, respectivamente.

Otros resultados de interés son los informados por Mackle *et al.* (1996), quienes comprobaron eficiencias de conversión del alimento (ECA), 18 y 11,7% superiores en las vacas Jersey con respecto a las FN, en producción de materia grasa y sólidos lácteos totales, alcanzando los promedios de las Jersey valores de 78,5 y 128,5 g/kg de MS consumida, respectivamente.

La comparación de los promedios de eficiencia de conversión del alimento presentados en el cuadro 15 con los informados por González *et al.* (2005a), confirmaría la interacción existente entre la etapa de lactancia y el valor alcanzado por la ECA, disminuyendo esta última conforme avanzan los días en lactancia.

Las vacas FN del presente ensayo fueron 11,45%, 15,67%, 19,15% y 14,69% más eficientes en convertir el alimento consumido en leche sin corregir, leche corregida por grasa, materia grasa y proteína láctea, que las vacas FN del ensayo realizado por González *et al.* (2005a), respectivamente. Así mismo, las vacas J₁ del presente ensayo fueron 3,55%, 5,26%, 6,28% y 8,08% más eficientes en convertir el alimento consumido en leche sin corregir, leche corregida por grasa, materia grasa y proteína

láctea, que las vacas F_1 del ensayo de González *et al.* (2005a), respectivamente. Esta situación se debería a que las vacas del presente ensayo se encontraban en una lactancia más temprana al momento de su comienzo (81 días, en promedio), con 53 y 109 días en el primer y segundo período, respectivamente. Las vacas del ensayo de González *et al.* (2005a), se encontraban en una lactancia más tardía (137,3 días, en promedio), con 66, 126 y 220 días en el primer, segundo y tercer período, respectivamente.

6.6. Eficiencia bruta de utilización de la energía metabolizable y la proteína cruda.

La ECA es la relación existente entre los kilos de leche producidos y kilos de MS de alimento consumido. Esta medición es global, ya que no especifica el comportamiento de los nutrientes contenidos en el alimento. Por lo tanto, es importante conocer la relación que existe entre éstos y los contenidos en la leche.

La relación entre la Energía Metabolizable del alimento con la producida en la leche se conoce como Eficiencia Bruta de utilización de la Energía Metabolizable, o Eficiencia Energética Bruta (EEB), la cual puede corregirse por el cambio de peso vivo (EEBC), denominándose Eficiencia Proteica Bruta (EPB), a la relación entre la proteína contenida en la leche y el alimento.

CUADRO 16. Eficiencia bruta de utilización de la energía metabolizable y proteína cruda, en vacas primíparas Frisón Neozelandés (FN), J₁ (50% Jersey - 50% Frisón Neozelandés) y J₂ (75% Jersey - 25% Frisón Neozelandés) a pastoreo.

Eficiencia	Biotipo					
	FN		J ₁		J ₂	
	Promedio ¹	(EE) ²	Promedio	(EE)	Promedio	(EE)
Energética Bruta (EEB) ³ (%)	40,26 ^a	(0,95)	41,76 ^a	(1,12)	41,42 ^a	(1,02)
Energética Bruta corregida por cambio de peso vivo (EEBC) ³ (%)	43,84 ^a	(0,34)	44,01 ^a	(0,40)	44,24 ^a	(0,36)
Proteica Bruta (EPB) ³ (%)	21,96 ^a	(0,56)	23,18 ^a	(0,63)	23,08 ^a	(0,61)

^{a, b} Letras distintas en sentido horizontal indica que existe diferencia estadísticamente significativa ($P \leq 0,05$).

¹ Promedio Mínimo Cuadrado.

² Error estándar.

³ Según definición en el texto.

Los resultados obtenidos al analizar las EEB, EEBC y EPB se entregan en el cuadro 16. Para las tres variables estudiadas, no se observó diferencias significativas entre biotipos ($P > 0,05$), lo que reflejaría la similitud en composición láctea de las vacas FN, J₁ y J₂ (Cuadro 11). En cambio, González *et al.* (2005a), sí observaron diferencias muy

significativas ($P \leq 0,05$), en las mismas variables, a favor del F_1 , comparado con la raza pura.

La diferencia entre EEB y EEBC permite estimar el impacto del empleo o depositación de reservas corporales sobre EEB (EPLD/EM consumida). La EEBC es una estimación más precisa, toda vez que intenta eliminar el sesgo producido por la energía aportada por las reservas corporales o, alternativamente, el que se genera por la fracción de la EM consumida que es destinada a aumento de peso, según corresponda (González *et al.*, 2005a).

Al igual que en el trabajo de L'Huillier *et al.* (1988), los valores de EEB subieron al corregirlos por CPV (Cuadro 16), debido a que en los tres grupos genéticos, parte de la energía se destinó a aumento de peso (Cuadro 11). Sin embargo, a pesar que este aumento fue de distinta magnitud; 3,58, 2,25 y 2,82 puntos porcentuales en FN, J_1 y J_2 , respectivamente, no hubo diferencias estadísticas entre biotipos para la EEBC (Cuadro 16). Esta situación es consistente con la ausencia de diferencias entre biotipos en lo referente a CPV (Cuadro 11) y permitiría afirmar que los tres biotipos fueron igualmente eficientes en transformar la energía del alimento en energía láctea.

Los resultados obtenidos para el biotipo J_2 , podrían considerarse compatibles con lo informado en la literatura neocelandesa, la cual muestra resultados variables para la comparación de la EEB entre vacas Frisonas y Jersey. Mackle *et al.* (1996), obtuvieron promedios para EEB que denotan una mayor eficiencia para esta última raza: 36,7 y 42,7% en vacas FN y Jersey, respectivamente. En cambio, L'Huillier *et al.* (1988) determinaron una mayor eficiencia de utilización de la EM consumida para producción de leche en vacas Frisonas con respecto a las Jersey.

Aunque no significativa, en el presente estudio existió una mayor distancia, entre los biotipos en la EPB, que en las eficiencias energéticas ($P > 0,05$). Los promedios de la EPB para FN, J_1 y J_2 fueron 21,96^a, 23,18^a y 23,08^a%, en el mismo orden (Cuadro 16). En el trabajo de González *et al.* (2005a), sí se pudo observar una superioridad del biotipo F_1 respecto del FN (11,5%), con un valor de 32,70% de EPB.

Debido a que en las variables de ECA (Cuadro 15), EEB y EPB (Cuadro 16), no se observó ninguna diferencia estadística entre los tres biotipos estudiados, verificándose sólo una diferencia en cuanto a producción proteica / kg de PV entre biotipos extremos (FN y J₂), (Cuadro 12), no fue posible demostrar que los biotipos Jersey (J₁ y J₂), tuvieran una mayor eficiencia biológica con respecto al FN.

6.7. Carga animal y productividad por unidad de superficie.

La productividad de un plantel lechero se puede medir en términos de niveles productivos individuales y por unidad de superficie. Al definir un cierto número de animales por hectárea/año, se establece el concepto de carga animal. La cantidad de animales está relacionada principalmente con la productividad de la pradera, la disponibilidad del forraje y los requerimientos del animal (Parsons *et al.*, 1994). Las dos formas de evaluar la productividad no se oponen, sino que son distintas y la adopción de una u otra forma la definirá, entre otros, factores de mercado como el precio de la leche, el precio de los alimentos concentrados y el grado de rentabilidad de la lechería. En general, los predios que presentan una baja carga animal, suelen tener animales de razas grandes y de elevado nivel productivo; por otra parte, los predios con una carga animal alta tienen generalmente animales de menor tamaño y menor nivel productivo y, en consecuencia, menores requerimientos de mantención.

CUADRO 17. Carga animal, producción de leche, grasa y proteína por hectárea, factible de alcanzar en vacas primíparas Frisón Neozelandés (FN), J₁ (50% Jersey - 50% Frisón Neozelandés) y J₂ (75% Jersey - 25% Frisón Neozelandés) a pastoreo.

Variable analizada	Biotipo		
	FN	J ₁	J ₂
Carga animal (vacas/ha/año)	1,41	1,53	1,67
Producción (kg/ha):			
Leche	11.579,6	11.599,9	11.398,6
Grasa	516,8	542,1	540,0
Proteína	396,4	414,5	416,6

Lactancias promedio de 280 días.

Como se observa en el cuadro 17, asumiendo un consumo de 8 toneladas de MS/ha/año, para una pradera con un contenido promedio de 12,05 MJ/kg de MS, sería factible sustentar una carga animal de 1,41, 1,53 y 1,67 vacas/ha con animales FN, J₁ y J₂, respectivamente. En estas condiciones, las vacas de los tres biotipos tendrían producciones similares de leche/ha. Sin embargo, con la incorporación de la raza Jersey sobre la FN se tendería a aumentar la producción de sólidos/ha, sin registrarse mayores diferencias a este respecto entre los biotipos J₁ y J₂.

Los resultados de estas estimaciones, concordarían parcialmente con las de González *et al.* (2005a), quienes estimaron producciones de 10.124; 463,7 y 351,3 kg/ha de leche, grasa y proteína para F₁, superando al FN en 8,1; 17,0 y 11,6%, respectivamente. Según los autores, la tendencia respecto de la mayor producción de sólidos lácteos/ha de las vacas F₁, estaría dentro de lo esperado, de acuerdo a los resultados obtenidos en Nueva Zelanda (Holmes *et al.*, 2002). Sin embargo, a diferencia de lo informado por González *et al.* (2005a), los resultados del presente ensayo, muestran producciones de leche/ha similares para los biotipos FN y J₁, situación que coincide con la descrita por López-Villalobos y Garrick (2002), quienes informan producciones similares por unidad de superficie para vacas FN y F₁.

Como se ha señalado, los valores de producción de leche y sólidos por unidad de superficie presentados en el cuadro 16, constituyen estimaciones que no representan el comportamiento productivo y la eficiencia biológica de una lactancia completa, debido a que este estudio sólo fue realizado en el primer tercio de lactancia. El factor etapa de lactancia, podría explicar en parte las discrepancias en relación a los valores de producción por unidad de superficie informados por González *et al.* (2005a), dado que su ensayo se realizó hasta los 241 días de lactancia, a diferencia de los 130 días del presente ensayo, período en que se registran las mayores producciones de la lactancia.

Bajo estas condiciones de manejo, las vacas J₁ expresaron producciones de leche por unidad de superficie similares a FN, y una mayor producción de grasa (4,90%) y proteína (4,57%), respecto a las FN; superioridad menos evidente que la encontrada por González *et al.* (2005a): 17,0% y 11,6%, respectivamente.

La posibilidad de lograr una producción más elevada de sólidos/ha (Cuadro 16) asociada a su menor PV (Cuadro 11), con consumos por unidad de PV, eficiencias de conversión alimenticia, y de utilización de la energía y proteína similares (Cuadros 14, 15 y 16), le otorgarían al biotipo J₁ ciertas ventajas comparado con el FN, bajo determinadas condiciones de mercado y sistemas de producción.

Las aptitudes mencionadas anteriormente le conferirían a la cruce Jersey x FN ventajas comparativas en los sistemas productivos del sur de Chile, debido a que la capacidad y potencial productivo de estos sistemas son muy superiores a los rendimientos reales

actuales. En la Región de los Lagos, hoy en día se produce un promedio de aproximadamente 3.000 litros de leche/ha/año, cifra muy inferior en comparación a los casi 10.000 litros de leche/ha/año alcanzados por los productores más eficientes (Martinic, 2005). En este escenario, las ventajas de la cruce Jersey x FN para incrementar la producción de sólidos lácteos, se harían más evidentes si las industrias lecheras valoraran mejor el precio pagado por los sólidos.

7. CONCLUSIONES

De acuerdo a los resultados obtenidos en el presente estudio, la incorporación de la raza Jersey, en cruzamientos con Frisón Neozelandés:

1. Disminuye marcadamente el peso vivo de los animales y, en consecuencia, los requerimientos de Energía Metabolizable para mantención.
2. Baja el volumen de producción, observándose además, sólo un incremento en el contenido de proteína láctea. Este no fue, sin embargo, de la suficiente magnitud para evitar una merma productiva en proteína y en la valoración energética de la producción de leche.
3. Induce una disminución en los requerimientos totales de Energía Metabolizable y en el consumo absoluto de materia seca.
4. No tiene influencia alguna en la eficiencia de conversión alimenticia y el consumo relativo de materia seca. Este hecho se traduce en una producción semejante de leche y grasa láctea, por unidad de peso vivo.
5. Permitiría aumentar la carga animal por unidad de superficie, debido a los menores requerimientos de Energía Metabolizable por animal, lo que posibilitaría incrementar la productividad de sólidos lácteos por unidad de superficie, sin un aumento proporcional en el volumen que los contiene.

8. BIBLIOGRAFÍA

ARC (AGRICULTURAL RESEARCH COUNCIL). 1980. The Nutrient Requirements of Ruminant Livestock. Technical Review by an Agricultural Research Council Working Party, Commonwealth Agricultural Bureau, Farnham Royal, UK (citado por AFRC (Agricultural and Food Research Council), 1993. Energy and Protein Requirements of Ruminants. And advisory manual prepared by the AFRC Technical Committee on Responses to Nutrients. CAB international, Wallingford, UK, 159 p).

AFRC (AGRICULTURAL AND FOOD RESEARCH COUNCIL). 1993. Energy and Protein Requirements of Ruminants. And advisory manual prepared by the AFRC Technical Committee on Responses to Nutrients. CAB international, Wallingford, UK, 159 p.

ANRIQUE, R.; BALOCCHI, O.; LATRILLE, L.; PINOCHET, D.; ALOMAR, D.; MOREIRA, V.; SMITH, R.; VARGAS, G. 1999. Resumen Ejecutivo. **In:** Universidad Austral de Chile. Facultad de Ciencias Agrarias. Competitividad de la producción lechera nacional. UACH. Valdivia. Chile. v.1 pp. i-xix.

ANRIQUE, R. 1999. Descripción del Chile lechero. **In:** Universidad Austral de Chile. Facultad de Ciencias Agrarias. Competitividad de la producción lechera nacional. UACH. Valdivia. Chile. v.1 pp. 1-28.

ANRIQUE, R.; BURGOS, C.; GONZÁLEZ, H. 2003. Efecto de incorporar la raza Jersey a través de cruzamientos sobre producción y composición de leche. Agro Sur. 31 (2): 69-74.

ANRIQUE, R. 2005. Evolución de la producción lechera nacional. **In:** I Seminario Internacional y Exposición del Sector Lácteo "Chile Lácteo". Valdivia, Chile. 26-28 de mayo 2005. Fedeleche. [1 disco compacto].

BAKER R. 1985. Estimating herbage intake from animal performance. **In:** Leaver, J. Ed. Herbage intake handbook. The British Grassland Society. Hurley, UK. p. 77-93.

BLAKE, R.; CUSTODIO, A.; HOWARD, W. 1986. Comparative feed efficiency of Holstein and Jersey cows. J. Dairy. Sci. 69: 1302-1308.

BRADY, W. 1992. Crossbreeding effects in the development of the synthetic Black and White dairy cattle in East Germany. Livest. Prod. Sci. 32: 203-218.

BRYANT, A.; COOK, M.; Mac DONALD, K. 1985. Comparative dairy production of Jerseys and Friesians. Proc. New. Zealand. Soc. Anim. Prod. 45: 7-11.

BRYANT, A. 1995. La lechería en Nueva Zelanda. 1. Estructura de la industria y sistemas actuales de producción. **In:** Latrille, L. Ed. Principales tendencias en los métodos de producción de leche. Producción Animal. 1995. Valdivia, Universidad Austral de Chile, Facultad de Ciencias Agrarias. p. 99-109.

BRYANT, A.; LÓPEZ-VILLALOBOS, N.; HOLMES, C.; PITMAN, G.; BROOKES, I. 2003. Effect of genetic merit on the estimated partitioning of energy towards milk production or liveweight gain by Jersey cows grazing on pasture. Proc. New. Zealand. Soc. Anim. Prod. 63: 69-72.

BURGOS, C. 2001. Caracterización de la producción y composición de leche de vacas con distinto porcentaje de Jersey en tres predios del sur de Chile. Tesis Ingeniero Agrónomo. Valdivia, Chile. Universidad Austral de Chile, Facultad de Ciencias Agrarias. 74 p.

CARAVIELLO, D. 2004. Cruzamientos en ganado lechero. [en línea] **In:** Novedades lácteas. Reproducción y genética N° 610. Instituto Babcock. Departamento de Ciencia Lechera. Universidad de Wisconsin-Madison.
< http://babcock.cals.wisc.edu/downloads/du/du_610.es.pdf >. [consulta: 15-11-2005]

CORBELLINI, C. 1997. Parámetros de calidad de leche y factores que la modifican. Hoard's Dairyman en español. (Enero): 39-41. (citado por Latrille, L. 1999. Calidad de la leche y sistemas de pago. **In:** Universidad Austral de Chile. Facultad de Ciencias Agrarias. Competitividad de la producción lechera nacional. UACH. Valdivia. Chile. v.2 pp. 259-316).

DE PETERS, E.; CANT, J. 1991. Factors affecting milk composition. Proceedings of the 12th Western Nutrition Conference. Winnipeg. Manitoba. pp. 94-120. (citado por Latrille, L. 1999. Calidad de la leche y sistemas de pago. **In:** Universidad Austral de Chile. Facultad de Ciencias Agrarias. Competitividad de la producción lechera nacional. UACH. Valdivia. Chile. v.2 pp. 259-316).

FAO (FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS). 1998. "Dairy Outlook". 3 (1). (citado por Vargas, G. 1999. Competitividad de la producción de leche en Chile. **In:** Universidad Austral de Chile. Facultad de Ciencias Agrarias. Competitividad de la producción lechera nacional. UACH. Valdivia. Chile. v.2 pp. 317-386).

FORBES, J. 1986. The voluntary food intake of farms animals. Butterworths & Co. London, UK. 206 p.

GANNA, E.; GONZÁLEZ, H.; GARCÍA, X.; MAGOFKE, J. 2004. Análisis económico de sistemas productivos basados en el uso de razas puras y cruzamientos rotacionales entre Holstein y Jersey, simulando diferentes escenarios de precio de la leche. Circular de Extensión. Departamento de Producción Animal. Facultad de Ciencias Agronómicas. Universidad de Chile. 30: 32-51.

GIBSON, J. 1986. Efficiency and performance of genetically high and low milk-producing British Friesian and Jersey cattle. Anim. Prod. 42: 161. (Abstract).

GIVENS, D. 1986. New methods for predicting the nutritive value for silage. **In:** Stark, B.; Wilkinson, J. Eds. Development in silage. Chalcombe Publications, Marlow, Great Britain. p. 66-71.

GLASSEY, C.; MCPHERSON, J. 1993. Milk production index comparisons in mixed breed dairy herds. Proc. New Zealand Soc. Anim. Prod. 53: 47-49. (citado por Magofke, J.; González, H. 2004. Eficiencia productiva de la raza Jersey en diferentes sistemas de cría en Chile. Circular de Extensión. Departamento de Producción Animal. Facultad de Ciencias Agronómicas. Universidad de Chile. 30: 21-31).

GONZÁLEZ, H.; MAGOFKE, J. 2003. Cruzamientos y producción de leche: Cruzamientos en bovinos de leche. **In:** Teuber, N.; Uribe, H.; Opazo, L. Eds. Seminario Hagamos de la Lechería un Mejor Negocio. Puerto Varas, Osorno y Valdivia, Chile. 28 de agosto, 2 y 4 de septiembre 2003. INIA. (Serie Actas N° 24). p. 41-50.

GONZÁLEZ, H. 2005. Producción de leche: “Con gusto a Jersey”. Revista del Campo. El Mercurio. Santiago, Chile, 4 julio. A-11.

GONZÁLEZ, H.; MAGOFKE, J.; MELLA, C. 2005a. Productividad, consumo y eficiencia biológica en vacas Frisón Neozelandés y F₁ (Jersey - Frisón Neozelandés) paridas a fines de invierno en la X Región, Chile. Arch. Med. Vet. 37 (1): 37-47.

GONZÁLEZ, H.; MANTEROLA, H.; MAGOFKE, J.; GUTIÉRREZ, C. 2005b. Eficiencia biológica en vacas Frisón Neozelandés y F₁ (Jersey x Frisón Neozelandés), de primera y segunda lactancia, en condiciones de pastoreo en la X región, Chile. **In:** XXX Reunión Anual de la SOCHIPA (Sociedad Chilena de Producción Animal). Temuco, Chile. 19-21 octubre 2005. Universidad de la Frontera. Facultad de Ciencias Agropecuarias y Forestales. [1 disco compacto]. p. 9-10.

GRAINGER, C.; GODDARD, M. 2005. A review of the effects of dairy breed on feed conversion efficiency – an opportunity lost?. Animal Production in Australia. 25, 77-80.

HOLMES, C.; BROOKES, D.; ROBERTSON, K. 1989. Choise of breed for maximum productivity. **In:** Symposium Dairy Farming Annual. Massey University, Palmerston, New Zealand. 41: 15-23. (citado por Magofke, J.; González, H. 2004. Eficiencia productiva de la raza Jersey en diferentes sistemas de cría en Chile. Circular de Extensión. Departamento de Producción Animal. Facultad de Ciencias Agronómicas. Universidad de Chile. 30: 21-31).

HOLMES, C.W.; BROOKES, I.; GARRICK, D.; MACKENZIE, D.; PARKINSON, T.; WILSON, G. 2002. Milk production from pastures. Massey University, Palmerston, New Zealand. 602 p.

INE (INSTITUTO NACIONAL DE ESTADISTICAS). 1997. VI Censo Nacional Agropecuario. [en línea].
<http://www.ine.cl/catalogo/index.php?opc=ShowProducto&categoria_id=1&subcategoria_id=17>. [consulta: 09-10-2005].

KLEIN, F.; GOIC, L. 2000. Ganado Jersey. Nuevos rumbos para la producción lechera. Tierra Adentro. 33: 49-51.

LARRAÍN, A. 2006. Mercado: Los desafíos de la industria lechera. Revista del Campo. Suplemento del Sur. Especial: Agrícola, Ganadero y Lechero. El Mercurio. Santiago, Chile, 17 julio. p. 10.

LATRILLE, L. 1993. Nutrición y reproducción en la vaca lechera. Av. Prod. Anim. 18 (1-2): 3-20.

LATRILLE, L. 1999. Calidad de la leche y sistemas de pago. **In:** Universidad Austral de Chile. Facultad de Ciencias Agrarias. Competitividad de la producción lechera nacional. UACH. Valdivia. Chile. V.2 pp. 259-316.

LE DU, Y.; PENNING, P. 1985. Animal based techniques for estimating herbage intake. **In:** Leaver, J. Ed. Herbage intake handbook. The British Grassland Society. Hurley, UK. p. 37-75.

L'HUILLIER, P.; PARR, C.; BRYANT, A. 1988. Comparative performance and energy metabolism of Jersey and Friesians in early-mid lactation. Proc. New. Zealand. Soc. Anim. Prod. 48: 231-235.

LIC (LIVESTOCK IMPROVEMENT CORPORATION). 2003. Dairy statistics 2001-2002. Hamilton, New Zealand. 45 p. (citado por González, H.; Magofke, J.; Mella, C. 2005. Productividad, consumo y eficiencia biológica en vacas Frisón Neozelandés y F₁ (Jersey - Frisón Neozelandés) paridas a fines de invierno en la X Región, Chile. Arch. Med. Vet. 37 (1): 37-47).

LIC (LIVESTOCK IMPROVEMENT CORPORATION). 2006. New Zealand Dairy Sire Summary. May 2006. Animal Evaluation Unit. Hamilton, New Zealand. 20 p.

LÓPEZ-VILLALOBOS, N.; GARRICK, D.; HOLMES, C.; BLAIR, H.; SPELMAN, R. 2000. Profitabilities of some mating systems for dairy herds in New Zealand. *J. Dairy. Sci.* 83: 144-153.

LÓPEZ-VILLALOBOS, N.; GARRICK, D. 2002. Economic heterosis and breed complementarity for dairy cattle in New Zealand. *Proceedings 7th World Congress on Genetics Applied to Livestock Production.* Communication 01-37. (citado por González, H.; Magofke, J. 2003. **In:** Teuber, N.; Uribe, H.; Opazo, L. Eds. *Cruzamientos y producción de leche: Cruzamientos en bovinos de leche.* Seminario Hagamos de la Lechería un Mejor Negocio. Puerto Varas, Osorno y Valdivia, Chile. 28 de agosto, 2 y 4 de septiembre 2003. INIA . (Serie Actas N° 24). pp. 41-50.

LÓPEZ-VILLALOBOS, N.; GARRICK, D. 2005. The breeding program for the genetic improvement of New Zealand dairy cattle: an example of a systematic approach to design breeding programs. Institute of Veterinary, Animal and Biomedical Sciences, Massey University, New Zealand and Department of Animal Sciences, Colorado State University, USA. Recursos genéticos y bienestar animal aplicados a la producción pecuaria. **In:** XXX Reunión Anual de la SOCHIPA (Sociedad Chilena de Producción Animal). Temuco, Chile. 19-21 octubre 2005. Universidad de la Frontera. Facultad de Ciencias Agropecuarias y Forestales. Temuco. Simposios y Compendios SOCHIPA (11): s.p.

MACKLE, T.; PARR, C.; STAKELUM, G.; BRYANT, A.; Mac MILLAN, K. 1996. Feed conversion efficiency, daily pasture intake, and milk production of primiparus Friesian and Jersey cows calved at two different liveweights. *New Zealand. J. Agric. Res.* 39: 357-370.

MAGOFKE, J.; GONZÁLEZ, H. 1999. La raza Jersey en relación a otros biotipos para producción de leche en pastoreo. **In:** Latrille, L. (ed). *Producción Animal.* Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Austral de Chile. Valdivia, Chile. (Serie B-22) pp. 36-61.

MAGOFKE, J.; GONZÁLEZ, H. 2004. Eficiencia productiva de la raza Jersey en diferentes sistemas de cría en Chile. *Circular de Extensión.* Departamento de Producción Animal. Facultad de Ciencias Agronómicas. Universidad de Chile. 30: 21-31.

MAGOFKE, J.; GARCÍA, X. 2003. Uso del cruzamiento entre razas para mejorar la productividad en animales. V. Cruzamientos rotacionales convencionales. *Circular de*

Extensión. Departamento de Producción Animal. Facultad de Ciencias Agronómicas. Universidad de Chile 29: 17-27.

MARTINIC, R. 2005. Programa de promoción y atracción de inversiones “Industria láctea: una oportunidad que madura en Los Lagos”. **In:** I Seminario Internacional y Exposición del Sector Lácteo “Chile Lácteo”. Valdivia, Chile. 26-28 de mayo 2005. Fedeleche. [1 disco compacto].

ODEPA (OFICINA DE ESTUDIOS Y POLITICAS AGRARIAS). 2004. Estudio Cadena de la Leche. Leche y productos lácteos: Temporada 2004. Mercados y rubros. (citado por Anrique, R. 2005. Evolución de la producción lechera nacional. **In:** Seminario Internacional y Exposición del Sector Lácteo “Chile Lácteo”. Valdivia, Chile. 26-28 de mayo 2005. Fedeleche. [1 disco compacto]).

ODEPA (OFICINA DE ESTUDIOS Y POLITICAS AGRARIAS). 2005. Boletín de la leche: Temporada 2004. Departamento de Información Agraria. Ministerio de Agricultura. p. 51.

OLDENBROEK, J. 1986. The performance of Jersey heifers and heifers of larger dairy breeds on two complete diets with different roughage contents. *Livest. Prod. Sci.* 14: 1-14. (citado por Mackle, T.R.; Parr, C.R.; Stakelum, G.K.; Bryant, A.M.; Mac Millan, K.L. 1996. Feed conversion efficiency, daily pasture intake, and milk production of primiparus Friesian and Jersey cows calved at two different liveweights. *New Zealand Journal of Agricultural Research* 39: 357-370).

PARGA, J. 2003. Utilización de praderas y nutrición de vacas a pastoreo. **In:** Seminario Hagamos de la Lechería un Mejor Negocio. Puerto Varas, Osorno y Valdivia, Chile. 28 de agosto, 2 y 4 de septiembre 2003. “Serie Actas” INIA (Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias, Chile). 24: 21-32.

PARSONS, A.; THORNLEY, J.; NEWMAN, J.; PENNING, P. 1994. A mechanistic model of some physical determinants on intake rate and diet selection in a two-species temperate grassland sward. *Functional Ecology.* 8: 187-204.

RIVEROS, E.; TREVIÑO, M. 1995. Efecto de diferentes niveles de humedad sobre las características productivas de praderas templadas. II: Pradera sembrada. *Av. Prod. Anim.* 20 (1-2): 57-66.

SAS INSTITUTE, INC. 2000. SAS User`s Guide. Release 8.1. ed. SAS Institute, Inc. Cary NC.

TAYLOR, C.; MOORE, A.; HIESSEN, R. 1986. Voluntary food intake in relation to bodyweight among British breeds of cattle. *Anim. Prod.* 42: 11-81.

TEUBER, N.; ELIZALDE, H. 1999. Efecto del corte en diferentes estados fenológicos de la ballica perenne en la evolución de una pradera de ballica con trébol blanco. *Agro Sur.* 27 (1): 94-104.

THOMSON, N.; KAY, J.; BRYANT, A. 2001. Effect of stage of lactation on the efficiency of Jersey and Friesian cows at converting pasture to milk production or liveweight gain. *Proc. New. Zealand. Soc. Anim. Prod.* 61: 213-216.

TYRELL, H.; REID, J. 1965. Prediction of the energy value of cow's milk. *J. Dairy. Sci.* 48: 1215-1223.

USDA (UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE). 1998. "Dairy World Markets and Trade" July. [en línea]. <<http://www.fas.usda.gov/dlp2/circular/1998/98-01Dairy/percaps.pdf>>. (citado por Vargas, G. 1999. Competitividad de la producción de leche en Chile. **In:** Anrique, R.; Balocchi, O.; Latrille, L.; Pinochet, D.; Alomar, D.; Moreira, V.; Smith, R.; Vargas, G. Competitividad de la producción lechera nacional. Valdivia. Universidad Austral de Chile. Facultad de ciencias Agrarias. (2): 317-386).

VARGAS, G. 1999. Competitividad de la producción de leche en Chile. **In:** Universidad Austral de Chile. Facultad de Ciencias Agrarias. Competitividad de la producción lechera nacional. UACH. Valdivia. Chile. v.2 pp. 317-386.

VEERKAMP, R.; KOENEN, E. 1999. Genetics of food intake, live weight, condition score and energy balance. Metabolic stress in dairy cows. Occasional Publication of the British Society of Animal Science. 24: 63-73.