

UNIVERSIDAD DE CHILE

FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS

ESCUELA DE PREGRADO

MEMORIA DE TÍTULO

“EFICIENCIA BIOLÓGICA EN VACAS PRIMÍPARAS HOLSTEIN
NEOZELANDÉS Y F₁ (MONTBELIARDE*HOLSTEIN NEOZELANDÉS) A
PASTOREO”

RODRIGO ANDRÉS GONZÁLEZ ROMERO

SANTIAGO – CHILE

2011

UNIVERSIDAD DE CHILE

FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS

ESCUELA DE PREGRADO

MEMORIA DE TÍTULO

“EFICIENCIA BIOLÓGICA EN VACAS PRIMÍPARAS HOLSTEIN
NEOZELANDÉS Y F₁ (MONTBELIARDE*HOLSTEIN NEOZELANDÉS) A
PASTOREO”

“BIOLOGICAL EFFICIENCY IN PRIMIPAROUS COWS NEW ZEALAND
HOLSTEIN AND F₁ (MONTBELIARDE*NEW ZEALAND HOLSTEIN) IN
GRAZING”

RODRIGO ANDRÉS GONZÁLEZ ROMERO

SANTIAGO – CHILE

2011

UNIVERSIDAD DE CHILE
FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS
ESCUELA DE PREGRADO

Título

“EFICIENCIA BIOLÓGICA EN VACAS PRIMÍPARAS HOLSTEIN NEOZELANDES Y F₁ (MONTBELIARDE-HOLSTEIN NEOZELANDES) A PASTOREO”

Memoria para optar al título profesional de:
Ingeniero Agrónomo
Mención: Producción Animal

RODRIGO ANDRÉS GONZÁLEZ ROMERO

Profesor Guía	Calificaciones
Humberto González V. Ingeniero Agrónomo, Mg Cs.	7,0
Profesores Evaluadores	
Héctor Manterola B. Ingeniero Agrónomo, Mg Cs.	6,5
Oswaldo Salazar G. Ingeniero Agrónomo, Dr. Cs.	6,3

Santiago, Chile

2011

AGRADECIMIENTOS

El poder terminar este proceso, ha sido algo muy difícil desde el comienzo. No por no contar con la capacidad y competencias, sino por la falta de madurez y ende, mi manera de enfrentar los acontecimientos que ocurrieron en mi vida. En este momento, mirando hacia atrás, un poco más viejo y maduro, me he dado cuenta de las grandes personas con las que he compartido mi vida y han sido claves para llegar a este momento.

Estaré siempre agradecido de todos los profesores de la carrera de Ingeniería Agronómica, pero de manera especial del Profesor Humberto González, quien confió en mí para poder trabajar juntos en este proyecto. Tengo que mencionar de igual manera a todos los trabajadores de la Estación Experimental Oromo, los cuales hicieron que cada día de trabajo fuera más agradable.

Agradezco el apoyo, cariño y afecto de mi familia (abuelos, tíos y primos) los cuales han estado siempre en mis altos y bajos. A mi madre, por el apoyo, las ganas, los retos, peleas y el amor que me ha dado.

A mi hermano Miguel, demostrándole que todo es posible si uno tiene voluntad y desea alcanzar sus sueños.

A Macarena, mi compañera incondicional, mi todo, quien ha sido la luz, mi soporte y mi cable a tierra.

A cada persona que han pasado por mi vida, compañeros, amigos.

Y a mi padre, que donde este, espero llenarlo de orgullo de aquí en adelante.

ÍNDICE

RESUMEN		1
	Palabras clave	1
ABSTRACT		2
	Key words	2
INTRODUCCIÓN		3
	Hipótesis	5
	Objetivos	5
MATERIALES Y MÉTODOS		6
	Lugar de estudio	6
	Materiales	6
	Metodología	7
	Estimación de consumo de pastura	8
	Cuantificación de requerimientos energéticos	8
	Requerimiento de EM para mantención	10
	Requerimiento de EM para lactancia	10
	Requerimiento de EM para cambio de peso	11
	Requerimiento de EM para gestación	11
	Producción de leche corregida por contenido energético	12
	Eficiencia Biológica	13
	Análisis estadístico	13
RESULTADOS Y DISCUSIÓN		15
	Caracterización de la pastura	15
	Características de consumo	16
	Características de peso vivo	17
	Características de producción y composición de leche	19
	Características de Eficiencia Biológica	24
	Requerimientos de Energía Metabolizable	28
CONCLUSIONES		30
BIBLIOGRAFÍA		31

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1	Composición química, metabolicidad de la pastura y eficiencia de utilización de la energía metabolizable para mantención, lactancia y aumento de peso para cada periodo experimental.	15
Cuadro 2	Características de Consumo de Materia Seca (CMS) en vacas primíparas Holstein Neozelandés (H.N.) y F ₁ (Montbeliarde*Holstein Neozelandés).	16
Cuadro 3	Características de Peso Vivo en vacas primíparas Holstein Neozelandés (H.N.) y F ₁ (Montbeliarde*Holstein Neozelandés).	18
Cuadro 4	Características de largo de Lactancia y pesos al inicio y termino de la misma de vacas primíparas Holstein Neozelandés (H.N.) y F ₁ (Montbeliarde*Holstein Neozelandés)	19
Cuadro 5	Características de Producción en vacas primíparas Holstein Neozelandés (H.N.) y F ₁ (Montbeliarde*Holstein Neozelandés).	20
Cuadro 6	Características de producción de la lactancia completa de vacas primíparas Holstein Neozelandés (H.N.) y F ₁ (Montbeliarde*Holstein Neozelandés).	22
Cuadro 7	Característica Litros Base (LB) y Litros Base Totales (LBT) de vacas primíparas Holstein Neozelandés (H.N.) y F ₁ (Montbeliarde*Holstein Neozelandés).	23
Cuadro 8	Características de Eficiencia de Conversión Alimentaria (ECA) en vacas primíparas Holstein Neozelandés (H.N.) y F ₁ (Montbeliarde*Holstein Neozelandés).	25
Cuadro 9	Características de Eficiencia Productiva por unidad de Peso Vivo (PV) en vacas primíparas Holstein Neozelandés (H.N.) y F ₁ (Montbeliarde*Holstein Neozelandés).	25
Cuadro 10	Características de Eficiencia Productiva por % de Peso Metabólico (PM) en vacas primíparas Holstein Neozelandés (H.N.) y F ₁ (Montbeliarde*Holstein Neozelandés).	26
Cuadro 11	Características de Eficiencia Nutricional Bruta (EEB) en vacas	27

III

primíparas Holstein Neozelandés (H.N.) y F₁
(Montbeliarde*Holstein Neozelandés)

Cuadro 12 Características de Requerimientos de Energía Metabolizable (REM) 28
en vacas primíparas Holstein Neozelandés (H.N.) y F₁
(Montbeliarde*Holstein Neozelandés).

RESUMEN

El objetivo de este estudio fue realizar un análisis comparativo entre Holstein Neozelandés (H.N.) y un F₁ (Montbeliarde*Holstein Neozelandés) en parámetros productivos, consumo y eficiencia biológica. El ensayo se realizó en la Estación Experimental Oromo, X Región de Chile. Se utilizaron 27 vacas de primer parto, 12 H.N. y 15 F₁ (Montbeliarde*H.N.), las cuales fueron evaluada en tres períodos experimentales de 18 días durante la lactancia. El peso vivo y producción individual de leche se controló diariamente y el contenido de sólidos lácteos (grasa y proteína) tres veces por semana. Se realizó un análisis químico de la pastura y el consumo de materia seca se estimó utilizando las ecuaciones propuestas por la AFRC (1995).

La leche producida por H.N. contiene un mayor contenido de sólidos lácteos (H.N.: 84,3 vs F₁: 75,1 g kg⁻¹). No obstante, F₁ presenta una mayor producción leche sin corregir (H.N.: 15,2 vs F₁: 17,4 kg d⁻¹). Las producciones de leche corregidas por energía son similares (H.N.: 16,9 vs F₁: 17,6 kg d⁻¹). Tanto el peso vivo (H.N.: 425,9 vs F₁: 428,6 kg) como el consumo de materia seca (H.N.: 13,41 vs F₁: 13,06 kg d⁻¹) no presentan diferencias significativas. Las eficiencias de conversión alimentaria corregida por energía no presentan diferencias significativas (H.N.: 1,29 vs F₁: 1,38 kg kg MS⁻¹) al igual que la eficiencia productiva corregida por energía por unidad de peso vivo (H.N.: 40,2 vs F₁: 41,3 g kg PV⁻¹). Por lo tanto, no se observaron diferencias significativas en las distintas relaciones de eficiencia biológica entre ambos biotipos.

Palabra clave

- Eficiencia biológica.
- F₁ (Montbeliarde*Holstein Neozelandés).
- Holstein Neozelandés.
- Pastoreo.

ABSTRACT

The aim of this study was to conduct a comparative analysis of New Zealand Holstein (HN) and F₁ (Montbeliarde*New Zealand Holstein) on productive parameters, intake and biological efficiency. The research was done at the Experimental Station Oromo, Xth Region of Chile. 27 cows were used first birth, 12 H.N. and 15 F₁, which were evaluated in three experimental periods of 18 days during lactation. Live weight and milk production was monitored individual daily and the milk solids content (fat and protein) three times per week. We performed a chemical analysis of pasture and dry matter intake was estimated using the equations proposed by AFRC (1995).

Milk produced by H.N. had the highest content of milk solids (HN: 84.3 vs F₁: 75.1 g kg⁻¹). However, F₁ had the highest milk production without adjustments (HN: 15.2 vs F₁: 17.4 kg d⁻¹). The corrected milk productions for energy were similar (HN: 16.9 vs F₁: 17.6 kg d⁻¹). Both live weight (HN: 425.9 vs F₁: 428.6 kg) and dry matter intake (HN: 13.41 vs F₁: 13.06 kg d⁻¹) were not significantly different. Feed conversion efficiencies corrected for energy were not significantly different (HN: 1.29 vs. F₁: 1.38 kg kg MS⁻¹) as well as production efficiency corrected energy per unit weight (HN: 40.2 vs. F₁: 41.3 g kg BW⁻¹). Therefore, in this study were not found significant differences in various biological efficiency ratios between both strains.

Key words

- Biological efficiency.
- F₁ (Montbeliarde*New Zealand Holstein).
- New Zealand Holstein.
- Grazing.

INTRODUCCIÓN

La utilización de cruzamientos en ganado lechero es un tema de creciente interés por parte de los productores. Esto último, está motivado por el aumento en el deterioro experimentado por algunas razas puras en características funcionales como lo son la fertilidad, la salud y la sobrevivencia de las hembras (Funk, 2006).

Los beneficios de los sistemas de cruzamiento son muy variados y dependen de las características propias de cada especie, siendo en ganado de carne en el cual se aprecian los resultados más destacados. Las características que mejor responden al cruzamiento de razas son las relacionadas con la habilidad reproductiva del ganado (características de baja heredabilidad), como los porcentajes de fertilidad y sobrevivencia, y características productivas como la producción de leche y contenido de sólidos de la misma (Magofke y García, 2002).

El mestizaje entre diferentes razas permite acelerar el mejoramiento genético al combinar efectos aditivos, producto de la complementación racial, y el vigor híbrido expresado en características de importancia económica (González y Magofke, 2003), ya que la primera cruce, el F_1 , se produce a partir del apareamiento de una vaca pura con un toro puro de otra raza. Este F_1 contiene 50% de los genes de las dos razas parentales y expresa el 100% de la heterosis individual (López-Villalobos *et al.*, 2000).

La elección de una determinada raza para la producción de leche o carne, estará determinada por múltiples factores, como: sus características zootécnicas, clima, suelo, objetivos productivos, factores económicos, sistemas de manejo, alimentación, características específicas de cada predio, infraestructura y también por factores subjetivos la preferencia por alguna raza de cada productor (Magofke y García, 2002).

En la actualidad hay en el mundo un grupo de razas bovinas lecheras que han alcanzado alto grado de especialización; siendo las más relevantes: Holstein, Jersey y Pardo Suiza. Otras razas importantes son: Rojo Escandinavo y razas de doble propósito, como Montbeliarde y Normando (las que presentan una gran importancia en Francia). En otras partes del mundo, como EE.UU. y Europa, hay razas lecheras especializadas como la Holstein-Friesian y la Jersey. Estas razas difieren genéticamente en la producción y composición de la leche, peso y composición corporal (Oldenbroek, 1984, citado por Dillon *et al.*, 2003)).

La raza Montbeliarde pertenece al grupo de las razas rojas de montaña. Sus ancestros llegan desde Suiza a Francia en el Siglo XVIII, a la región de Montbeliarde, cruzándose con razas locales y dando origen a la raza Montbeliarde. Su reconocimiento oficial data de 1889, con la creación del Herd Book Montbeliarde, actual UPRA—Montbeliarde, que es la Unidad Nacional de Selección y Promoción de la raza (COOPEX, 2010). En su país de origen, la raza Montbeliarde ha sido seleccionada tanto para leche como para carne. Es importante

considerar el potencial para utilizar esta raza como una alternativa o bien mediante cruzamiento con otras razas, para incrementar algunos parámetros de eficiencia económica (Heins *et al.*, 2006b).

A pesar de ser una raza de doble propósito, ha demostrado que con concentrados es capaz de alcanzar también un muy alto rendimiento lechero. Es la raza de origen francés más importante, gracias a su leche de calidad con alto contenido proteico y moderado tenor de grasa, con valores de 3,42 y 3,90%, respectivamente y una producción de 6.746 kg por lactancia en promedio en dicho país (ICAR, 2011). Además, presenta cierto grado de resistencia a la mastitis, longevidad, buena fertilidad y aptitud cárnica como raza doble propósito. Por estas características, ha logrado que sea una buena alternativa, gracias a su adaptabilidad a diferentes condiciones ambientales y de manejo (COOPEX, 2010).

La producción de leche que se puede obtener en sistemas sólo pastoriles depende entre otros factores de la cantidad y calidad de forraje disponible y de la proporción del forraje producido que se consume efectivamente y que es transformado en producto. Por lo tanto la efectividad en la utilización de la pastura dependerá del manejo que se haga del pastoreo y de la conversión de dicha pastura en un producto por parte de los animales (Mayne *et al.*, 1992, citado por Cerda, 1999).

La leche de vacas Montbeliarde se destina a la industria quesera gracias a su alto contenido de sólidos y alta frecuencia de BB Kappa caseína, convirtiéndola en la raza más utilizada en Francia por las queserías para producir quesos con Denominación de Origen Controlado (AOC). Por otra parte, un factor importante son los ingresos adicionales, ya que por ser una raza de doble propósito, los terneros y novillos tiene un precio más alto, los que tienen gran demanda por su excelente desarrollo y rendimiento a la canal (COOPEX, 2010).

En Chile, desde hace 10 años, la raza Montbeliarde está presente desde la Región Metropolitana a la Décima, tanto en sistemas en estabulación como en base a pasturas. En el país se ha utilizado Montbeliarde sobre vacas y vaquillas Holstein, Overo Negro y Colorado, y Jersey.

En la literatura internacional, se encuentra información relacionada a estudios realizados con la raza Montbeliarde, utilizándola tanto como raza pura como mestizos con diferentes razas lecheras, bajo diferentes sistemas de producción (pastoril y estabulada), en los cuales ha tenido un desempeño destacado en cuanto a producción y fertilidad (Walsh *et al.*, 2008; Dillon *et al.* 2003; Heins *et al.* 2006a), pero no se han realizado estudios estableciendo relaciones de eficiencia biológica.

La eficiencia biológica se puede definir como la capacidad que posee un animal para transformar el alimento o nutrientes ingeridos en producto. Por lo que presenta Spedding (1973), la eficiencia biológica es una relación de producto/insumo. La eficiencia láctea definida como el rendimiento de leche por unidad de MS de la dieta consumida, que para Britt *et al.* (2003) proporciona una medida fácil para calcular la productividad de vacas lecheras. Por el contrario, los cruzamientos con Jersey (especialmente el F₁) han revelado

ser exitoso y presentar una alta eficiencia biológica en relación a la raza Holstein pura (Prendiville *et al.*, 2009, Schwager-Suter, 2001, González *et al.*, 2005; Mella, 2009; López, 2009).

Hipótesis:

- Las vacas primíparas mestizas F₁ (Montbeliarde*Holstein Neozelandés) tienen mayor productividad (producción de leche, contenido y producción de sólidos lácteos) que las vacas primíparas Holstein Neozelandés en pastoreo.
- Debido a su mayor peso vivo, las vacas primíparas mestizas F₁ (Montbeliarde*Holstein Neozelandés) tienen similar eficiencia biológica que las vacas primíparas Holstein Neozelandés en pastoreo.

Objetivos:

Realizar un análisis comparativo entre vacas primíparas Holstein Neozelandés y mestizas F₁ (Montbeliarde-Holstein Neozelandés) en las siguientes características:

- Peso vivo, peso metabólico y cambio de peso.
- Producción de leche y sólidos lácteos de importancia económica.
- Contenido de sólidos lácteos y valorización energética por kilogramo de leche y en la producción total diaria.
- Consumo de materia seca, expresado como consumo diario total y en relación al peso vivo.
- Parámetros de eficiencia biológica
- Partición de la energía metabolizable consumida a las diversas funciones fisiológicas.

MATERIALES Y MÉTODOS

Lugar de Estudio

El estudio se realizó en la Estación Experimental Oromo, de la Facultad de Ciencias Agronómicas de la Universidad de Chile, Departamento de Producción Animal. El predio se localiza a 40° 53' de latitud sur y 73° 06' de longitud oeste, en la Región de Los Lagos, Provincia de Osorno, comuna de Purranque.

Sus suelos pertenecen a la serie Corte Alto, de formación sedimentaria, siendo su material parental las cenizas volcánicas. Son de textura ligera, ácidos, profundos y de buena permeabilidad, la topografía es de lomajes suaves y planos. Se agrupan dentro de la categoría de trumaos del Valle Central (CIREN, 2003). El clima de la zona es oceánico con influencia mediterránea, presentándose lluvias durante todo el año con una declinación en los meses de verano, siendo estos de tipo subhúmedos o incluso áridos dependiendo del año. El promedio de las precipitaciones durante el año es de 1.495 mm, concentrándose en los meses de mayo y agosto. El período de menor pluviometría es de octubre a febrero con un 20,3% del total (Faúndez, 1985).

Materiales

- Pastura: polifítica, con predominio de Ballica perenne (*Lolium perenne*), Pasto ovilla (*Dactylis glomerata*) y Trébol blanco (*Trifolium repens*).
- Animales: 24 vacas primíparas, de aproximadamente 2 meses de edad al momento del parto. 12 Holstein Neozelandés e igual número de mestizas F₁ hijas de toros Montbeliarde en vacas Holstein Neozelandés, paridas entre julio y septiembre de 2009.
- Manejo animal: Sala ordeña de 14 unidades, igual número de medidores de leche proporcionales, romana, tubos para muestreo de leche.
- Manejo de pastura: Plato medidor de forraje Jenquip[®], cerco eléctrico, estacas, huincha de medir.
- Muestreo de pastura: Tijeras, bolsas de papel, estufa con aire forzado.

Metodología

El estudio se realizó en tres períodos, cada uno de 18 días de duración, representativos de la lactancia inicial, lactancia intermedia y final. La fecha de inicio de cada período fue el 6 de noviembre del 2009, el 8 de enero y el 16 de marzo del 2010, respectivamente.

Los animales fueron pesados cada 24 horas, inmediatamente después a la ordeña matinal. Esta información se utilizó para la obtención del peso vivo promedio y, mediante regresión lineal, se estimó el cambio de peso vivo.

La producción de leche se registró todos los días de cada período, considerándose como producción total diaria la sumatoria de las producciones de la ordeña de la tarde más la correspondiente a obtenida en la ordeña de la mañana del día siguiente. Con el propósito de evaluar contenido graso y proteico en el segundo, quinto y octavo control de cada período se obtuvo una muestra compuesta para su posterior análisis. Estos análisis se efectuaron en el Laboratorio de Calidad de Leche de Cooprinsem mediante técnica de infrarrojo (MilkoScan).

Los animales se alimentaron exclusivamente mediante pastura manejada con talajeo directo, más suplementación mineral a libre disposición. Los animales de ambos biotipos pastorearon, en forma conjunta, una franja asignada diariamente. Para evitar efectos de competencia y, al mismo tiempo, no restringir el consumo se mantuvo una alta disponibilidad procurando un residuo superior a 1.600 kg MS ha⁻¹. La superficie de la franja fue determinada por la disponibilidad de pastura (kg MS ha⁻¹) y por la demanda diaria de MS; la que en definitiva depende del número de animales, su peso y producción promedio.

Para estimar la disponibilidad de MS, se utilizó un plato medidor de forraje (Jenquip[®]), realizando 120 mediciones por franja. Dicho instrumento registra la altura comprimida de la pastura la que está determinada por la altura no disturbada y la densidad del follaje. Esta última varía en función de la cobertura y del estado fisiológico de la pastura (Parga *et al.*, 2007). Para transformar la lectura de altura comprimida del plato en forraje disponible (kg MS ha⁻¹), se empleó la ecuación determinada para las pasturas de Oromo (Valenzuela, No publicado):

$$Y = 486,63 + (H * 101,71)$$

Donde:

Y = Disponibilidad de pastura (kg MS ha⁻¹)

H = Altura comprimida (1/2 cm)

Para caracterizar la pastura ingerida por los animales en cada período, se recolectó diariamente 30 submuestras durante los 18 días. Se realizó recolección manual siguiendo el método denominado “Hand-Clipping”, descrito por Le Du y Penning (1985). A las muestras compuestas, representativas de cada período, se les realizó un análisis químico con el propósito de determinar su contenido de energía bruta, energía metabolizable y proteína cruda. Dichos análisis se realizaron en el Laboratorio de Nutrición Animal de la Facultad de Ciencias Agronómicas de la Universidad de Chile.

Estimación de consumo de pastura

El consumo de la pastura se estimó según el método propuesto por Baker (1985), el cual relaciona requerimientos totales diarios de energía metabolizable (EM) y el contenido de esta en la MS consumida, de acuerdo a la ecuación:

$$\text{CMS} = (\text{RTEM} * \text{CEMP}^{-1})$$

Donde:

CMS (kg MS día⁻¹) = Consumo de materia seca
 RTEM (MJ día⁻¹) = Requerimiento total de EM.
 CEMP (MJ kg⁻¹ MS) = Contenido de EM de la pastura consumida.

Cuantificación de requerimientos energéticos

La metabolibilidad de la pastura consumida se estimó como el cociente entre la EM y la energía bruta (AFRC, 1995), de acuerdo a la ecuación:

$$q_m = \text{EM} * \text{EB}^{-1}$$

Donde:

q_m = Metabolibilidad de la pastura
 EM = Energía Metabolizable (MJ kg⁻¹ MS)
 EB = Energía Bruta (MJ kg⁻¹ MS)

La estimación de la eficiencia de utilización de la EM para distintas funciones metabólicas, se realizó mediante el uso de las ecuaciones descritas por AFRC (1995), las que se consideran funciones lineales de q_m.

Eficiencia de utilización de energía metabólica para mantención (k_m)

$$k_m = 0,35 * q_m + 0,503$$

Eficiencia de utilización de energía metabólica para producción de leche (k_l)

$$k_l = 0,35 * q_m + 0,402$$

Eficiencia de utilización de energía metabólica para ganancia de peso (k_g)

$$k_g = 0,95 * k_l$$

Como eficiencia de utilización de EM para gestación (k_c) y utilización de tejidos corporales movilizados para lactancia (k_l) se empleó valores constantes de 0,133 y 0,84; respectivamente (AFRC, 1995).

El requerimiento total de energía metabolizable, de cada animal, se estimó según la ecuación:

$$RTEM \text{ (MJ día}^{-1}\text{)} = C_L * (E_m/k_m + E_l/k_l + E_g/k_g + E_c/k_c)$$

Donde:

$RTEM \text{ (MJ día}^{-1}\text{)}$	= Requerimiento total de EM
C_L	= Factor de corrección por nivel de alimentación.
$E_m/k_m \text{ (MJ día}^{-1}\text{)}$	= Requerimiento de EM para mantención (REMM)
$E_l/k_l \text{ (MJ día}^{-1}\text{)}$	= Requerimiento de EM para lactancia (REML)
$E_g/k_g \text{ (MJ día}^{-1}\text{)}$	= Requerimiento de EM para cambio de peso (REMCP)
$E_c/k_c \text{ (MJ día}^{-1}\text{)}$	= Requerimiento de EM para gestación (REMG)

El sistema AFRC (1995) incluye un factor de corrección por nivel de alimentación (C_L) para estimar REMT. La EM realmente utilizable por el animal se reduce un 1,8% por cada múltiplo por sobre los REMM, debido por una mayor tasa de pasaje del alimento por el rumen y un menor tiempo de retención del mismo. Con el propósito de calcular dicho factor de corrección, se empleó la siguiente ecuación:

$$C_L = 1 + 0,018 * (L - 1)$$

Donde L corresponde al nivel de alimentación, el cual representa el cociente entre los requerimientos de energía metabolizable totales y los requerimientos de mantención.

Requerimiento de EM para mantención

Para la cuantificación del REMM se empleó la siguiente ecuación:

$$\text{REMM (MJ día}^{-1}\text{)} = (\text{A} + \text{F}) * \text{k}_m^{-1}$$

Donde “F” representa el requerimiento energético del metabolismo de ayuno y “A” el derivado de la actividad del animal.

Según AFRC (1995), en vacas en lactancia, el requerimiento de energía neta para actividad (A) alcanza a 0,0095 MJ por kilogramo de peso vivo; excluido el peso del conceptus en vacas gestantes. Por otra parte, el requerimiento para cubrir el metabolismo de ayuno se estimó a través de la ecuación:

$$\text{F (MJ día}^{-1}\text{)} = 0,53 * (\text{PV} * 1,08^{-1})^{0,67}$$

Donde:

PV = Peso vivo (kg), excluido el *conceptus*.

En las vacas gestantes, el peso del *conceptus*, en un día dado de gestación, fue calculado con la ecuación descrita para este efecto por ARC (1980). Ésta considera, como variables independientes, el peso al nacimiento de la cría y el número de días transcurridos desde la concepción. Este valor se estimó como la diferencia entre el noveno día de cada período y la fecha de concepción (último servicio).

Requerimiento de EM para lactancia

$$\text{REML (MJ día}^{-1}\text{)} = \text{PL} * (\text{E}_l/\text{k}_l)$$

Donde:

PL = Producción de leche (kg d⁻¹).

E_l indica el valor energético de un kilogramo de leche. Según Tyrrel y Reid (1965), citados por AFRC (1995), éste depende del contenido de grasa (G) y proteína láctea (P), ambos expresados en g kg⁻¹, de acuerdo a la ecuación:

$$\text{E}_l = 0,948 + 0,0376 * \text{G} + 0,0209 * \text{P}$$

Requerimiento de EM para cambio de peso

Para estimar el REMCP se asume un contenido de energía neta de 19,0 MJ kg⁻¹ PV (AFRC, 1995).

Al existir aumento de peso (CPV > 0), los requerimientos están dado por:

$$\text{REMCP} = (\text{CPV} * 19,0) * k_g^{-1}$$

De existir pérdida de peso (CPV < 0), los requerimientos están dado por:

$$\text{REMCP} = (\text{CPV} * 19,0 * 0,84) * k_l^{-1}$$

Donde:

CPV = Cambio de peso (kg d⁻¹) de la vaca, excluido el cambio de peso del *conceptus*.

k_l = Eficiencia de utilización de EM para producción de leche.

El cambio de peso del *conceptus* corresponde a la primera derivada de la ecuación que describe el peso del útero grávido respecto del día de gestación. Por consiguiente CPD se estimó restando al cambio de peso experimentado por la vaca gestante el correspondiente al incremento diario del feto más los anexos uterinos.

Requerimiento de EM para gestación

Para vacas gestantes, el valor de E_c se calculó en base a la ecuación propuesta por AFRC (1995):

$$E_c = (0,025 * \text{PNC}) * (E_{\text{DGEST}} * 0,0201 * e^{(-0,0000567 * \text{DGEST})})$$

Donde:

E_c = Retención de energía neta diaria (MJ d⁻¹)

PNC = Peso al nacimiento de la cría (kg)

D_{GEST} = Días de gestación.

E_{DGEST} = Energía total retenida a un día determinado de gestación. Valor calculado con ecuación n° 70 de AFRC (1995)

Para obtener el peso al nacimiento de la cría, se estimó mediante la ecuación n°72 de AFRC (1995):

$$\text{PNC} = (\text{PVM}^{0,73} - 28,89) * 2,064^{-1}$$

Donde:

PNC = Peso al nacimiento de la cría (kg)

PVM = Peso vivo madre (kg)

De esta forma el requerimiento de EM para gestación (REMG) está dado por:

$$\text{REMG} = \text{Ec} * 0,133^{-1}$$

Producción de leche corregida por contenido energético

Teniendo en cuenta la producción de leche sin corregir, se calculó la producción corregida por energía, en la cual se asume que el contenido energético de un kg de leche corregido por energía tiene un contenido energético de 3,136 MJ kg⁻¹ (Tyrrel y Reid, 1965), expresado en la siguiente ecuación:

$$\text{PLSC} = \text{E}_1 * 3,136^{-1}$$

Donde:

PLSC = Producción de leche corregida por sólidos totales (kg día⁻¹)

E₁ = Producción de leche diaria sin corregir (MJ kg⁻¹)

Eficiencia Biológica

Las relaciones de eficiencia biológica que se estimaron en este ensayo:

- Eficiencia de conversión alimentaria para la producción de leche y sólidos lácteos.
- Eficiencia productiva para producción de leche y sólidos lácteos, expresada en relación al peso vivo y metabólico de los animales.
- Eficiencia nutricional, referida al cociente entre la valorización energética de la producción total y el consumo de energía metabolizable.

Análisis Estadístico

El diseño experimental es de tipo factorial con observaciones repetidas en el tiempo, sobre una misma unidad experimental, siendo esta la vaca. Los resultados se sometieron a un análisis de varianza, bajo el siguiente modelo:

$$Y_{ijkl} = \mu + T_i + V_j(T_i) + P_k + (T * P)_{ik} + e_{ijkl}$$

Donde:

- Y_{ijkl} = Variable dependiente.
- μ = Promedio general.
- T_i = efecto del tipo racial.
- $V_j(T_i)$ = efecto animal dentro de tipo racial.
- P_k = efecto del período.
- $(T * P)_{ik}$ = interacción del tipo racial con período .
- e_{ijkl} = error experimental.

Las variables sometidas a análisis estadístico son:

Peso y producción

Peso vivo, metabólico y cambio de peso.

Producción de leche, grasa y proteína.

Contenido graso y proteico.

Valorización energética por kilogramo de leche y producción láctea corregida por contenido energético.

Consumo

Consumo individual diario de MS

Consumo relativo (kg de MS/ 100 kg de peso vivo)

Eficiencia biológica

 Eficiencia de conversión alimentaria

 Eficiencia productiva para producción de leche, sólidos lácteos

 Eficiencia nutricional

Requerimientos energéticos

 REMT, REMM, REMP, REMCP y REMG.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El análisis estadístico realizado a las variables descritas no presentó diferencias significativas para la interacción entre período y biotipo. Debido a esto, los resultados se concentran en la comparación de ambos biotipos, y representan el valor diario promedio de los 3 períodos experimentales.

Caracterización de la pastura

Las características nutricionales de la pastura de cada uno de los períodos esta dado en el Cuadro 1. Se puede apreciar que el período 1 fue el que presento la más alta calidad nutricional dentro del ensayo. Esto se debe, principalmente, a que dicho período, que comenzó los primeros días de noviembre, coincidió, aproximadamente, con el peak de producción y de calidad nutricional de la pastura, el cual se produce generalmente a mediados de octubre. Esto afecta directamente a la metabolibilidad de la pastura consumida por las vacas, alcanzando un valor de 0,749. Anrique *et al.* (2010) presenta energías metabolizables para los meses de Noviembre, Enero y Marzo de 12,3, 11,2 y 11,5 MJ kg⁻¹, respectivamente, similares a las obtenidas en este ensayo.

Comparando la composición nutricional y energética de la pastura de otros ensayos realizados en la Estación Oromo, como López (2009), Mella (2009), González *et al.* (2005) y Ordenes (2006), se puede apreciar un aumento en la calidad, tanto en la Energía Bruta, Energía Metabolizable y Proteína Cruda. La alta disponibilidad de Materia seca durante la realización del ensayo puede ser concluyente para obtener muestras de pasturas con una alta calidad nutricional.

Cuadro 1. Composición química, metabolibilidad de la pastura y eficiencia de utilización de la energía metabolizable¹ para mantención, lactancia y aumento de peso para cada período experimental

Período	E.B.	E.M.	P.C	q _m	k _m	k _l	k _g
Experimental	(MJ/kg MS)	(MJ/kg MS)	(%)				
1	19,6	13,8	27,7	0,704	0,749	0,666	0,633
2	19,1	10,6	17,2	0,552	0,696	0,613	0,582
3	18,8	11,5	18,4	0,609	0,716	0,633	0,601

¹ Calculados según AFRC (1995).

q_m = metabolibilidad

P.C.= proteína cruda

k_m = eficiencia de utilización de la energía metabolizable para mantención

k_l = eficiencia de utilización de la energía metabolizable para lactancia

k_g = eficiencia de utilización de la energía metabolizable para gestación

Características de consumo

El Cuadro 2 presenta las estimaciones de consumo diario de MS de la pastura ofertada. Primeramente, se puede observar que los consumos totales no difirieron significativamente ($P=0,4922$). Dichos consumos en promedio fueron de 13,41 y 13,06 kg MS d^{-1} en vacas H.N y F_1 . Tanto los consumos en relación al peso vivo y peso metabólico, no presentaron diferencias significativas ($P > 0,302$).

Cuadro 2. Características de Consumo de Materia Seca (CMS) en vacas primíparas Holstein Neozelandés (H.N.) y F_1 (Montbeliarde*Holstein Neozelandés)

Variables	H.N.		F_1		P
	Promedio ¹	(EE) ²	Promedio	(EE)	
CMS (kg d^{-1})	13,41 a ³	0,23	13,06 a	0,21	0,492
CMS como % de peso vivo (%)	3,16 a	0,05	3,05 a	0,05	0,302
CMS como % de peso metabólico (%)	14,34 a	0,25	13,86 a	0,22	0,327

¹ n=12 para cada biotipo.

² Error estándar.

³ Promedios con igual letra, en sentido horizontal, no difieren significativamente ($P > 0,05$).

Las estimaciones de CMS, no mostraron diferencias significativas en ninguno de los tres parámetros que se utilizó para medir la variable consumo. Esto se debe principalmente a que los requerimientos de EM totales y los pesos vivos no presentaron diferencias significativas, y son semejantes a los presentados en otros ensayos en función del peso vivo y productividad de las vacas utilizadas. Cuando se realiza un cruzamiento con una raza pequeña, se espera que disminuya el consumo absoluto, con un consiguiente aumento del consumo relativo, como lo que ocurre en los cruzamientos con Jersey.

González *et al.* (2005) obtuvieron CMS para H.N. de 13,9 kg MS vaca⁻¹, y consumos relativos relacionados al PV y PM de 3,2 y 14,6%, respectivamente, concordantes a los presentados en este ensayo. Tanto Mella (2009), López (2009) y González *et al.* (2005), no registran diferencias significativas en los valores de consumo entre el F_1 (Jersey*H.N.) y H.N. Heins *et al.* (2008) en los primeros 150 días de lactancia no registró diferencias significativas en el consumo, registrando valores de 3.233 y 3.326 kg de MS para el cruzamiento Jersey*H.N. y H.N., respectivamente.

Cohen *et al.* (2000), establecieron que mediante un buen manejo de las pasturas, el consumo total de MS en vacas lactantes, puede alcanzar aproximadamente un 4,2% del peso vivo del animal. Pero, a la vez, las condiciones dadas para conseguir esos consumos son muy difíciles de alcanzar en sistemas comerciales. En el presente ensayo, las vacas H.N. alcanzaron un consumo de 3,14% en relación al peso vivo y las vacas F_1 obtuvieron un consumo de 3,04%. Hodgson y Brookes (1999), comentan que entre los factores que

afectan el consumo de MS de vacas en pastoreo están los requerimientos nutricionales del animal, distensión del tracto digestivo y restricciones del comportamiento que influyen en el pastoreo. La pastura disponible para los animales durante este ensayo mantuvo una alta calidad (Cuadro 1), a lo que los consumos registrados podrían estar influenciados por la edad fisiológica de los animales, los cuales son vacas primíparas, las que al momento de comenzar el ensayo tenían en promedio 24 meses. En relación a lo último, Mc Evoy *et al.* (2008), señalan que el consumo de MS obtenido por vacas primíparas alcanza un 74% del obtenido por los animales de dos o más partos. Lo que explicaría que en ensayos en los que se han utilizado vacas de dos o más partos, (Mella, 2009 y López, 2009), se obtengan consumos mayores a los estimados en este ensayo.

Características de peso vivo

El Cuadro 3 presenta los resultados obtenidos en diferentes variables relacionadas con el peso corporal de los animales. En primer término es importante señalar que no se detectó diferencias significativas ($P > 0,785$) en peso vivo y peso metabólico entre los biotipos comparados. El peso vivo promedio de las vacas H.N. (425,9 kg) fue levemente inferior al obtenido en otras experiencias realizadas con hembras primíparas, de 2 años de edad, en la Estación Experimental Oromo. Al respecto, González *et al.* (2005) reportan un peso promedio de 435,6 kg en animales de dichas características, es decir sólo un 2,3% superior al obtenido en el presente estudio. Por su parte, González *et al.* (2007) obtuvieron un peso promedio 5,6% más elevado, informando un promedio de 451,4 kg. Los pesos vivos de las hembras H.N., se consideran, no obstante, satisfactorios para las condiciones de manejo otorgadas en la explotación. Al respecto cabe mencionar que LIC (2009) informa un peso vivo promedio de 398 kg para vacas Holstein de primer parto en Nueva Zelanda. Los pesos de las vacas F₁ (428,6 kg) fueron, no obstante, menores a los esperados de acuerdo a la información disponible en la literatura internacional.

Dillon *et al.* (2003) al comparar vacas Holstein y Montbeliarde, en condiciones pastoriles, señalan mayores pesos corporales en estas últimas, cuya superioridad promedio fue de 4,74%, oscilando entre 3,1 y 7,5% en diferentes etapas de la lactancia. Asumiendo dicho valor promedio y considerando una heterosis de 1,7% en esta característica (López-Villalobos *et al.*, 1998) las hembras F₁ debieron pesar alrededor de 443 kg.

Walsh *et al.* (2008) tampoco encontraron diferencias significativas al comparar vacas Holstein con hembras F₁, producto de la cruce de machos Montbeliarde y hembras Holstein en pastoreo. Dichos autores obtuvieron en vacas adultas pesos vivos promedios de 570 y 572 kg, respectivamente.

Cuadro 3. Características de Peso Vivo en vacas primíparas Holstein Neozelandés (H.N.) y F₁ (Montbeliarde*Holstein Neozelandés)

Variables	H.N.		F ₁		P
	Promedio ¹	(EE) ²	Promedio	(EE)	
Peso Vivo (kg)	425,9 a ³	1,55	428,6 a	1,39	0,794
Peso Metabólico (PV ^{0,75})	93,69 a	0,25	94,16 a	0,23	0,785
Cambio de Peso (kg d ⁻¹)	0,564 a	0,07	0,379 a	0,06	0,067

¹ n=12 para cada biotipo.

² Error estándar.

³ Promedios con igual letra, en sentido horizontal, no difieren significativamente (P > 0,05).

Por otra parte, Aharoni *et al.* (2006), realizando un estudio utilizando vacas en confinamiento, registran un peso vivo promedio para hembras F₁ de 632 kg, siendo este un 17, 25% superior al peso obtenido por las hembras Holstein.

La similitud entre los pesos vivos presentados en el Cuadro 3, podría estar fuertemente determinados por los padres de las vacas F₁. Los reproductores Montbeliarde seleccionados fueron “Lecuyer” y “Patinage”, por ser los más utilizados en Chile para sistemas pastoriles. Ambos se caracterizan por poseer un valor de cría negativo en cuanto a los parámetros de peso y tamaño corporal (COOPEX, 2007), determinando que las vacas F₁ fueran más livianas a lo esperado con respecto al promedio racial.

Existen antecedentes en Oromo con respecto al cruzamiento entre vacas Holstein Neozelandés y vacas Jersey en ensayos realizados por González *et al.* (2005), Mella (2009), López (2009) y Ordenes (2006), los cuales utilizando vacas H.N. y un F₁ (Jersey*H.N.) presentaron diferencias altamente significativas, siendo H.N. marcadamente superior en más de 50 kg de peso vivo. Dicha diferencia también se ve reflejada directamente en sus pesos metabólicos. Heins *et al.* (2008), en sistema de confinamiento, obtiene una diferencia de 33,6 kg en peso vivo entre vacas Holstein y vacas resultante del cruzamientos de estas últimas con toros Jersey.

Cabe señalar, que el cambio de peso alcanzó el borde de la significancia (P=0,066), siendo un 3,28% mayor para vacas H.N. Al comparar los pesos post-parto y de secado, entre ambos biotipos, se puede apreciar que no existen diferencias significativas entre estos dos últimos (P 0,3865), como se muestra en el Cuadro 4. Esto expresa, que aunque comenzaran y terminaran la lactancia con pesos similares, las vacas H.N. presentaron una mayor pérdida de peso corporal al inicio de lactancia en comparación al F₁, como ocurre en las vacas especializadas en la producción de leche, debido a la movilización de una mayor cantidad de reservas corporales (tejido adiposo) para la producción.

Cuadro 4. Características de largo de Lactancia y pesos al inicio y termino de la misma de vacas primíparas Holstein Neozelandés (H.N.) y F₁ (Montbeliarde*Holstein Neozelandés)

Variables	H.N.		F ₁		P
	Promedio ¹	(EE) ²	Promedio	(EE)	
Largo lactancia (d)	279,2 a ³	4,5	272,1 a	3,7	0,255
Características de Peso					
Peso post-parto (kg)	365,9 a	9,8	377,8 a	8,1	0,387
Peso de secado (kg)	450,5 a	10,7	443,9 a	8,8	0,663

¹ n=12 para cada biotipo.² Error estándar.³ Promedios con igual letra, en sentido horizontal, no difieren significativamente (P > 0,05).

Características de producción y composición de leche

El Cuadro 5 presenta los resultados obtenidos para producción y composición de la leche medidos y estimados en este ensayo. Las vacas H.N presentan una producción de leche sin corregir levemente más baja (15,24 kg) a las resultantes en otros ensayos realizados. González *et al.* (2005) registran una producción de leche sin corregir de 17,6 kg, mientras que Órdenes (2006) obtiene una producción de 16,01 kg, ambas ensayos con vacas de primer parto. Por otra parte, LIC (2009) informa producciones de leche 15,9 kg vaca⁻¹ para Holstein Neozelandés en Nueva Zelanda en sistemas pastoriles, los que son consistentes con los obtenidos en este ensayo.

Las vacas F₁ registraron una superioridad de un 14,24 % por sobre el H.N. (17,41 kg), Esto último contrasta con las producciones obtenidas en otras experiencias utilizando vacas Holstein y la cruce con toros Montbeliarde. Dentro de los ensayos realizados en estabulación, Aharoni *et al.* (2006) señala una producción del orden de un 30,4% superior de las vacas Holstein, con una producción de 39,5 kg. Heins *et al.* (2006b) obtiene una producción promedio de 31,9 kg para hembras Holstein, estableciendo una diferencia de un 5,6% en relación al F₁.

En sistemas pastoriles, Dillon *et al.* (2003) señala una producción de leche promedio para vacas Holstein y vacas Montbeliarde de 19,78 y 17,17 kg, respectivamente, logrando una diferencia significativa de un 13,2%. Análogamente, Walsh *et al.* (2008) registra valores levemente superiores en favor a las hembras Holstein de un 2,16%. En sistemas extensivos, como el basado en pradera, el objetivo es optimizar la producción por unidad de superficie, en donde, la producción por vaca se restringe en alrededor de un 20% del máximo posible, debido a factores ambientales, principalmente por la alimentación (González y Magofke, 2003).

Cuadro 5. Características de Producción en vacas primíparas Holstein Neozelandés (H.N.) y F₁ (Montbeliarde*Holstein Neozelandés)

Variables	H.N.		F ₁		P
	Promedio ¹	(EE) ²	Promedio	(EE)	
Producción de leche:					
Sin corregir (kg d ⁻¹)	15,2 a ³	0,23	17,4 b	0,21	0,006
Corregida por energía (kg d ⁻¹)	16,9 a	0,23	17,6 a	0,21	0,271
Materia Grasa:					
Contenido (g kg ⁻¹)	47,3 a	0,29	40,5 b	0,26	0,0001
Producción (kg d ⁻¹)	0,71 a	0,01	0,69 a	0,01	0,512
Proteína Láctea					
Contenido (g kg ⁻¹)	37,1 a	0,16	34,6 b	0,14	0,005
Producción (kg d ⁻¹)	0,56 a	0,00	0,60 a	0,01	0,128
Sólidos Lácteos					
Contenido (g kg ⁻¹)	84,3 a	0,39	75,1 b	0,35	0,0001
Producción (kg d ⁻¹)	1,27 a	0,02	1,29 a	0,02	0,687
Valorización energética					
Por kg de leche (MJ kg ⁻¹)	3,5 a	0,01	3,2 b	0,01	0,0001
Producción Diaria (MJ d ⁻¹)	53,0 a	0,72	55,1 a	0,65	0,271

¹ n=12 para cada biotipo.² Error estándar.³ Promedios con igual letra, en sentido horizontal, no difieren significativamente (P > 0,05).

La superioridad de producción por parte del F₁ desaparece al realizar la corrección por energía, obteniendo producciones corregidas promedio de 16,9 y 17,6 kg para H.N. y F₁, respectivamente, no estableciendo diferencia significativa (P=0,2712). Esto está determinado directamente por el contenido de sólidos lácteos presentes en la producción. H.N registra en promedio un contenido de materia grasa y proteína de 47,26 y 37,09 g kg⁻¹, respectivamente, logrando una superioridad significativa de un 14,3% para contenido graso y un 6,7% para proteína. González *et al.* (2005), señalan que el H.N., posee el potencial genético para alcanzar elevados tenores grasos, mediante el cual, puede igualar o superar en esta característica a diferentes estirpes Holstein, aun cuando estas lo superen en volumen de producción. Según LIC (2009), el H.N. en Nueva Zelanda bajo un sistema pastoril alcanza

tenores de grasa de 43,9 g/kg y de proteína 35,8 g/kg, similares a los presentados en este ensayo.

Ambas razas puras han sido seleccionadas para un aumento de sólidos lácteos a través de los años. Mientras H.N. ha sido seleccionado genéticamente para presentar un aumento en la concentración de sólidos lácteos, afectando negativamente la producción de leche; la raza Montbeliarde ha sido seleccionada genéticamente para obtener una mayor concentración de sólidos, especialmente para proteína (B-Kappa caseína) (COOPEX, 2010), para beneficiar la producción de quesos, y una producción media-alta de leche.

El mayor contenido de sólidos de las vacas H.N., produjo una mayor valorización energética en comparación a las vacas F_1 ($3,5 \text{ MJ d}^{-1}$), alcanzando una diferencia de 8,87%, pero no así al estimar el valor energético de producción. Esto último, se debe a que el valor energético de la producción está relacionado directamente proporcional a la producción de sólidos lácteos, por lo que el H.N. al presentar un mayor contenido de sólidos lácteos y una menor producción de leche, y en forma inversa, el F_1 registra más kg de leche, pero un menor contenido de sólidos, la diferencia no es significativa ($P=0,2712$). De lo explicado con anterioridad, se puede inferir que un kg de leche de vacas F_1 posee el mismo contenido energético que 0,911 kg de leche proveniente de vacas H.N.

Tanto en la producción de sólidos totales, producción de grasa y producción de proteína, no difieren significativamente ($P 0,1276$). A pesar de que las vacas H.N. obtuvieron un contenido mayor de sólidos lácteos, el F_1 registra una producción de leche mayor, por lo que al estimar la producción de sólidos, estas diferencias no llegan a la significancia.

Ambos porcentajes, de grasa y proteína, fueron numéricamente mayores en la leche de la H.N., con respecto a los presentados por las vacas F_1 , debido a que existe una correlación negativa entre la producción de leche y las concentraciones de proteína y grasa. Por lo que se sugiere que parte de esta diferencia podría atribuirse a la menor producción de leche de las vacas H.N. También, de esto último, dependerá la diferencia de valor energético de la producción y por kg de leche diario, ya que H.N. al presentar un mayor contenido de grasa y proteína (sólidos lácteos), da como resultado, un mayor valor energético por kg de leche que F_1 .

Hay que considerar, que los resultados experimentales obtenidos corresponden a 3 períodos de 18 días. Con el propósito de corroborar si estas tendencias reflejan lo ocurrido durante toda la lactancia, se procedió a realizar un análisis adicional de la producción y contenido de sólidos de la misma en la lactancia completa (Cuadro 6).

Las vacas F_1 produjeron, en promedio, 4.567,4 kg en la lactancia total con una diferencia significativa del 12% por sobre el promedio de las vacas H.N. Las producciones totales, al ser corregida por energía, no presentaron diferencias significativas ($P=0,2809$), con valores para H.N. y F_1 de 4.536,9 y 4.807,7 kg lactancia⁻¹, respectivamente. Tanto en el contenido graso y proteico, las vacas H.N. son superiores significativamente a las F_1 ($P 0,05$), pero al presentarlos como producción de kg totales en la lactancia completa, dicha diferencia no

presentó significancia ($P = 0,17$). Esto se debe a la mayor producción de leche por lactancia que posee el F_1 . La duración promedio de las lactancias no demuestran diferencias significativas entre ambos biotipos (279,1 y 272,5 días para H.N. y F_1 , respectivamente).

Cuadro 6. Características de producción de la lactancia completa de vacas primíparas Holstein Neozelandés (H.N.) y F_1 (Montbeliarde*Holstein Neozelandés)

Variables	H.N.		F_1		P
	Promedio ¹	(EE) ²	Promedio	(EE)	
Largo lactancia (d)	279,2 a ³	4,5	272,1 a	3,7	0,255
Producción de leche					
Sin corregir (kg lactancia ⁻¹)	4.025,4 a	177,6	4.567,8 b	146,9	0,036
Corregida por energía (kg lactancia ⁻¹)	4.536,9 a	178,3	4.807,7 a	147,5	0,281
Materia Grasa					
Contenido (g kg ⁻¹)	48,3 a	1,1	43,2 b	0,9	0,003
Producción (kg lactancia ⁻¹)	194,5 a	7,7	196,8 a	6,4	0,828
Proteína Láctea					
Contenido (g kg ⁻¹)	36,8 a	0,6	35,1 b	0,5	0,059
Producción (kg lactancia ⁻¹)	148,3 a	6,2	160,1 a	5,1	0,179

¹ n=12 para cada biotipo.

² Error estándar.

³ Promedios con igual letra, en sentido horizontal, no difieren significativamente ($P > 0,05$).

En los estudios realizados comparando H.N y un F_1 (Jersey*H.N.) se obtuvieron resultados que contrastan a los expuestos en este ensayo, referidos al F_1 (Montbeliarde-H.N.). González *et al.* (2005), obtuvieron una producción promedio para el F_1 (Jersey*H.N) de 18,2 kg d⁻¹ sin corregir la que no expresa una diferencia significativa; por otra parte obtienen 19,5 kg d⁻¹ corregida por energía, con un contenido graso y proteico de 45,8 g kg⁻¹ y 34,7 g kg⁻¹, respectivamente, determinando una superioridad significativa en las tres últimas del F_1 (J*H.N) por sobre H.N. ($P = 0,0156$). Al obtener un contenido mayor de sólidos lácteos, por ende, genera una valorización energética por kilos de leche y por producción mayor de un 4,7% y 7,7%, respectivamente. En los estudios realizados por Mella (2009) y López (2009) en vaca adultas se puede apreciar esta misma tendencia.

Al estimar la energía contenida por kilo de leche (E_l), se le confiere una mayor ponderación energética a la materia grasa por sobre la proteína láctea. Las pautas de pago presentan una relación inversa respecto al anterior, donde se le da un valor económico a proteína láctea de

2,5 veces el valor económico del contenido graso. No se encontraba dentro de los objetivos de este trabajo, pero se consideró que era de gran importancia analizar la producción de leche de ambos biotipos, bajo un punto de vista económico. Para este análisis, se utilizó una pauta de pago dada por SOPROLE S.A. (primavera 2010) y convertir las producciones de leche y contenido de sólidos de unidades de peso/peso a unidades de peso/volumen.

Se realizó la estimación de Litros Base (LB), el que se estableció como la producción diaria de leche en litros con un contenido base de 3,0% de materia grasa y un contenido base de 3,0% de proteína láctea, considerando un precio base de \$102,96 lt^{-1} y una bonificación por el contenido de sólidos lácteos de \$800 kg^{-1} de grasa y \$2000 kg^{-1} de proteína, ambos por cada kg sobre el contenido base para cada sólido lácteo. Con esto, se logró comparar el valor por biotipo de un LB de leche y estimar los Litros Base Totales (LBT), que corresponden a la producción de LB en la lactancia completa.

Cuadro 7. Característica Litros Base (LB) y Litros Base Totales (LBT) de vacas primíparas Holstein Neozelandés (H.N.) y F₁ (Montbeliarde*Holstein Neozelandés) ajustada a pauta

Variables	H.N.		F ₁		P
	Promedio ¹	(EE) ²	Promedio	(EE)	
Producción de leche (lt lactancia^{-1})	3.908,2 a ³	172,40	4.434,8 a	142,60	0,255
Contenido Grasa (g lt^{-1})	49,7 a	0,12	44,4 b	0,10	0,003
Contenido Proteína (g lt^{-1})	37,9 a	0,06	36,1 a	0,05	0,059
Litros Base (LB lt^{-1})	1,42 a	0,03	1,32 b	0,02	0,009
Litros Base Totales (LB lactancia^{-1})	5.562,5 a	222,8	5.842,8 a	184,3	0,369

¹ n=12 para cada biotipo.

² Error estándar.

³ Promedios con igual letra, en sentido horizontal, no difieren significativamente ($P > 0,05$).

Como se presenta en el Cuadro 7, las vacas F₁ obtiene una producción promedio mayor considerando la lactancia completa, con un valor de 4.434,8 lt, un 11,8% mayor que la producción de las vacas H.N, pero no alcanzando significancia ($P=0,255$). En cuanto al contenido de materia grasa y proteína láctea, se obtuvieron diferencias significativas favorables a H.N, registrando valores de 49,7 y 37,9 g lt^{-1} , respectivamente. Por lo cual, al calcular los Litros Base para los dos biotipos, se obtuvo una superioridad de H.N. de un 7,04% con respecto al F₁, con valor de 1,42 LB lt^{-1} . No obstante, al comparar los Litros Base Totales, las hembras F₁ supero en un 4,8% a H.N., sin alcanzar significancia. Esto está determinado por el fenómeno mencionado con anterioridad, en el cual las hembras F₁ obtienen producciones mayores de leche, pero con un contenido menor de sólidos lácteos en relación a las hembras H.N.

Se puede estimar el precio promedio para las producciones de leche obtenidas por las dos estirpes, multiplicando por el precio base (señalado con anterioridad) tanto los LB como los

LBT. Las vacas H.N. obtienen \$146,2 mientras que las vacas F₁ consiguen \$135,9 por cada litro de producción. Al estimar los ingresos promedio por lactancia completa, se observa que una vaca H.N. genera una ganancia de \$572.715 y una vaca F₁ \$601.574, observándose una diferencia de \$28.859, la cual podría llegar a alcanzar cierta relevancia en función del tamaño del rebaño, reflejando una ventaja económica para F₁ con respecto al H.N.

Características de Eficiencia Biológica

La eficiencia conversión alimentaria (ECA) para las diferentes variables de producción se presenta en el Cuadro 8. Para producción de leche, se observa una superioridad de un 17% del F₁ con respecto a H.N., con un valor de 1,364 kg kg⁻¹ MS (P=0,0005). La ECA para la producción de leche corregida por sólidos, vacas F₁ fue superior a las H.N., con valores de 1,381 kg kg⁻¹ MS (7%). Tanto para la producción de sólidos totales y producción de grasa, la ECA no se presentó diferencias significativas (P 0,1953); ese no fue el caso para la producción de proteína, donde el F₁ alcanzó un valor de 46,93 kg kg⁻¹ MS, superando en un 9,3% al H.N.

Gran parte de las diferencias entre razas lecheras en relación a sus requerimientos nutricionales, ECA, y productividad están influenciadas, principalmente, por la diferencia en el peso vivo de las vacas (Holmes *et al.*, 2002). En contra de lo esperado en este ensayo, el cruzamiento con Montbeliarde no significó un aumento en el PV de las vacas, pero si de un ligero aumento en la producción de leche favorable al F₁. Esto puede estar relacionado con las diferencias en las vías de utilización de la energía metabolizable, en donde REM total no difieren significativamente (P=0,4996), pero si lo hacen en cuanto a los REM de producción y REM de cambio de peso (Cuadro 9), en donde las hembras F₁ destinan un 57,8% y un 11% de la EM total para producción y cambio de peso, respectivamente, y las hembras H.N. particiona el 15,4% para cambio de peso de la energía metabolizable total consumida. En este ensayo se utilizaron hembras primíparas de dos años, las que en el último período de lactancia, aumentaron de manera importante su peso. Esto último, es producto de la ganancia de peso que se produce en el animal hasta llegar a su peso de madurez.

González *et al.* (2005) obtienen ECA mayores a los de este ensayo para H.N, tanto para producción de leche con corregir como la ECA producción para sin corregir por energía (11,4 y 7,3 %, respectivamente) y una ECA para producción de grasa concordante con lo expresado en el Cuadro 8 (54,41 g kg MS⁻¹). En función de los resultados obtenidos, se puede observar que en otros ensayos realizados en la Estación Experimental Oromo por González *et al.* (2005), Mella (2009) y López (2009), el cruzamiento con Jersey siempre le infiere al mestizo un ECA, estimado para todas las variables, mayor que los obtenidos por H.N. con una alta significancia (P 0,0284). González *et al.* (2005) asocia estos resultados a la diferencia obtenida en cuanto al peso vivo, tamaño corporal y un menor costo de mantención.

Cuadro 8. Características de Eficiencia de Conversión Alimentaria (ECA) en vacas primíparas Holstein Neozelandés (H.N.) y F₁ (Montbeliarde*Holstein Neozelandés)

Variables	H.N.		F ₁		P
	Promedio ¹	(EE) ²	Promedio	(EE)	
Producción de leche:					
Sin corregir(kg kg MS ⁻¹)	1,16 a ³	0,03	1,36 b	0,02	0,001
Corregida por energía (kg kg MS ⁻¹)	1,29 a	0,03	1,38 b	0,02	0,047
Producción de Sólidos Lácteos:					
Materia Grasa (g kg MS ⁻¹)	54,5 a	1,17	54,7 a	1,04	0,928
Proteína (g kg MS ⁻¹)	42,9 a	0,92	46,9 b	0,82	0,014
Sólidos Totales (g kg MS ⁻¹)	97,5 a	2,06	101,6 a	1,84	0,195

¹ n=12 para cada biotipo.² Error estándar.³ Promedios con igual letra, en sentido horizontal, no difieren significativamente (P > 0,05).

Con respecto a la Eficiencia Productiva en relación al peso vivo (Cuadro 9), sólo se obtuvo diferencias significativas en la producción de leche sin corregir (P=0,0227), presentándose valores de 36,3 g kg⁻¹ PV y 40,9 g kg⁻¹ PV para H.N. y F₁, respectivamente, siendo este último mayor en un 12%. Los otros parámetros, para esta característica, no presentan diferencias significativas (P 0,251).

Cuadro 9. Características de Eficiencia Productiva por unidad de Peso Vivo (PV) en vacas primíparas Holstein Neozelandés (H.N.) y F₁ (Montbeliarde*Holstein Neozelandés)

Variables	H.N.		F ₁		P
	Promedio ¹	(EE) ²	Promedio	(EE)	
Producción de leche:					
Sin corregir (g kg ⁻¹ PV)	36,3 a ³	0,52	40,9 b	0,46	0,023
Corregida por energía (g kg ⁻¹ PV)	40,2 a	0,49	41,3 a	0,44	0,505
Producción de Sólidos Lácteos:					
Materia Grasa (g kg ⁻¹ PV)	1,69 a	0,02	1,63 a	0,02	0,356
Proteína (g kg ⁻¹ PV)	1,34 a	0,02	1,40 a	0,02	0,251
Sólidos Totales (g kg ⁻¹ PV)	3,03 a	0,04	3,03 a	0,03	0,977

¹ n=12 para cada biotipo.² Error estándar.³ Promedios con igual letra, en sentido horizontal, no difieren significativamente (P > 0,05).

En cuanto a la Eficiencia Productiva en función del peso metabólico (presentada en el Cuadro 10), se observa la misma tendencia que se aprecia para la Eficiencia de Productiva con respecto al peso vivo, en la cual solo existen diferencias significativas en la Eficiencia Productiva de producción de leche, siendo mayor en un 13% el F₁ con un valor de 18,58 % PM. Los otros parámetros, para esta característica, no presentan diferencias significativas (P > 0,198).

Cuadro 10. Características de Eficiencia Productiva por % de Peso Metabólico (PM) en vacas primíparas Holstein Neozelandés (H.N.) y F₁ (Montbeliarde*Holstein Neozelandés)

Variables	H.N.		F ₁		P
	Promedio ¹	(EE) ²	Promedio	(EE)	
Producción de leche:					
Sin corregir (% PM)	16,4 a ³	0,24	18,6 b	0,21	0,015
Corregida por energía (% PM)	18,2 a	0,23	18,7 a	0,20	0,422
Producción de Sólidos Lácteos:					
EP de grasa (% PM)	0,77 a	0,01	0,74 a	0,01	0,377
EP de proteína (% PM)	0,61 a	0,01	0,64 a	0,01	0,198
EP de sólidos (% PM)	1,37 a	0,02	1,38 a	0,02	0,988

¹ n=12 para cada biotipo.

² Error estándar.

³ Promedios con igual letra, en sentido horizontal, no difieren significativamente (P > 0,05).

Tanto en las Eficiencias Productivas relacionadas con el peso vivo y con el peso metabólico, se aprecia una diferencia mínima sin significancia, excepto para la relación con producción de leche sin corregir, debido a la similitud de los datos obtenidos para H.N. y F₁, en cuanto a producción, peso vivo y peso metabólico. En los ensayos presentados por González *et al.* (2005), Mella (2009) y López (2009) se presentan valores con diferencias altamente significativas para todas las variables para EP en peso vivo y peso metabólico, en los cuales se confirma la gran superioridad que otorga el cruzamiento con Jersey al sistema.

En el Cuadro 11 se presenta los valores obtenidos para la Eficiencia Nutricional Bruta (EEB) de la Energía. Las hembras H.N utilizan un 33, 6% de la energía metabolizable para la producción de leche, mientras que las hembras F₁ usa un 36, 6% para el mismo fin, siendo mayor significativamente estas últimas (P=0,036). La EEB corregida presenta una estimación más exacta, ya que pretende eliminar la desviación que produce la energía aportada de la movilización de reservas corporales o la que se produce por la energía metabolizable particionada para cambio de peso, según sea el caso (González *et al.*, 2005). Al corregir los valores presentados anteriormente por cambio de peso vivo, se puede apreciar que la diferencia se aminora llegando a ser no significativa, con valores de 38,5% y de 39,2% para H.N. y F₁, respectivamente. Considerando que tanto H.N. y F₁ presentaron

ganancia de peso, los valores de EEB corregida fue de mayor magnitud los de EEN. Las hembras H.N. obtuvieron un mayor cambio de peso en relación al F₁, por lo que su incremento fue mayor al registrado por a este último (12,7%).

Cuadro 11. Características de Eficiencia Nutricional Bruta (EEB) en vacas primíparas Holstein Neozelandés (H.N.) y F₁ (Montbeliarde*Holstein Neozelandés)

Variables	H.N.		F ₁		P
	Promedio ¹	(EE) ²	Promedio	(EE)	
EM (%)	33,6 a ³	0,69	36,0 b	0,62	0,036
EM corregida por cambio de peso vivo (%)	38,5 a	0,25	39,2 a	0,22	0,162

¹ n=12 para cada biotipo.

² Error estándar.

³ Promedios con igual letra, en sentido horizontal, no difieren significativamente (P > 0,05).

González *et al.* (2005) obtuvieron valores de EEB 32,79 y 37, 13% y para EEB corregida de 39,09 y 41,04% para H.N. y F₁ (Jersey*H.N.), respectivamente, siendo ambos parámetros diferentes significativamente en favor del cruzamiento de H.N. con Jersey. Mella (2009) y López (2009), concuerda con los datos presentados por González *et al.* (2005), en EEB como EEB corregido donde el cruzamiento con Jersey experimento las eficiencias más altas, confirmando su mayor tendencia a depositar energía láctea.

Cabe señalar, que en este estudio sólo se evalúa la producción lechera entre ambos biotipos. A pesar de que el cruzamiento con Montbeliarde no genera ventajas comparativas en la aptitud lechera y en parámetros de eficiencia biológica, se puede esperar un aumento en aptitud cárnica por parte de los terneros y hembras de eliminación con respecto al H.N. puro, mejorando sustancialmente los ingresos debido a su mayor valor de venta. Este fenómeno no es observable en los cruzamientos realizados con Jersey. Por lo informado por Heins *et al.* (2006a), otra ventaja adquirida por medio de la cruce con Montbeliarde podría ser la de un aumento en la fertilidad (preñez al primer servicio, tasa de fertilidad, etc.), supervivencia y longevidad de las hembras F₁ en el sistema, características que no fueron estudiadas en este ensayo. Por otra parte, al estimar la carga animal, obtienen valores promedio aproximados de 2,3 y 2,39 vacas ha⁻¹ para las hembras H.N. y F₁, respectivamente; por lo que el F₁ al presentar un menor tamaño y consumo, permitiría trabajar con más vacas por hectárea.

Requerimientos de Energía Metabolizable

En el Cuadro 12 se expresa los requerimientos de energía metabolizable (REM) totales y su partición a las diferentes funciones metabólicas para ambos biotipos. Como se puede apreciar, las vacas H.N. necesitaron 159,5 MJ d⁻¹ para satisfacer sus requerimientos totales, siendo un 2,6% mayor que la demanda total de EM por parte de las vacas F₁, no alcanzando significancia estadística (P > 0,500). González *et al.* (2007) obtuvieron mayores REM totales para H.N. en relación al F₁ (Jersey*H.N.) en vacas de primer parto. Órdenes (2006) para vacas de primer parto registra una diferencia de un 17,5% en favor de H.N. con respecto a su cruce con Jersey. Tanto Mella (2009) como López (2009), obtuvieron diferencias significativas para los REM totales, en los cuales H.N. en un 8,73 y 2,6%, respectivamente.

Ambos biotipos destinaron en mayor proporción, una partición de EM para la función metabólica de producción, 54,2 y 57,8 % para H.N. y F₁, respectivamente. Las vacas F₁ requirieron 89,8 MJ d⁻¹, en cambio, las vacas H.N. destinaron 86,5 MJ d⁻¹ para la misma función, un 3,7% menor que F₁, sin establecerse diferencias significativas. Estos valores concuerdan con las producciones de leche y sólidos similares entre ambos biotipos. Ordenes (2006) obtuvo valores similares para vacas primíparas H.N. de 93,71 MJ d⁻¹. Mella (2009) y López (2009) obtuvieron 150,9 MJ d⁻¹ y 108,16 MJ d⁻¹, respectivamente, para hembras H.N. en la misma función metabólica. Estos últimos valores, son notoriamente más altos a los presentados en este ensayo, debido a que se utilizaron vacas de dos o más partos en dichas experiencias.

Cuadro 12. Características de Requerimientos de Energía Metabolizable (REM) en vacas primíparas Holstein Neozelandés (H.N.) y F₁ (Montbeliarde*Holstein Neozelandés)

Variables	H.N.			F ₁			P
	Promedio ¹	%	(EE) ²	Promedio	%	(EE)	
Requerimientos de EM para:							
Mantenimiento (MJ d ⁻¹)	47,9 a ³	30,0	0,14	48,1 a	30,9	0,12	0,862
Producción (MJ d ⁻¹)	86,5 a	54,2	1,18	89,8 a	57,8	1,06	0,305
Cambio de Peso (MJ d ⁻¹)	24,6 a	15,4	2,68	17,1 a	11,0	2,40	0,075
Gestación (MJ d ⁻¹)	0,57 a	0,35	0,07	0,35 a	0,23	0,07	0,189
REM Total (MJ d ⁻¹)	159,5 a	100,0	2,96	155,4 a	100,0	2,65	0,500

¹ n=12 para cada biotipo.

² Error estándar.

³ Promedios con igual letra, en sentido horizontal, no difieren significativamente (P > 0,05).

Los requerimientos de EM para mantención no presentaron diferencias significativas ($P=0,862$), donde el F_1 alcanzo un 0,41% mayor que H.N. La similitud de sus pesos vivos determina este efecto. No obstante, podemos apreciar que en los ensayos en donde se utilizó un F_1 (Jersey*H.N.), tanto Mella (2009), Órdenes (2006) y López (2009), establecen diferencias significativas, en el cual H.N. presenta mayores requerimientos para esta característica debido su mayor peso vivo y peso metabólico, en relación al cruzamiento de H.N. con Jersey.

Donde se apreció la mayor diferencia fue para los requerimientos de EM para la función de cambio de peso. Las vacas H.N. registraron un valor de $24,6 \text{ MJ d}^{-1}$, que fue 55,2% mayor a los requerimientos de F_1 para la misma función, cuya diferencia no alcanzo a tener diferencia significativa ($P=0,075$), siendo el motivo principal la diferencia en el cambio de peso de ambos biotipos, el cual se refirió con anterioridad en este ensayo.

La menor cantidad de energía particionada correspondió a la gestación. En ambos biotipos se registraron valores similares, los cuales no presentaron diferencias significativas ($P=0,189$).

CONCLUSIONES

- En un sistema pastoril, las vacas primíparas F₁ (Montbeliarde*Holstein Neozelandés) presenta una producción de leche sin corregir mayor que la presentada por las vacas Holstein Neozelandés.
- Estas últimas, no obstante, presentan un mayor contenido de sólidos lácteos (grasa y proteína) pero un volumen inferior, lo que determina un valor energético para la leche producida y producciones de leche corregida por energía, similares en ambos biotipos.
- No hay diferencias en eficiencias de conversión y en eficiencias productivas, ya que las producciones de leche corregidas por energía, consumo y peso vivo, son similares en ambos biotipos.
- Tanto las vacas Holstein Neozelandés como el F₁, presentan similares requerimientos de energía metabolizable y partición de esta a las distintas funciones metabólicas.
- El cruzamiento generado con toros Montbeliarde y hembras Holstein Neozelandés, no presenta ventajas comparativas en Eficiencia Biológica, en relación al Holstein Neozelandés puro.

BIBLIOGRAFÍA

- AFRC, 1995. Energy and protein requirements of ruminants. CAB internacional, Wallingford, UK 159 p.
- AHARONI, Y., BROSH, A. and KAFCHUK, E. 2006. The efficiency of utilization of metabolizable energy for milk production: a comparison of Holstein with F₁ (Montbeliarde*Holstein) cows. *Animal Science* 2006, 82: 101–109.
- ANRIQUE, R., FUCHSLOCHER, R., IRAIRA, S. y SALDAÑA, R. 2010. Composición de alimentos para el ganado bovino. Cuarta Edición. Consorcio Lechero. Chile. 87 p.
- ARC, 1980. The nutrient requirements of ruminant livestock. Farham Royal: Commonwealth agricultural Bureaux. London. 351 p.
- BAKER, R. 1985. Estimating herbage intake from animal performance. En: J. D. Leaver, ed. *Herbage Intake handbook*. The British Grassland Society, Hurley, UK, pp. 77-93.
- BRITT, J. S., THOMAS, R. C., SPEER, N. C. and HALL, M. B. 2003. Efficiency of converting nutrient dry matter to milk in Holstein herds. *J. Dairy Sci.* 86:3796 – 3801.
- CERDA, M. 1999. Efecto de la suplementación con dos tipos de concentrado sobre la respuesta productiva en vacas lecheras en pastoreo primaveral. Memoria de Título Medicina Veterinaria. Universidad Austral. Chile. 54p.
- CIREN. 2003. Descripción de suelos, materiales y símbolos: Estudio agrológico X Región. Recurso electrónico. Centro de Información de Recursos Naturales. Universidad de Chile. Santiago, Chile.
- COHEN, D. C., DOYLE, P. T., STOCKDALE, C. R. and WALES, W. J. 2000. Pasture allowance×pasture intake relationships: Victorian and overseas data. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences* 13, 119. Suppl. Vol. B
- COOPEX. 2007. Montbeliarde Sire Directory. COOPEX Montbeliarde; UMOTEST. 32 p.
- COOPEX, 2010. Cooperativa de Exportación de Genética Montbeliarde-Coopex. Disponible en: www.coopex.com. Leída: 07/12/2010.
- DILLON, P., BUCKLEY, F., O'CONNOR, P., HEGARTY, D. and RATHB, M. 2003. A comparison of different dairy cow breeds on a seasonal grass-based system of milk production 1. Milk production, live weight, body condition score and DM intake. *Livestock Production Science* 83 (2003) 21–33.

FAÚNDEZ, R. 1985. Caracterización de los suelos del predio Oromo (X Región). Memoria de Título Ingeniero Agrónomo. Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Agronómicas. Chile. 99p.

FUNK, D. A. 2006. Major advances in globalization and consolidation of the artificial insemination industry. *J. Dairy Sci.* 89:1362–1368.

GONZÁLEZ, H. MAGOFKE, J.C., MELLA, C. y GARAY, J. 2007. Productividad, consumo y eficiencia biológica en vacas Holstein Neozelandés, mestizas F₁ (Jersey-Holstein Neozelandés) y retrocruzas (Jersey-F₁) en pastoreo. Libro de Resúmenes XXXII Congreso Anual de la Sociedad Chilena de Producción Animal. pp 205-206.

GONZÁLEZ, H., MAGOFKE, J. C. y 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. *Archivos Med. Vet.* 37 (1): 37–47.

GONZÁLEZ, H. y MAGOFKE, J. C. 2003. Cruzamientos y producción de leche. I Cruzamientos en bovinos de leche. En: Serie Actas Instituto de Investigaciones Agropecuarias No. 24. 122 p.

HEINS, B. J., HANSEN, L. B. and SEYKORA, A. J. 2006a. Fertility and survival of pure Holsteins versus crossbreds of Holstein with Normande, Montbeliarde, and Scandinavian Red. *J. Dairy Sci.* 89: 4944-4951.

HEINS, B. J., HANSEN, L. B. and SEYKORA, A. J. 2006b. Production of pure Holstein versus crossbreds of Holstein with Normande, Montbeliarde, and Scandinavian Red. *J. Dairy Sci.* 89:2799–2804.

HEINS, B. J., HANSEN, L. B., SEYKORA, A. J., HAZEL, A. R., JOHNSON, D. G. and LINN, J. G. 2008. Crossbreed of Jersey*Holstein Compared with pure Holsteins for body weight, body condition score, dry matter intake, and feed efficiency during the first one hundred fifty days of first lactation. *J. Dairy Sci.* 91:3716-3122.

HODGSON, J. and BROOKES, I. M. 1999. Nutrition of grazing animals. Page 117 in *Pasture and Crop Science*. J. White, and J. Hodgson, eds. Oxford University Press, Auckland, N.Z.

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

ICAR, 2010. ICAR Cow Milk Inquiry. Disponible en: www.waap.it/enquiry/index.htm. Leída: 15/01/2010.

LE DU, Y. and PENNING, P. 1985. Animal based techniques for estimating herbage intake. En: J. D. Leaver, ed. Herbage Intake Handbook. The British Grassland Society, Hurler, UK. pp. 37-75.

LIC. Livestock Improvement Corporation. 2009. New Zealand dairy statistics 2008-2009. Hamilton, New Zealand. 48p.

LÓPEZ, J. 2009. Comparación de eficiencia biológica en vacas adultas Holstein Neozelandés y F₁ (Jersey-Holstein Neozelandés) a pastoreo. Memoria de Título Ingeniero Agrónomo. Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Agronómicas. Chile. 43p.

LÓPEZ-VILLALOBOS, N. 1998. Effects of crossbreeding and selection on the productivity and profitability of the New Zealand dairy industry. PhD Thesis. Massey University, Palmerston North, New Zealand.

LÓPEZ-VILLALOBOS, N., GARRICK, D. J., HOLMES, C. W., BLAIR, H. T. and SPELMAN, R. J. 2000. Profitabilities of Some Mating Systems for Dairy Herds in New Zealand. J. Dairy Sci. 83(1):144-53.

MAGOFKE, J. C. y GARCIA, X. 2002. Uso del cruzamiento entre razas para mejorar la productividad en animales I. Conceptos. Circular en extensión 28:35-43.

MC EVOY, M., DELABY, L., KENNEDY, E., BOLAND, T. M. and O'DONOVAN, M. 2008. Early lactation dairy cows: Development of equations to predict intake and milk performance at grazing. Livestock Science. 122:214-221.

MELLA, C. 2009. Eficiencia biológica de vacas lecheras Holstein Neozelandés y F₁ (Jersey*Holstein Neozelandés) en pastoreo en dos etapas de la lactancia. Tesis de Magíster. Universidad Austral. Chile. 135p.

ORDENES, J. 2006. Relación entre conducta de pastoreo y requerimientos de energía metabolizable en vacas Frisón Neozelandés y mestizas F₁ (Jersey – Frisón Neozelandés) en la X Región. Memoria de Título Ingeniero Agrónomo. Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Agronómicas. Chile. 64p.

PARGA, J., TEUBER, N., BALOCCHI, O., ANWANDTER, V., CANSECO, C., ABARZÚA, A., LOPETEGUI, J. y DEMANET, R. 2007. Comportamiento del animal en pastoreo. In: Manejo del pastoreo. Fundación para la Innovación Agraria; Instituto de Investigaciones Agropecuarias; Universidad de la Frontera; Universidad Austral de Chile; Cooprinsem; ANASAC. 69-90 p. Serie B-22. Ed: Luis Latrille. 334 p.

PRENDIVILLE, R., PIERCE, K.M. and BUCKLEY, F. 2009. An evaluation of production efficiencies among lactating Holstein-Friesian, Jersey, and Jersey x Holstein-Friesian cows at pasture. J. Dairy Sci. 92:6176-6185.

SPEDDING, C.R.W. 1973. The meaning of biological efficiency. In: The biological efficiency of protein production. Ed. J.G.W. Jones. Cambridge University Press. London. 381 p.

SCHWAGER-SUTER, R., STRICKER, C., ERDIN, D. and KÜNZI, N. 2001. Net energy efficiencies of Holstein, Jersey and Holstein-Jersey F₁-crosses. *Animal Science*. 72:335-342.

TYRELL, H. and REID, J. 1965. Prediction of energy value of cow's milk. *Journal of Dairy Science* 48: 1215-1223.

VALENZUELA, LILIA. No publicado. Evaluación del proceso de carga y descarga de una pastura utilizada bajo diferentes niveles de oferta de forraje. Memoria de Título para optar al grado de Ingeniero Agrónomo. Universidad de Chile. Santiago, Chile.

WALSH, S., BURCKLEY, F., PIERCE, K., BYRNE, N., PATTON, J. and DILLON, P. 2008. Effect of breed and feeding system on milk production, body weight, body condition score, reproductive performance, and postpartum ovarian function. *J. Dairy Sci.* 91:4401 – 4413.