

UNIVERSIDAD DE LA FRONTERA
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y FORESTALES



**EFFECTO DE LA SUPLEMENTACIÓN CON NABO FORRAJERO (*Brassica
rapa* L.) SOBRE LA RESPUESTA PRODUCTIVA Y METABÓLICA DE
VACAS LECHERAS EN PASTOREO ESTIVAL**

Tesis presentada a la Facultad de Ciencias Agropecuarias y Forestales de la Universidad de La Frontera. Como parte de los requisitos para optar al título de Ingeniero Agrónomo.

GUSTAVO JAVIER SAAVEDRA CASANOVA

TEMUCO – CHILE

2014

UNIVERSIDAD DE LA FRONTERA
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y FORESTALES



**EFFECTO DE LA SUPLEMENTACIÓN CON NABO FORRAJERO (*Brassica
rapa* L.) SOBRE LA RESPUESTA PRODUCTIVA Y METABÓLICA DE
VACAS LECHERAS EN PASTOREO ESTIVAL**

Tesis presentada a la Facultad de Ciencias Agropecuarias y Forestales de la Universidad de La Frontera. Como parte de los requisitos para optar al título de Ingeniero Agrónomo.

GUSTAVO JAVIER SAAVEDRA CASANOVA
PROFESOR GUÍA. CLAUDIA GABRIELLA BARCHIESI FERRARI
TEMUCO – CHILE

2014

EFFECTO DE LA SUPLEMENTACIÓN CON NABO FORRAJERO (*Brassica rapa* L.) SOBRE LA RESPUESTA PRODUCTIVA Y METABÓLICA DE VACAS LECHERAS EN PASTOREO ESTIVAL

PROFESOR GUIA : CLAUDIA GABRIELLA BARCHIESI FERRARI.
Ingeniero Agrónomo, M. Sc., Dr.
Departamento de Producción Agropecuaria.
Universidad de La Frontera.

PROFESOR CONSEJERO : RICARDO HUGO CHIHUAILAF VIVANCO
Medico Veterinario, M. Sc., Dr.
Escuela de Medicina Veterinaria.
Universidad Católica de Temuco.

CALIFICACION PROMEDIO TESIS :

*“Cuando no puedas correr, trota,
Cuando no puedas trotar, camina,
Cuando no puedas caminar,
usa el bastón
Pero nunca te detengas”*

AGRADECIMIENTOS.

Primero agradecer al ser superior que todo sabe y controla, Dios, por otorgar la posibilidad de que este ser humano viviera la experiencia universitaria.

A los seres a los cuales fui prestado para guiarme, mis Padres, Francisco y Mónica, y a mi hermana. Por su sacrificio y entrega para sacar adelante esta meta.

Agradecer la paciencia de la profesora Claudia, consejos y conversaciones, al profesor consejero, don Ricardo, por aceptar colaborar en este proceso.

Dar créditos especiales al profesor Horacio por su ayuda estadística en el trabajo.

Éstas últimas líneas son dedicadas a mis amigas y amigos cercanos, que nombrarlos a todos los que aportaron con su granito de arena faltaría espacio. Con los cuales compartí, estudié, aprendí, sufrí, discutí, pero siempre seguimos juntos. Y así muchísimos, incluidos auxiliares, las tías de los negocios, profesores, ayudantes, larga lista.

A los de siempre y a los de hace poco. Gracias por todo.

Como lo dijo un grande y coincidente en nombre.

¡GRACIAS, TOTALES!

ÍNDICE.

Capítulo	Página
1 INTRODUCCION.	1
2 REVISIÓN BIBLIOGRAFICA.	3
2.1 Contaminación mundial y la agricultura.	3
2.2 La producción lechera y la contaminación.	4
2.3 Efecto del balance energía y proteína en la contaminación.	5
2.4 Composición nutricional de la pradera en época estival.	9
2.5 Nabo forrajero.	9
2.5.1 Descripción general.	9
2.5.2 Manejo del cultivo.	10
2.5.3 Calidad nutritiva.	10
2.5.4 Restricciones de uso.	11
3 MATERIALES Y MÉTODOS.	12
3.1 Ubicación del ensayo.	12
3.2 Características Edafoclimáticas.	12
3.3 Animales y diseño experimental.	12
3.4 Evaluaciones	14
3.4.1 Alimentos.	14
3.4.2 Leche.	15
3.4.3 Sangre.	15
3.5 Análisis estadístico.	16
4 PRESENTACIÓN DE RESULTADOS.	17
4.1 Composición química de los alimentos.	17
4.2 Parámetros Productivos.	18

4.2.1	Producción de leche.	18
4.2.2	Composición láctea.	18
4.3	Indicadores metabólicos.	19
4.3.1	Metabolismo energético.	19
4.3.2	Metabolismo proteínico.	20
4.3.3	Actividad plasmática de AST.	21
5	DISCUSIÓN DE RESULTADOS.	22
5.1	Composición química de los alimentos.	22
5.2	Parámetros Productivos.	23
5.2.1	Producción de leche.	23
5.2.2	Composición láctea.	24
5.3	Indicadores metabólicos.	25
5.3.1	Metabolismo energético y proteínico.	25
5.3.2	Actividad plasmática de AST.	26
6	CONCLUSIONES.	28
7	RESUMEN.	29
8	SUMMARY.	30
9	LITERATURA CITADA.	31
10	ANEXOS.	38

ÍNDICE DE CUADROS.

Cuadro 1.	Criterios de alimentación en los tratamientos.	13
Cuadro 2.	Composición nutricional, base materia seca, de la pradera, nabo forrajero y concentrado ofrecido a las vacas en el periodo experimental.	17
Cuadro 3.	Medias ($\bar{X} \pm D.E.$) de producción láctea, porcentaje de proteína y materia grasa, en los tratamientos, tiempo y la interacción de ambas.	19
Cuadro 4.	Medias ($\bar{X} \pm D.E.$) de producción láctea, porcentaje de proteína y materia grasa, en los tratamientos, tiempo y la interacción de ambas	20

1. INTRODUCCION.

La eficiencia de uso del Nitrógeno (N) es un indicador que compara el N que consume el animal en su ración diaria y cuanto de este es utilizado en sus procesos metabólicos y productivos. Se ha determinado en algunos estudios que esta eficiencia es mayor en animales no rumiantes que en rumiantes. En rumiantes tiene como promedio un 25% de eficiencia con rangos de 15-40% (Calsamiglia *et al.*, 2010), el resto del N se pierde como urea en la leche, orina, fecas y como gas a la atmósfera.

La eficiencia de uso de N, depende directamente de la energía disponible en el rumen, la que es utilizada por los microorganismos para degradar proteína y a partir del pool de amonio formar proteína microbiana que proporciona el 50% del total de proteína en vacas de alta producción. Cuando existe una baja disponibilidad de carbohidratos en el rumen, que son los que entregan energía a los microorganismos, el nitrógeno dietario del pool de amonio que no es transformado a proteína microbiana, pasa al hígado donde es transformado en urea, la que es reciclada en un bajo porcentaje por medio de la saliva, el resto es excretado en la leche o en la orina.

El N urinario una vez en el suelo, siguiendo el ciclo del N, se transforma en nitrato, contaminando agua, suelo y el N eliminado en estado gaseoso (óxido nitroso (N_2O)) sumado con gas metano (CH_4) y dióxido de carbono (CO_2) se acumulan en la atmósfera incrementando el volumen de gases de efecto invernadero (Totty *et al.*, 2013).

En vacas a pastoreo es muy difícil determinar y controlar este equilibrio energía- N en la dieta y en el rumen, dado por la variación en la composición nutricional de la pradera a lo largo del año y de los suplementos otorgados al ganado.

Uno de los sistemas alimenticios utilizados en la Zona Sur de Chile en el periodo estival, es la alimentación a pastoreo con pradera, suplementado con brásicas a pastoreo y concentrado otorgado durante la ordeña.

Con estos antecedentes se plantea como hipótesis que una mayor suplementación con nabo forrajero en vacas lecheras consumiendo pradera permanente y concentrado, mejora la producción de leche y el balance energético y proteínico.

El Objetivo General de este trabajo es evaluar el efecto de la suplementación con nabo forrajero (*Brassica rapa* L.) sobre la respuesta productiva y metabólica de vacas lecheras

Para dar validez al objetivo general se tienen los siguientes objetivos específicos:

Determinar el efecto de dos niveles de suplementación con nabo forrajero sobre la producción y la composición láctea.

Determinar el efecto de dos niveles de suplementación con nabo forrajero en el comportamiento metabólico plasmático.

2. REVISIÓN BIBLIOGRAFICA.

2.1 Contaminación mundial y la agricultura.

A nivel mundial, en la última década ha crecido la preocupación por el deterioro del medioambiente. El aumento mundial de la población, la industrialización, el crecimiento del parque automotriz, el uso excesivo de combustibles fósiles, la deforestación, son algunos de los factores determinantes del deterioro del medio ambiente, donde la preocupación más grande se enfoca a la contaminación del agua y aire, emisión de gases de efecto invernadero (GEI) y deterioro de la capa de ozono (Tamminga, 1992).

La agricultura es una de las fuentes emisoras de gases de efecto invernadero, la cual genera aproximadamente 10% a 12% de las emisiones totales de estos gases, contribuyendo con un ~50% de todo el metano (CH_4) antropogénico y ~60% de óxido nitroso (N_2O) (Eckard, 2010). De toda la superficie mundial, el 14% de ella se utiliza para la producción de alimentos, por lo que efectuar cambios en las prácticas agrícolas, podrían tener un efecto considerable sobre el calentamiento global (Thomson *et al.*, 2012).

Las pérdidas de nitrógeno (N) del sistema suelo no sólo reducen su fertilidad y el rendimiento de las plantas, sino que es el elemento presente en los gases más perjudiciales para la contaminación ambiental (Cameron *et al.*, 2012). Además se ha estimado que la agricultura representa entre el 37 y 82% del N que se acumula en las aguas en Europa (Salazar *et al.*, 2011).

El amoníaco (NH_3) es un gas que contribuye a la lluvia ácida y una fuente indirecta de emisión de N_2O . La lixiviación hacia ríos y lagos pueden causar eutrofización, lo que provoca un excesivo crecimiento de algas y malas hierbas acuáticas, que pueden reducir la población de peces y otras especies de los caudales. Además la contaminación de suministros de agua potable puede causar riesgos para la salud humana (Agle, 2010; Cameron *et al.*, 2012).

El NH_3 se emite desde una gran cantidad de fuentes tales como la quema de biomasa, quema de combustibles fósiles y excrementos humanos. En los sistemas agrícolas, las emisiones provienen principalmente de las excretas de la ganadería y el manejo posterior del estiércol, aunque las aplicaciones de fertilizantes nitrogenados pueden representar una fuente importante de emisión. En Chile, el uso de fertilizantes nitrogenados ha aumentado en los últimos años, lo que incrementa el riesgo de daños a los ecosistemas. A pesar de la importancia de la producción de pasturas en el sur de Chile y el hecho de que el nitrógeno es un nutriente estratégico, hay pocos datos publicados de pérdidas de nitrógeno (Salazar, 2012a).

Si bien Chile sólo representa el 0,26% de la emisión mundial de GEI, el sector Agrícola es el segundo en la escala de emisiones nacionales con un 16,9%, siendo el metano y N_2O los principales gases emanados (ODEPA, 2013).

2.2 La producción lechera y la contaminación.

Havlikova (2010) afirma que la producción de ganado lechero contribuye a la emisión de gases de efecto invernadero como metano (CH_4) y óxido nitroso (N_2O) a partir de la descomposición del estiércol.

En sistemas de producción lecheros una de las vías más importantes de pérdidas de nitrógeno es la lixiviación, para lo cual se han reportado mayores pérdidas de praderas pastoreadas, respecto a praderas de corte en Nueva Zelanda, que pueden igualar o exceder valores observados en sistemas de producción de cultivos (Salazar, 2012b). Alfaro *et al.*, (2006) reportan pérdidas de praderas a pastoreo por ganado vacuno, con valores de entre 3-70 kg de N ha^{-1} año^{-1} , de acuerdo a la carga animal y a la estrategia de pastoreo utilizada.

En sistemas de producción lechera, uno de los manejos en el sistema es la difusión de estiércol, el que con tasas altas de aplicación de estiércol, según algunas encuestas, aplicaciones de hasta 300 m^3 ha^{-1} año^{-1} distribuidos en diferentes temporadas del año, aumentan los riesgos de

pérdidas de nitrógeno a través de la lixiviación, con un mayor potencial de contaminación de aguas subterráneas en invierno, la volatilización y desnitrificación (Salazar, 2012b).

Según Jost (2013), el estiércol sólido de los animales difiere considerablemente en la concentración total de N y la disponibilidad de este N para los microorganismos del suelo y plantas, dado principalmente por las diferencias en la digestibilidad de la dieta, la conversión de la dieta realizada por las especies animales, la edad del animal y la ingesta de agua.

Una consecuencia importante del exceso de N en rumiantes en pastoreo, es su eliminación de grandes cantidades en las excretas donde el N urinario en forma de urea es otro importante contribuyente a la contaminación del agua por lixiviación de nitratos (NO_3^-) y emisiones de gases de efecto invernadero como el N_2O (Pacheco *et al.*, 2010).

La optimización de la producción de leche, con el objetivo de minimizar las pérdidas de productos finales no deseados al ambiente, requiere de un conocimiento de la dinámica digestiva y de la repartición de nutrientes en la vaca. Estos sistemas deben considerar las interacciones y la retroalimentación de mecanismos de reparto de nutrientes, la producción resultante de utilidad de productos, como leche y carne, sino que también factores de control de la excreción de productos no deseados, ya sea N y Fósforo (P) en las heces y en la orina (Tamminga, 1992). El régimen de alimentación es uno de estos factores de impacto significativo en las emisiones de NH_3 y N_2O derivadas de las heces. Los esfuerzos mundiales de investigación han tratado de encontrar formas de aumentar la proporción de N utilizado en la síntesis de proteína láctea y que esto disminuya el N excretado en la orina y heces (Jost, 2013).

2.3 Efecto del balance energía y proteína en la contaminación.

Uno de los objetivos de la alimentación animal es proporcionar la cantidad de nutrientes que el animal necesita para alcanzar un determinado nivel de producción. Cualquier deficiencia se traducirá en una menor producción, mientras que un exceso de suministro de nutrientes

implica pérdidas que aumentarán los costos de producción y también puede afectar al animal y al medio ambiente (Hristov y Jouany, 2005).

Los sistemas de pastoreo, en comparación con los de confinamiento (que proporcionan una ración equilibrada), alcanzan niveles más bajos de producción y de eficiencia nutricional (Verité y Delaby, 2000).

La utilización de N en los rumiantes se produce a través de una serie de procesos que tienen lugar en el rumen. Mientras que las bacterias del rumen pueden metabolizar una variedad de fuentes de N, los animales necesitan aminoácidos para su metabolismo (Pacheco y Waghorn, 2008).

Los aminoácidos ingeridos en la dieta pueden ser utilizados para la gluconeogénesis en los tejidos, o servir como una fuente de energía para los microorganismos ruminales. Además, los péptidos y aminoácidos dietéticos tienen un efecto específico estimulante sobre la síntesis de proteína microbiana (PM) en el rumen (Agle, 2010a).

La PM es el resultado del metabolismo microbiano y en la mayoría de los casos representa la principal fuente de la aminoácidos absorbidos por el intestino (70 a 100%) del animal (Schwab *et al.*, 2005). La PM se sintetiza principalmente de NH_3 (38 a 80%) generada a partir de la degradación de proteínas (Pacheco y Waghorn, 2008) y péptidos, cuando la proteína se degrada rápidamente en el rumen (Hristov y Jouany, 2005; Nolan y Dobos, 2005).

La síntesis de PM depende de la calidad nutricional de la alimentación y en particular de la disponibilidad ruminal de CHO fermentables, del nivel de ingesta y del tiempo de retención de sólidos y líquidos en el rumen (Hristov y Jouany, 2005; Nolan y Dobos, 2005).

La PM es altamente digestible y se caracteriza por un perfil equilibrado de aminoácidos, mientras que la proteína no degradable en el rumen (PNDR) tiene una composición de aminoácidos que se parece a la del alimento (NRC, 2001).

En condiciones normales de alimentación, una gran proporción de la proteína dietética pasará a formar parte del pool de NH_3 , en lugar de que sea utilizada para la síntesis de proteína microbiana en el rumen. Algunos experimentos han demostrado que si la disponibilidad de carbohidratos es baja, la proteólisis ruminal y la desaminación, permitirán la conversión de proteínas en amoníaco. Cuando la disponibilidad de carbohidratos aumenta, disminuye la producción de amoníaco a causa de una incorporación directa de aminoácidos a la formación de proteína microbiana, disminuyendo así el pool de amoníaco (Agle, 2010b).

Una baja eficiencia en el uso de N se debe fundamentalmente a la incapacidad de los animales para almacenar cantidades significativas de reservas de proteína, siendo necesario ajustar la oferta de este nutriente de acuerdo a los requerimientos del animal (Hoekstra *et al.*, 2007). La energía es el nutriente que limita la productividad en condiciones de pastoreo, mientras que la oferta de aminoácidos generalmente excede los requisitos de los animales (Kolver *et al.*, 1998).

La determinación adecuada de las necesidades de proteínas de los animales, es una herramienta importante para maximizar la producción y reducir al mínimo la entrada de N en los sistemas de producción de leche. Aunque, dependiendo de la dieta basal, un incremento en el consumo de N dietario, puede disminuir la producción de proteína láctea (Colmenero y Broderick, 2006). En los casos en que se observó un aumento en la producción de proteína láctea, este fue resultado del incremento de consumo de materia seca (Broderick, 2003).

Cuando la proteína es aportada en exceso, su eficiencia de utilización a nivel ruminal disminuye drásticamente y una cantidad se pierde, favoreciendo la absorción de NH_3 y el transporte al hígado para la síntesis de urea (Castillo *et al.*, 2001.; Kulling *et al.*, 2001; Agle, 2010a). La urea se libera en el torrente sanguíneo y se excreta a través de la orina, para evitar los efectos tóxicos asociados al NH_3 excesivo (Lapierre *et al.*, 2005). El proceso de desintoxicación tiene un costo de energía de 4 moles de ATP por mol de la urea sintetizada (McBride y Kelly, 1990), que es equivalente a 7,17 kcal ME g^{-1} N como urea (Pacheco y Waghorn, 2008) o al 3,3 kcal ME g^{-1} de urea.

Cualquier alteración de la utilización de N, ya sea una excesiva degradación de proteínas en el rumen, disminución de la síntesis de proteína láctea debido a un suministro inadecuado de un aminoácido limitante, o las carencias de otros factores nutricionales, aumentará tanto el N ureico en la leche, como las concentraciones de N urinario. Un efecto colateral del exceso de consumo de N, es el riesgo de alteraciones en el sistema reproductivo, como ausencia del ciclo estral o ciclo estral silente (Broderick, 2013).

En sistemas lecheros basados en pasturas de alta calidad (2,75-2,9 Mcal EM kg⁻¹ MS), el suministro de energía es considerado como el principal factor limitante para la producción de leche, lo que permite mantener los niveles de producción de hasta 27 L vaca⁻¹ d⁻¹, mientras que la proteína no está limitando los niveles de producción de hasta 35 L vaca⁻¹ d⁻¹ (Kolver *et al.*, 1998).

El contenido de proteína cruda (PC) y fracciones de N de las pasturas son variables e influenciados por factores como la composición botánica y la estación del año (Fulkerson *et al.*, 1998; Aufrere *et al.*, 2003), también por el estado fisiológico y manejo agronómico (Peyraud y Astigarraga, 1998). La creciente fertilización con N, tiende a aumentar el contenidos de PC y el nitrógeno no proteico (NNP) en la planta, también la degradabilidad de fracciones de N en el rumen, por lo que disminuye la contribución de PNDR (Nolan y Dobos, 2005).

Como regla general, las vacas lecheras no deben ser alimentados por sobre sus requerimientos de P y N. En el caso de N, la oferta de aminoácidos se relaciona con el suministro de energía neta y se lograrán mejores resultados con una alimentación de dietas de alta calidad con bajo contenido de proteína. Las dietas ricas en carbohidratos estructurales y baja en proteínas no sólo contribuirían a una disminución de la excreción de N en las heces, sino que la proteína láctea debiera ser mayor (Tamminga, 1992). La mejora de la eficiencia de captura microbiana de amoníaco en el rumen, por el aumento de la disponibilidad de carbohidratos, podría reducir las pérdidas de N urinario y posteriormente las emisiones de N gaseoso desde el estiércol del ganado (Hristov y Jouany, 2005; Agle, 2010b). Los sistemas de alimentación, como las raciones totalmente mezcladas y sincronización entre la degradación de las proteínas y los carbohidratos en el rumen, son medios adicionales para una mayor optimización de la producción lechera y una

mayor reducción en la pérdida de productos finales no deseados para el medio ambiente (Tamminga, 1992).

2.4 Composición nutricional de la pradera en época estival.

La disponibilidad y calidad nutritiva de la pradera en época estival, inevitablemente desciende, pero este punto de inflexión depende directamente de las condiciones climáticas durante esta estación, específicamente de las precipitaciones.

En un verano húmedo el aumento del consumo está asociado a los niveles de materia seca (MS), que varía entre un 12% y un 30% y los valores nutricionales de energía metabolizable (EM) no descienden de 2,6 Mcal/kg y 18% de PC. Por lo que existe suficiente energía para mantener una producción diaria cercana a los 20 lt/día en vacas de 500 kilos (Araya, *et al.*, 2012; Demanet, 2013).

En verano seco, la baja precipitación eleva los valores de MS cercanos a 50%, lo que limita el consumo y disminuye la digestibilidad de la pradera. Respecto a la calidad nutritiva, la energía y proteína bajan considerablemente llegando a 2,2 Mcal/kg de EM y 10% de PC, lo que sólo permite una producción aproximada de 12 lt/día. Es aquí donde los forrajes suplementarios juegan un papel importante (Araya, *et al.*, 2012; Demanet, 2013).

2.5 Nabo forrajero.

2.5.1 Descripción general.

El nabo forrajero *Brassica campestris* spp. rapa o rapifera; (syn. B. rapa), es una especie bianual que durante el periodo de verano genera un gran desarrollo de hojas y un bulbo succulento que sobresale de la superficie del suelo, generando un forraje de alta calidad nutritiva, alta digestibilidad y fácil consumo a través de pastoreo por las vacas (Demanet *et al.*, 2008).

La producción media de forraje de esta especie, oscila entre los 6.000 y los 18.000 kg MS/ha, que pueden ser utilizados paulatinamente desde mediados de diciembre, hasta fines de marzo (Delgado, 1984; Demanet *et al.*, 2014).

Esta especie requiere de un suelo relativamente liviano, bien drenado, buena fertilidad y de profundidad moderada, y una T° de 10 °C en el suelo para germinar (Demanet *et al.*, 2008), es una especie poco exigente en agua, aunque necesita humedad para su germinación e inicio del crecimiento, necesita de temperaturas bajas para bulbificar (Delgado, 1984) y su ciclo vegetativo se extiende de dos a cuatro meses.

2.5.2 Manejo del cultivo.

Dado que la semilla de nabo (*Brassica rapa* L.) es muy pequeña, necesita de una cama de establecimiento finamente mullida, por ello su establecimiento debe ser preferentemente bajo un sistema de laboreo convencional de suelo que incorpore la utilización de arado, rastra, vibrocultivador, rodón (antes y después de la siembra) y sembradora de forrajera.

Un punto importante es la fertilización, la gran cantidad de follaje que produce hace necesaria una alta dosis de N (300 kg urea aprox.), ya sea parcializada o al establecimiento, además de un aporte balanceado de fósforo (180-250 kg/ha P₂O₅), potasio (120-150 kg/ha K₂O), azufre (18-20 kg/ha), boro (2 kg/ha) (Demanet *et al.*, 2008).

2.5.3 Calidad nutritiva.

Según Demanet (2008), el momento ideal de la cosecha o pastoreo del Nabo Forrajero, es cuando sus hojas alcanzan la madurez y dejan de crecer, esto dependiendo del cultivar puede ser entre los 70 a 90 DDS en cultivares semi-precoces, o en su defecto cuando alcanzan unos 30 cm de altura.

La composición nutricional de la planta entera de Nabo es: 9-12% de materia seca, bajo contenido en FDN 15-25%, PC 11-15% y energía metabolizable 2,9-3,1 Mcal/kg, lo que le da la característica de un alimento energético, proteína baja y una alta digestibilidad cercana a un 90% y un alto volumen de follaje verde (Delgado, 1984; Demanet *et al.*, 2008; Demanet *et al.*, 2014).

2.5.4 Restricciones de uso.

Los nabos durante su desarrollo producen glucosinolatos y otros compuestos azufrados, que pueden producir problemas en los animales, como anemias o problemas reproductivos, debido a esto es que su inclusión en la dieta no debe superar el 30% de la MS a consumir por el animal (Demanet *et al.*, 2008; Pulido *et al.*, 2011; Demanet *et al.*, 2014).

3. MATERIALES Y MÉTODOS.

3.1 Ubicación del ensayo.

Este ensayo se realizó en el Módulo lechero de la Estación Experimental Maquehue, perteneciente a la Universidad de La Frontera, que se encuentra ubicada en el Llano Central de la Región de la Comuna de Freire, Provincia de Cautín (38°50' LS – 72°40' LO), a 15 km de la ciudad de Temuco.

3.2 Características Edafoclimáticas.

El ensayo se estableció en un suelo Andisol de la serie Freire, que se caracteriza por poseer una topografía plana y suavemente ondulada, con pendiente que no superan el 1% y altura de 80 a 100 m.s.n.m. Son suelos moderadamente profundos de textura media y de colores pardos muy oscuros en la superficie y de texturas finas a muy finas en profundidad con alto contenido de materia orgánica. El drenaje es pobre a moderado (Mella y Kühne, 1985)

El clima es mediterráneo frío. La temperatura media anual es de 12 °C, siendo 24,5 °C la media mensual máxima en el mes más cálido (enero) y 4,1 °C en el mes más frío (julio). El periodo libre de heladas es de dos meses (enero y febrero). El régimen hídrico se caracteriza por una precipitación anual de 950 mm, siendo el mes más lluvioso junio. La estación seca abarca el periodo comprendido entre los meses de noviembre a marzo (Meteochile, 2013).

3.3 Animales y diseño experimental.

El experimento se realizó en época estival, contemplando una fase preexperimental de adaptación de 14 días y una fase experimental de ocho días (14 de marzo a 21 de marzo 2013). Se utilizaron 16 vacas Frisón Negro Chileno, con un peso vivo promedio de $583,6 \pm 56,5$ kg. El

grupo seleccionado tenía $2,94 \pm 1,29$ partos; $151,9 \pm 36,2$ días de lactancia y un promedio de producción de leche de $23,1 \pm 2,6$ l/vaca (Anexo 1, 2).

El diseño experimental corresponde a parcelas divididas con bloques completos al azar, donde se evaluaron dos tratamientos, al inicio y final del ensayo, donde la variante fue la disponibilidad de *Brassica rapa* L., suministrada a través de pastoreo. El consumo de pradera a pastoreo y concentrado en ordeña fue igual para ambos tratamientos.

El cuadro 1 muestra la cantidad de MS de cada alimento ofrecido por animal, y el total de MS correspondiente a cada tratamiento.

Cuadro 1. Criterios de alimentación en los tratamientos.

Tratamientos	Pradera (k MS/vaca)	Concentrado (k MS/vaca)	Nabo Forrajero (k MS/vaca)	Total (kg MS/vaca/día)
Grupo A	11	4,45	2,6	18,05
Grupo B	11	4,45	5,1	20,55

Las vacas fueron apartadas del rebaño el día uno, en la primera ordeña del día, 6:30 a.m., asignándose 8 vacas a cada tratamiento, caracterizadas con collares de colores.

Cada grupo fue llevado a la pradera permanente, posterior a la ordeña de la mañana. La franja diaria de consumo fue calculada con el rising plate meter (RPM, Ash grove Plate Meter, Meter Hamilton, New Zealand). A las 12:00 h se trasladó cada grupo a las franjas asignadas de *Brassica rapa* L., hasta la ordeña de las 15:00 h, posterior a la ordeña de la tarde, las vacas fueron llevadas nuevamente a la pradera permanente hasta la ordeña de la mañana.

3.4 Evaluaciones.

3.4.1 Alimentos.

La pradera utilizada fue del tipo permanente compuesta por *Bromus stamineus* L. (48,1%), *Lolium perenne* L. (20,7%), *Agrostis capillaris* L. (10,3%) y especies residentes (7%) (Anexo 3). Esta fue suministrada a través de pastoreo, después de la primera ordeña hasta las 12:00 h y después de la ordeña de la tarde (15:00 h) hasta la ordeña de la mañana. El cálculo de franja diaria se realizó basado en un consumo por animal de 11 kg de materia seca (MS) y a la disponibilidad estimada con el Rising Plate Meter, antes de realizar el ensayo.

El concentrado otorgado a las vacas se elaboró en el predio y estaba compuesto por *Avena sativa* L. (62,68%), *Triticosecale wittmack* Camus (34,50%), Urea Anagra (1,88%) y sal común (0,94%). Este es suministrado durante la ordeña, con 4,45 kg de MS/día.

El alimento suplementario y factor a evaluar fue *Brassica rapa* L., el que se suministró a través de pastoreo directo entre las 12:00 y 15:00 h, con una superficie de 3m²/vaca equivalente a 2,6 kg de MS, para el tratamiento 1 y 6 m²/vaca equivalente a 5,1 kg de MS.

En la pradera se extrajeron muestras con el método de corte, con 3 repeticiones de 1 m², para determinación de MS y composición botánica; en el caso de los nabos, se extrajo una muestra de 1 m² para pesar materia verde y seleccionar 6 plantas enteras por tratamiento para determinación de MS. También se tomó una muestra compuesta de concentrado del predio. Las muestras fueron secadas en el horno de ventilación forzada por 48 h a 60 °C para análisis posteriores. Todas las muestras de alimentos fueron colectadas el día cuatro del experimento.

En las muestras secas de pradera, nabo forrajero y concentrado se analizaron: materia seca (MS) (AOAC, 1996), proteína bruta (PB) (por analizador LECO FP 528 basado en el método de DUMAS, AOAC, 1996), energía metabolizable (EM) fue estimada por regresión con valor D (materia orgánica en la materia seca) determinada in vitro (Goering y Van Soest, 1972), cenizas

totales (CT) (AOAC, 1996, método 942.05) y fibra detergente neutro (FDN) (Van Soest *et al.*, 1991), fibra detergente ácido (FDA) (AOAC, 1996, método 973.18); realizados en el Laboratorio de Nutrición Animal de la Universidad Austral de Chile.

3.4.2 Leche.

Se midió la producción de leche por vaca, en el día uno del experimento (inicio), en la ordeña de la mañana (6:30 h) y en el día 8 (final), en la ordeña de la mañana (7:00 h), utilizando Waikato, Alfa Laval. Fueron colectadas 4 muestras por tratamiento del mismo animal en el día 1 y 8, en frascos de vidrios, esterilizados en autoclave, usando preservantes para análisis posterior.

Las muestras fueron analizadas en el Laboratorio de Alimentos y Agua, del Instituto de Agroindustria, Universidad de La Frontera, donde se determinó el contenido de materia grasa en porcentaje (hidrólisis alcalina, Instituto de Salud Pública, 1998) y contenido proteína en porcentaje (micro Kjeldhal, referencia Roese Gottlieb).

3.4.3 Sangre.

Se extrajeron muestras individuales de sangre en tubos con heparina el día 1 (inicio) y día 8 (final), posterior a la ordeña de la mañana. Estas muestras fueron tomadas por un veterinario utilizando tubos al vacío y extrayendo las muestras de la región coccígea del animal. Estas fueron analizadas en el Laboratorio de la Escuela de Medicina Veterinaria, Universidad Católica de Temuco.

Se realizó la determinación de la concentración de proteína total en plasma, mediante el método de Biuret en un autoanalizador (Metrolab®2300 Plus, Wiener Lab) a 550 nm. Su concentración se expresó en g/L.

La determinación de la concentración de albúmina se realizó en plasma mediante el método colorimétrico del Verde bromocresol y medida en un autoanalizador (Metrolab®2300, Wiener Lab) a 550 nm. Su concentración se expresó en g/L de plasma.

Para la determinación de la concentración de urea, se realizó en plasma mediante el método enzimático cinético de GLDH y medida en un autoanalizador (Metrolab®2300, Wiener Lab) a 340 nm. La concentración se expresó en mmol/L.

Además se determinó la concentración de β -OH-butirato, este se realizó en plasma mediante un método enzimático 3-betahidroxibutirato deshidrogenasa-dependiente usando un reactivo comercial (Ranbut, Randox Lab.) y medido a 340 nm. La concentración se expresó en mmol/L.

3.5 Análisis estadístico.

Los datos obtenidos del ensayo, fueron analizados estadísticamente a través de un *software* estadístico JPM 8. Se realizó un Análisis de Varianza y los resultados que presentaron diferencias significativas ($P \leq 0,05$), fueron analizados mediante la Prueba de Comparación Múltiple de Tukey, a un nivel de 5 % y T student's (5%) para comparación de dos grupos. La normalidad y homocedasticidad de los datos fueron determinados mediante la prueba de Shapiro Wilk y el Test de Bartlett, respectivamente.

4. PRESENTACIÓN DE RESULTADOS.

4.1 Composición química de los alimentos.

En el Cuadro 2 se muestra la composición nutricional de los alimentos ofrecidos durante el periodo de ensayo en marzo del 2013, donde se indican los promedios y las desviaciones estándar de cada alimento ofrecido.

Cuadro 2. Composición nutricional, base materia seca, de la pradera, nabo forrajero y concentrado ofrecido a las vacas en el periodo experimental.

	MS (%)	PC (%)	EM (Mcal/Kg)	FDN (%)	CHSO (Gr/Kg)	CT (%)
Pradera						
Grupo A		18,73	2,38	49,79	100,57	9,87
Grupo B		17,86	2,62	51,09	83,51	10,17
$\bar{X} + D. E.$	21,68	18,30 ± 0,61	2,50 ± 0,16	50,44 ± 0,91	92,04 ± 12,06	10,02 ± 0,21
Nabos Forrajero (planta entera)						
Grupo A		21,61	2,62	27,00	---	14,36
Grupo B		18,88	2,46	28,36	---	19,12
$\bar{X} + D. E.$	8,50	20,25 ± 1,93	2,54 ± 0,11	27,68 ± 0,96	---	16,74 ± 3,37
Concentrado						
Grupo A y B	89,65	13,85	2,36	26,49	---	5,00

MS = Materia Seca. PC = Proteína Crudo. EM = Energía Metabolizable FDN = Fibra Detergente Neutro. CHSO = Carbohidratos Solubles. CT = Cenizas Totales.

Para las condiciones de este ensayo, la pradera se caracterizó por poseer un porcentaje de MS y FDN normales para la época, 21,68 y 50,44% respectivamente, el contenido de PC y de EM fue 18,3 y 2,5 Mcal/kg.

El nabo forrajero presentó en promedio un bajo porcentaje de MS y EM además de un alto contenido de PC y de FDN.

El concentrado predial se caracterizó por poseer valores de (88,65 % de MS; 13,85% PC; 26,49% FDN y 2,36 Mcal de EM, caracterizándose como un concentrado bajo en proteína y medio de energía.

4.2 Parámetros Productivos.

4.2.1 Producción de leche.

La producción de leche (Cuadro 3) fue similar ($P > 0,05$) entre los tratamientos, Grupo A ($20,97 \pm 3,42$ L) y Grupo B ($22,59 \pm 22,57$ L). Al inicio del ensayo la producción ($23,11 \pm 2,69$ L) fue mayor ($P < 0,05$) que al final del ensayo ($20,46 \pm 2,96$ L), esto considerando el total de animales utilizados. De la interacción tratamiento en el tiempo, el Grupo A/Inicial ($23,06 \pm 3,21$ L), Grupo B/Inicial ($23,16 \pm 2,32$ L) y Grupo B/Final ($22,03 \pm 2,87$ L) son similares ($P > 0,05$). La interacción Grupo A/Final ($18,89 \pm 2,23$ l) fue menor ($P < 0,05$) a Grupo A/Inicial, Grupo B/Inicial y similar ($P > 0,05$) con Grupo B/Final ($22,03 \pm 2,87$ L).

4.2.2 Composición láctea.

El contenido de proteína láctea (Cuadro 3) en los tratamientos Grupo A ($3,27 \pm 0,29\%$) y Grupo B ($2,95 \pm 0,22\%$), tiempo Inicial ($3,17 \pm 0,34$ %) y Final ($3,01 \pm 0,25\%$), la interacción tratamiento en el tiempo, Grupo A/Inicial ($3,45 \pm 0,24\%$), Grupo B/Inicial ($2,95 \pm 0,21\%$), Grupo A/Final ($3,09 \pm 0,23\%$) y Grupo B/Final ($2,95 \pm 0,27\%$), fueron similares ($P > 0,05$).

Cuadro 3. Medias ($\bar{X} \pm D.E.$) de producción láctea, porcentaje de proteína y materia grasa, en los tratamientos, tiempo y la interacción de ambas.

	PL (L/día)	Proteína (%)	MG (%)
Significancia			
Tratamiento	P > 0,05	P > 0,05	P > 0,05
Grupo A	20,97 $\pm$ 3,42 ^a	3,27 $\pm$ 0,29	4,05 $\pm$ 0,62
Grupo B	22,59 $\pm$ 2,57 ^a	2,95 $\pm$ 0,22	3,48 $\pm$ 0,46
Significancia			
Tiempo	P < 0,05	P > 0,05	P > 0,05
Inicio	23,11 $\pm$ 2,69 ^a	3,17 $\pm$ 0,34	3,45 $\pm$ 0,57
Final	20,46 $\pm$ 2,96 ^b	3,01 $\pm$ 0,25	3,99 $\pm$ 0,52
Significancia			
Trat x Tiempo	P < 0,05	P > 0,05	P > 0,05
Grupo A/Inicial	23,06 $\pm$ 3,21 ^a	3,45 $\pm$ 0,24	3,72 $\pm$ 0,61
Grupo B/Inicial	23,16 $\pm$ 2,32 ^a	2,95 $\pm$ 0,21	3,26 $\pm$ 0,53
Grupo A/Final	18,89 $\pm$ 2,23 ^b	3,09 $\pm$ 0,23	4,38 $\pm$ 0,51
Grupo B/Final	22,03 $\pm$ 2,87 ^{ab}	2,95 $\pm$ 0,27	3,69 $\pm$ 0,32

Cifras con distintas letras, indican diferencias estadísticas significativas, según prueba de comparación múltiple de Tukey ($P < 0,05$), para la interacción entre tratamiento y tiempo, y T student's para tratamiento y tiempo ($P < 0,05$)

PL = Producción de Leche. MG = Materia Grasa.

4.3 Indicadores metabólicos.

4.3.1 Metabolismo energético.

Las concentraciones plasmáticas de β -OH butirato (Cuadro 4) fueron similares ($P > 0,05$) entre el Grupo A ($0,332 \pm 0,058$ mmol/L) y el Grupo B ($0,364 \pm 0,038$ mmol/L). Al realizar la comparación entre el tiempo inicial y final, y las interacciones tratamiento en el tiempo, no se detectaron diferencias significativas ($P > 0,05$).

Cuadro 4. Medias ($\bar{X} \pm D.E.$) de producción láctea, porcentaje de proteína y materia grasa, en los tratamientos, tiempo y la interacción de ambas.

	Urea (mmol/L)	Prot.total (g/L)	Albúmina (g/L)	β HB (mmol/L)	AST (U/L)
Significancia					
Tratamiento	P > 0,05	P > 0,05	P > 0,05	P > 0,05	P > 0,05
Grupo A	5,66 $\pm$ 0,49	77,91 $\pm$ 2,78	38,80 $\pm$ 2,31	0,332 $\pm$ 0,058	123,2 $\pm$ 22,6
Grupo B	5,61 $\pm$ 0,77	74,90 $\pm$ 2,45	38,85 $\pm$ 2,66	0,364 $\pm$ 0,038	106,1 $\pm$ 20,8
Significancia					
Tiempo	P > 0,05	P > 0,05	P > 0,05	P > 0,05	P > 0,05
Inicio	5,56 $\pm$ 0,69	75,87 $\pm$ 3,52	38,19 $\pm$ 2,66	0,363 $\pm$ 0,058	115,9 $\pm$ 24,2
Final	5,71 $\pm$ 0,61	76,61 $\pm$ 2,42	39,45 $\pm$ 2,12	0,327 $\pm$ 0,040	110,5 $\pm$ 21,9
Significancia					
Trat x Tiempo	P > 0,05	P > 0,05	P > 0,05	P > 0,05	P > 0,05
Grupo A/Inicial	5,87 $\pm$ 0,57	77,60 $\pm$ 3,78	39,06 $\pm$ 2,71	0,354 $\pm$ 0,072	126,6 $\pm$ 25,2
Grupo B/Inicial	5,30 $\pm$ 0,72	74,48 $\pm$ 2,94	37,31 $\pm$ 2,51	0,376 $\pm$ 0,035	108,3 $\pm$ 22,2
Grupo A/Final	5,45 $\pm$ 0,33	78,21 $\pm$ 1,88	38,53 $\pm$ 2,05	0,310 $\pm$ 0,031	119,8 $\pm$ 22,1
Grupo B/Final	5,92 $\pm$ 0,74	75,32 $\pm$ 2,09	40,38 $\pm$ 1,90	0,352 $\pm$ 0,042	103,3 $\pm$ 20,7

Nivel de significancia según prueba de comparación múltiple de Tukey ($P < 0,05$), para la interacción entre tratamiento y tiempo, y T student's para tratamiento y tiempo ($P < 0,05$)

β HB = β eta hidróxi burtirato, AST = Aspartato amino transferasa.

4.3.2 Metabolismo proteínico.

Las concentraciones plasmáticas de albúmina (Cuadro 4) fueron similares ($P > 0,05$) entre los tratamientos (38,80 $\pm$ 2,31 g/L en el Grupo A y 38,85 $\pm$ 2,66 g/L en el Grupo B), en el tiempo (38,19 $\pm$ 2,66 g/L al Inicio y 39,45 $\pm$ 2,12 g/L al Final) y la interacción de ambos.

Las concentraciones plasmáticas de proteína total (Cuadro 4) fueron similares ($P > 0,05$) entre los tratamientos, presentando el Grupo A (77,91 $\pm$ 2,78 g/L) y el Grupo B (74,90 $\pm$ 2,45 g/L). Entre el Inicio (75,87 $\pm$ 3,52 g/L) y el Final (76,61 $\pm$ 2,42 g/L) no se encontraron diferencias

estadísticas ($P > 0,05$), lo que lleva a que no existan diferencias en la interacción de tratamiento y tiempo.

Las concentraciones de urea plasmática de Grupo A ($5,66 \pm 0,49$ mmol/L) fue similar ($P > 0,05$) al Grupo B ($5,61 \pm 0,77$ mmol/L) durante el periodo experimental (Cuadro 4). Se observa además una aumento no significativo ($P > 0,05$) entre el Inicio ($5,56 \pm 0,69$ mmol/L) y el Final ($5,71 \pm 0,61$ mmol/L). La interacción de los tratamientos y el tiempo no muestras diferencias ($P > 0,05$).

4.3.3 Actividad plasmática de AST.

Los promedios de la actividad plasmática de AST de los tratamientos se muestran en el Cuadro 4. Los tratamientos, Grupo A ($123,2 \pm 22,6$ U/L) y Grupo B ($106,1 \pm 20,8$ U/L), no presentan diferencias ($P > 0,05$), al igual que en el tiempo y en la interacción de los tratamientos y el tiempo.

5. DISCUSIÓN DE RESULTADOS.

5.1 Composición química de los alimentos.

La pradera utilizada durante el ensayo, es del tipo permanente con riego aunque su composición nutricional es comparable a un verano sin sequía descrito por Araya *et al.* (2012), que indica niveles de MS de la pradera entre 12% y 30%, el contenido de PC y EM asegura no debe descender a valores menores a 18% y 2,6 Mcal/kg, valores levemente por sobre los medidos en este ensayo (18,3% de PC y 2,5 Mcal/kg de EM).

Según Parga (2003), el contenido de nutrientes de la pradera durante el verano puede variar ampliamente dependiendo de las condiciones climáticas. Las praderas que tienen un adecuado manejo durante el verano, tienen una composición nutritiva en promedio de 22 a 28% de MS; 12 a 15% de PC; 2,2-2,5 Mcal/kg MS de EM y entre 50 a 60% de FDN.

Canto (2011), realizó un ensayo similar en la temporada 2009, con un verano con bajas precipitaciones, en el que la pradera es coincidente en porcentaje de PC y FDN, aunque menor contenido de EM y mayor nivel de MS, diferencia de Barrientos (2012), obtuvo valores nutricionales mayores durante la temporada 2010, correspondiente a un verano húmedo.

El disponibilidad de nabo durante el ensayo fue de 8,5 ton MS/ha aproximadamente, con un contenido de MS dentro de lo normal (8,5%).

El nivel de PC del nabo fue cercano a 20%, menor a lo reportado por Barrientos (2012) (23% de PC) y mayor a Canto (2011) (17% de PC). Además por sobre referencias entregados por Anrique *et al.* (2014) (13% a 19%) y Demanet (2014) (8% a 14%). Este alto contenido de PC es atribuido a que el cultivo haya sufrido algún tipo de estrés hídrico durante la etapa de crecimiento de la planta (Eckard *et al.*, 2001).

En el presente experimento los valores de EM del nabo, fueron menores a las referencias de Anrique (2014) y Demanet (2014), pero similares a los valores obtenidos por Barrientos (2012) en el mes de marzo

El contenido de FDN presentó un alto porcentaje ($27,68 \pm 0,96\%$), superando levemente el límite nacional (26% según Anrique, *et al.*, 2014), atribuible al estado de madurez del cultivo, dado que este presentó algunas plantas con inicio de floración.

El concentrado, de elaboración predial, coincide con algunos chancados de cereales en valores de PC (9% a 14%), pero bajo en EM (2,36 Mcal/kg), donde por lo general debe estar sobre 2,7 Mcal/kg para ser considerado energético.

5.2 Parámetros Productivos.

5.2.1 Producción de leche.

La utilización de nabo complementa el consumo de pradera para poder suplir el déficit nutricional de la pradera y mantener un nivel de producción adecuado en vacas de alta producción en pastoreo (Demanet, 2014). Los niveles más comunes de suplementación de nabo son hasta 5 kg MS/animal (Pulido *et al.*, 2011). El consumo de grandes cantidades de brásicas forrajeras (más del 30% de la MS de la ración), puede afectar la salud animal. Los principales riesgos están asociados a la acumulación de nitratos y a la presencia de glucosinolatos y de metil cisteína sulfóxido (SMCO) en el forraje, los que podrían causar problemas de intoxicación, daño hepático, bocio y anemia hemolítica (Pulido *et al.*, 2011; Demanet, 2014).

Para el caso del Grupo A se otorgaron 2,6 kg MS/vaca/día y 5,1 kg MS/vaca/día al Grupo B. La producción entre tratamientos no presentó diferencias estadísticas ($P > 0,05$), sí hubo diferencias ($P < 0,05$) entre el inicio y final del ensayo, diferencia de aproximadamente 3 L promedio. Ésta baja de producción general del grupo, está fuertemente influenciada por el tratamiento Grupo A, el que disminuyó su producción en aproximadamente 4 L promedio. Esta

baja se relaciona directamente con el menor consumo de nabo, lo que limitaría la producción de leche. Parga *et al.* (2009) utilizó 5 kg MS de nabo por animal, obteniendo valores menores de producción (20,3 L) en comparación al Grupo B ($22,59 \pm 2,57$ L) suplementado con 5,1 kg MS de nabo. Barrientos (2012) utilizó 4 kg de MS de nabo obteniendo una producción ($22,3 \pm 0,6$ L) similar al Grupo B ($22,59 \pm 2,57$ L). Una baja suplementación con nabo llevaría a una disminución en la producción, a valores bajo 20 L/día, como es el caso del Grupo A al final del ensayo, que fue suplementado con 2,6 kg MS de nabo, nivel de suplementación insuficiente, ya que la producción fue de sólo $18,89 \pm 2,23$ L promedio.

Clark *et al.* (1997) sostienen que los nabos al tener una mayor digestibilidad, se espera que el nivel de EM sea mayor, y por lo tanto, mejora el aporte de nutrientes para una mejor sincronía en energía y proteína a los microorganismos ruminales, lo que explicaría que una menor ingesta de este suplemento, limita la capacidad de producción láctea. Parga *et al.*, (2010), asegura que en verano húmedos el efecto de la suplementación del nabo es menor, dada la mejor condición de la pradera.

5.2.2 Composición láctea.

Al comparar la concentración de grasa láctea (Cuadro 3), no existen diferencias significativas ($P > 0,05$) entre tratamientos, entre el inicio y final del tratamiento, tampoco en la interacción del tratamiento en el tiempo.

Durante el experimento no existieron diferencias ($P > 0,05$) entre tratamientos, en el contenido de proteína ($3,27 \pm 0,29\%$ Grupo A y $2,95 \pm 0,22\%$ Grupo B), coincidente con Canto (2011) y Barrientos (2012), quienes obtuvieron 3,00% y 3,18% respectivamente.

Al comparar las interacciones, tratamiento en el tiempo, se puede ver que el Grupo A tuvo tendencia a disminuir en la concentración de la proteína de $3,45 \pm 0,24\%$ a $3,09 \pm 0,23\%$, aunque no fue significativa, esta baja se explica por la directa relación con el aporte de energía en la ración y que la suplementación suministrada fue insuficiente para corregirlo totalmente

(Kellaway y Harrington, 2004), considerando además el concentrado con baja EM (2,36 Mcal/kg) coincide con lo dicho anteriormente.

La grasa láctea no muestra diferencia ($P > 0,05$) entre los tratamientos, si un leve aumento entre el inicio y final de experimento. Esto aumento puede explicarse porque el contenido de MG ésta más concentrado, dado la disminución en la producción láctea.

5.3 Indicadores metabólicos.

5.3.1 Metabolismo energético y proteínico.

El β -OH butirato es un metabolito plasmático de origen endógeno o derivado de la ingesta como componente preformado en ciertos alimentos, condicionado por un balance energético negativo (Chilliard, *et al.*, 1995). Cuando su origen es endógeno, la causante es una disminución de la glucemia, que desencadena una movilización de ácidos grasos no esenciales, los que tienen tres destinos, ser oxidados como fuente de energía en el hígado y músculo esquelético, ser utilizado en la síntesis de grasa láctea en la glándula mamaria y ser reesterificados en triacilgliceroles en el hígado (Roche, 2009). Cuando en el hígado la disponibilidad de precursores neoglucogénicos, como el oxalacetato, es baja, las moléculas de acetil-CoA se recondensan y forman cuerpos cetónicos como el β -OH butirato, acetato y acetoacetato (Bruss, 2008).

La suplementación con nabo mantuvo concentraciones similares ($P > 0,05$) de β -OH butirato entre el Inicio ($0,363 \pm 0,058$ mmol/L) y el Final ($0,327 \pm 0,040$ mmol/L), manteniéndose bajo el límite máximo referencia ($< 0,60$ mmol/L) para la especie (Wittwer, 2006), lo que indicaría un balance energético normal. Otros experimentos similares reportados por Barrientos *et al.* (2011) y Barrientos (2012) obtuvieron concentraciones de $0,74 \pm 0,04$ (mmol/L) y $0,75 \pm 0,06$ (mmol/L), inclusive este último autor menciona dos casos de vacas con cetosis subclínica (β -OH butirato $> 1,4$ mmol/L).

En general la suplementación energética aumenta la proporción de ácido propiónico en el rumen (Bargo *et al.*, 2002^a), el que modifica las concentraciones de estos metabolitos de dos maneras, entregando oxalacetato para la producción de ATP a partir de ácidos grasos no esenciales, disminuyendo la cetogénesis y aumentando las concentraciones de glucosa e insulina plasmática, lo que disminuye la lipólisis del tejido adiposo (Chilliard *et al.*, 1995).

Las concentraciones normales de energía se reflejan también en las concentraciones plasmáticas de urea, obteniendo valores dentro del rango, lo que indicaría una sincronización en la degradación ruminal de CHO y de la proteína (Wittwer *et al.*, 2000). Barrientos *et al.* (2011) obtuvo concentraciones de urea plasmática de 8,5 (mmol/L) y 9,49 (mmol/L) Barrientos (2012). Esta mejor sincronización entre la energía y proteína disponible, se explicaría por la disminución en la degradabilidad de la pradera en verano y el aporte de nabo, que con su alta solubilidad de su proteína, lograría sincronía proteína: energía, similar a la suplementación con concentrados, dado tal vez a su contenido de CHOS de rápida disponibilidad en el rumen (Moate *et al.*, 1998).

No se observaron diferencias ($P > 0,05$) en las concentraciones plasmáticas de albúmina y proteína total en los tratamientos, durante el experimento. La disminución de concentraciones plasmáticas de albúminas, está dada por un déficit en su síntesis hepática o en periodos de subalimentación proteica prolongada (Contreras, *et al.*, 2000). En este ensayo los aportes de PC de la ración fueron suficientes para cubrir los requerimientos de los animales en los tratamientos y el tiempo. Las concentraciones plasmáticas de albúmina, proteína total y urea se mantuvieron dentro de los intervalos de referencia (albúmina 29 a 41 g/L; proteína total 62 a 82 g/L; urea 2,6 a 7,0 mmol/L) para la especie (Wittwer, 2006).

5.3.2 Actividad plasmática de AST.

Según Pulido *et al.* (2011), uno de los cuidados a tener con la suplementación con nabos, es el contenido de glucosinolatos en las brásicas en general. Con el fin de evaluar algún daño causado por este y otros factores nutricionales presentes en este cultivo, se realizó la determinación de la actividad plasmática de la enzima AST. Esta enzima semiespecífica, se

encuentra ubicada en el hepatocito, músculo esquelético y miocardio, que frente a un aumento en su actividad es indicadora de daño en los tejidos antes mencionados (Wittwer, 2006).

La actividad plasmática de esta enzima en el ensayo no sobrepasó el límite superior (<150 U/L) para la especie (Wittwer, 2006). La concentración del Grupo A ($123,2 \pm 22,6$ U/L) fue similar ($P > 0,05$) al Grupo B ($106,1 \pm 20,8$ U/L). Esto indicaría que para este ensayo la suplementación con 2,6 kg (MS/vaca/día) y 5,1 kg (MS/vaca/día) para cada tratamiento, no produjo efectos hepatotóxicos sobre el metabolismo de los animales.

Barrientos *et al.* (2011), con una suplementación de 4 kg (MS/vaca/día) de nabo, obtuvo un valor de 139 (U/L) de actividad plasmática de AST y Barrientos (2012), con 5 kg (MS/vaca/día) de suplementación de nabo, obtuvo un valor de 142 (U/L), cercano al límite de referencia, lo que indica que no depende solo del consumo de nabo un aumento en la actividad plasmática de AST, sino la alimentación base y la sanidad del animal.

6. CONCLUSIONES.

La suplementación con 5,1 kg MS/vaca/día de nabo forrajero puede mantener una producción promedio de 20 L/día en vacas lecheras a pastoreo en praderas permanentes, en época estival.

Una suplementación de 2,6 kg MS/vaca/día de nabo forrajero disminuyó el contenido de proteína láctea y aumentó el concentración de grasa en la leche.

Bajo las condiciones de este ensayo, ambos niveles de suplementación con nabo forrajero mantuvieron un balance metabólico energético y proteínico, dentro de los intervalos establecidos para la especie.

La suplementación con 2,6 y 5,1 kg MS/vaca/día de nabo forrajero no genera efecto hepatotóxicos sobre vacas a pastoreo estival.

7. RESUMEN.

EFFECTO DE LA SUPLEMENTACIÓN CON NABO FORRAJERO (*Brassica rapa* L.), SOBRE LA RESPUESTA PRODUCTIVA Y METABÓLICA DE VACAS LECHERAS EN PASTOREO ESTIVAL.

El nabo forrajero es utilizado durante el verano como cultivo suplementario en vacas a pastoreo. Se midieron parámetros productivos y metabólicos en vacas lecheras a pastoreo suplementadas con nabo y se compararon dos niveles de MS de este alimento.

El experimento se realizó en la Estación Experimental Maquehue, entre el 14 de marzo al 21 de marzo de 2013. Dieciséis vacas Frisón Negro Chileno fueron distribuidas en dos grupos: Grupo A y Grupo B. A los dos tratamientos se otorgó 11 kg MS/vaca/día de pradera, 4,45 kg MS/vaca/día de concentrado predial, 2,6kg MS/vaca/día al Grupo A y 5,1 kg MS/vaca/día al Grupo B de nabo forrajero.

La producción Final y Grupo A/Final fue menor ($P < 0,05$). La proteína y grasa láctea fue similar ($P > 0,05$) entre los grupos. Los dos niveles de suplementación con nabo mantuvieron el balance energético, reflejado en concentraciones plasmáticas de β HB, proteína total, albúmina, urea y AST, dentro de los intervalos de referencia.

Bajo las condiciones de ensayo, la respuesta productiva fue menor con una baja suplementación de nabo, no afectando la composición láctea y manteniendo un balance energético normal.

8. SUMMARY.

EFFECT OF THE SUPPLEMENTATION WITH FORAGE TURNIP (*Brassica rapa* L.), ON THE PRODUCTIVE AND METABOLIC RESPONSE OF DAIRY COWS GRAZING SUMMER PASTURE.

Forage turnip is used during the summer as a supplementary crop in dairy cattle. Productive and metabolic parameters were measured in grazing dairy cows supplemented with forage turnip and two levels were compared DM of this food.

The experiment was made at the Experimental Station Maquehue, since 14th March to 21th March of 2013. Sixteen Frisón Negro Chileno cows were distributed into two treatments: Group A and Group B. The two treatments were granted 11 kg DM/cow/day of grazing, 4,45 kg DM/cow/day of concentrate farm, 2,6 kg DM/cow/day Group A and 5,1 kg DM/cow/day Group B of forage turnip.

The Final production and Group A/Final was lower ($P < 0,05$). The milk protein and milk fat was similar ($P > 0,05$) between both groups. The two levels of supplementation with turnip kept the energy balance, reflected in plasma concentrations of β HB, total protein, albumin, urea and AST, in reference intervals.

Under test conditions, yield response was lower with low supplementation turnip, not affecting milk composition and maintaining normal energy balance.

9. LITERATURA CITADA.

- Agle, M., Hristov, A. N., Zaman, S., Schneider, C., Ndegwa, P. and Vaddella, V . K.** 2010a. The effects of ruminally degraded protein on rumen fermentation and ammonia losses from manure in dairy cows. *J. Dairy Sci.* 93:1625–1637.
- Agle, M., Hristov, A. N., Zaman, S., Schneider, C., Ndegwa, P. and Vaddella, V . K.** 2010b. Effect of dietary concentrate on rumen fermentation, digestibility, and nitrogen losses in dairy cows. *J. Dairy Sci.* 93:4211-4222.
- Alfaro, M., Salazar, F., Endress, D., Dumont, J. and Valdebenito, A.** 2006. Nitrogen leaching losses on a volcanic ash soils as affected by the source of fertilizer. *J. Soil Sci. Plant Nutr.* 6, 54–63.
- Anrique, R., Molina, X., Alfaro, M. y Saldaña, R.** 2008. Composición de alimentos para el ganado bovino. 4 ed. Fundación para la Innovación Agraria, FIA, Ministerio de Agricultura. Universidad Austral de Chile, Facultad de Ciencias Agrarias, 91 p.
- Araya, R., Balocchi, O., Canales, C., Contreras, K., Díaz, N., Gaete, P., Moscoso, C., Salazar, M., Saldivia, E., Torres, A., Vasquez, M. y Wulf, M.** 2012. Manejo eficiente del pastoreo: La pradera como alimento. Imprenta América .Primera edición. Osorno, Chile. 51 p.
- AOAC.** 1996. Association of Oficial Analytical Chemist. Oficial Methods of Analysis. 16th ed. AOAC. Gaithersburg. VA, USA.
- Aufrere, J., Graviou, D., and Demarquilly, C.** 2003. Ruminal degradation of protein of cocksfoot and perennial ryegrass as affected by various stages of growth and conservation methods. *Animal Research* 52:245-261.
- Bargo, F., Muller, L., Delahoy, J. and Cassidy, T.** 2002^a. Milk response to concetrate supplementationof high producing dairy cows grazing at two pasture allowances. *J Dairy Sci* 85, 1777-1792.

- Barrientos, L., Noro, M., Parga, J., Pulido, R., Canto, F., Lanuza, F. y Balocchi, O.** 2011. Respuesta metabólica de vacas lecheras a pastoreo estival suplementadas con concentrado o nabo forrajero (*Brassica rapa* L.). Resúmenes del XXXVI Congreso Anual de la Sociedad Chilena de Producción Animal. Punta Arenas. Chile. Pp 87-88:
- Barrientos, L.** 2012. Efecto de la suplementación con nabo forrajero (*Brassica rapa* L.) o concentrado sobre la respuesta productiva y metabólica de vacas lecheras en pastoreo estival. Tesis de Magíster, Médico Veterinario. Universidad Austral de Chile. Valdivia. Chile. 86 p.
- Bohnert, D.W., Schauer, C.S. and Delcurto, T.** 2002. Influence of rumen protein degradability and supplementation frequency on performance and nitrogen use in ruminants consuming lowquality forage: cow performance and efficiency of nitrogen use in wethers. *Journal of Animal Science* 80:1629-1637.
- Broderick, G. A.** 2003. Effect of varying dietary protein and energy levels on the production of lactating dairy cows. *J. Dairy Sci.* 86:1370–1381.
- Broderick, G. A.** 2013. What Milk Urea Tells Us About Protein Metabolism in the Dairy Cow. Resúmenes del XXXVIII Congreso Anual de la Sociedad Chilena de Producción Animal, Frutillar, Chile.
- Bruss, M.** 2008. Lipids and ketones. In: Kaneko, J.,Harvey, J., Bruss, M. (eds). *Clinica Biochemistry of Domestic animals*. Sexta edition. Elsevier Inc.San Diego. USA. Pp 81-115.
- Calsamiglia, S., Ferret, A., Reynolds, C. K., Kristensen, N. B. and van Vuuren, A. M.** 2010. Strategies for optimizing nitrogen use by ruminants. *Animal*, 4, pp 1184-1196.
- Cameron, K. C., Di, H. J. and Moir, J. L.** 2012. Nitrogen losses from the soil/plant system: a review. *Annal of Applied Biology*. 162:145-173.
- Canto, F.** 2011. Efecto de la suplementación estival con nabo forrajero (*Brassica rapa* L) sobre la condición corporal, peso vivo, producción y composición de leche en vacas lecheras a pastoreo. Tesis Médico Veterinario. Universidad Austral de Chile. Valdivia. Chile. 30 p.

- Castillo, A.R., Kebreab, E., Beever, D.E., Barbi, J.H., Sutton, J.D., Kirby, H.C. and France, J.** 2001. The effect of protein supplementation on nitrogen utilization in lactating dairy cows fed grass silage diets. *Journal of Animal Science* 79:247-253.
- Chlliard, Y., Doreau, M., Bocquier, F. and Lobley, G.E.** 1995. Digestive and metabolic adaptations of ruminants to variations in food supply. En: Journet, M., Grenet, E., Farce, M.H., Theriez, M., Demarquilly, C. (eds). *Recent developments in the Nutrition of Herbivores, Proceeding of the IVth International Symposium on the Nutrition of Herbivores*. INRA editions. Paris. France. Pp 329-360.
- Clark, D.A., Harris, S., Thom, E., Waugh, C., Copeman, P. and Napper, A.** 1997. A comparison of Barkant turnips and Superchow sorghum for summer milk production. *Proceedings of the New Zealand Grassland Association* 59, 157-161.
- Colmenero, J. J. and Broderick, G. A.** 2006. Effect of dietary crude protein concentration on milk production and nitrogen utilization in lactating dairy cows. *J. Dairy Sci.* 89:1704–1712.
- Contreras, P.A.** 2000. Indicadores de metabolismo proteico utilizados en perfiles metabólicos de rebaños. En: Gonzalez, F., Barcellos, J., Ospna, H., Ribiero, L. (eds). *Perfil metabólico en rumiantes*. Universidad Federal do Rio Grande do Sul. Brasil. Pp 23-30.
- Demagnet, R., Deck, F. y Canales, C..** 2008. *Manual de especies forrajeras y manejo de pastoreo*. Watt's. Primera edición. Osorno, Chile. 193 p.
- Demagnet, R.** 2013. *Pastizales en el sur de Chile*. Publicación docente. 139 p.
- Demagnet, R.** 2014. *Manual de especies forrajeras y manejo de pastoreo*. Watt's. Segunda edición. Osorno, Chile.
- Eckard, R.J., Salardini, A., Hannah, M. and Franks, D.** 2001. The yield, quality and irrigation response of summer forage crops suitable for a dairy pasture renovation program in north-western Tasmania. *Aust. J. Exp. Agric* 41, 37-44.

- Eckard, R.J., Grainger, C. and de Klein, C.A.M.** 2010. Options for the abatement of methane and nitrous oxide from ruminant production: A review. *Livestock Science*. 130:47-56.
- Fulkerson, W. J., Slack, K., Hennessy, D. W. and Hough, G. M.** 1998. Nutrients in ryegrass "*Lolium* spp.", white clover "*Trifolium repens*" and kikuyu "*Pennisetum clandestinum*" pastures in relation to season and stage of regrowth in a subtropical environment. *Australian Journal of Experimental Agriculture* 38:227-240.
- Havlikova, M. and Kroeze, C.** 2010. Reducing environmental impact of dairy cattle: A Czech case study. *Environmental Assessment and Management*. 6:367-377.
- Heldt, J.S., Cochran, R.C., Mathis, C.P., Woods, B.C., Olson, K.C. and Titgemeyer, E.C.** 1999. Effects of level and source of carbohydrate and level of degradable intake protein on intake and digestion of low-quality tallgrass-prairie hay by beef steers. *Journal of Animal Science* 77:2846-2854.
- Hoekstra, N.J., Schulte, R.P.O., Struik, P.C. and Lantinga, E.A.** 2007. Pathways to improving the N efficiency of grazing bovines. *European Journal of Agronomy* 26:363-374.
- Hristov, A.N. and Jouany, J.P.** 2005. Factors affecting the efficiency of nitrogen utilization in the rumen. p. 117-166. In Pfeffer, E., and A.N. Hristov (eds.) *Nitrogen and phosphorus nutrition of cattle*. CABI Publishing, Cambridge, USA.
- Jost, D. I., Joergensen, R. G. and Sundrum, A.** 2013. Effect of cattle faeces with different microbial biomass content on soil properties, gaseous emissions and plant growth. *Biol Fertil Soils*. 49:61-70.
- Kellaway, R. and Harrington, T.** 2004. Feeding concentrates supplements for dairy cows. Dairy Research and Development Corporation Victoria, Department of Agriculture. Melbourne, Australia, 171 p.
- Kolver, E.S., Muller, L.D., Barry, M.C. and Penno, J.W.** 1998. Evaluation and application of the cornell net carbohydrate and protein system for dairy cows fed diets based on pasture. *Journal of Dairy Science* 81:2029-2039.

- Kulling, D.R., Menzi, H., Kröber, T.F., Neftel, A., Sutter, F., Lischer, P. and Kreuzer, M.** 2001. Emissions of ammonia, nitrous oxide and methane from different types of dairy manure during storage as affected by dietary protein content. *Journal of Agricultural Science* 137:235-250.
- Lapierre, H., Berthiaume, R., Raggio, G., Thivierge, M.C., Doepel, L. and Pacheco, D.** 2005. The route of absorbed nitrogen into milk protein. *Animal Science* 80:11-22.
- McBride, B.W. and Kelly, J.M.** 1990. Energy cost of absorption and metabolism in the ruminant gastrointestinal tract and liver: a review. *Journal of Animal Science* 68:2997-3010.
- Mella, A. and Kühne, A.** 1985. Sistemática y descripción de las familias, asociaciones y series de suelos derivados de materiales piroclásticos de la zona central-sur de Chile. En: **Tosso, J.** Suelos Volcánicos De Chile. Instituto de investigaciones agropecuarias (INIA), Ministerio de Agricultura. Santiago, Chile. Pp: 547 – 714.
- Moate, P.J., Dalley, D. and Grainger, C.** 1998. Milk production responses to turnips fed to dairy cows in mid lactation. *Austr J Exp Agric* 39, 389-400.
- Newbold, J.R. and Rust, S.R.** 1992. Effect of asynchronous nitrogen and energy supply on growth of ruminal bacteria in batch culture. *Journal of Animal Science* 70:538-546
- Nolan, J.V. and Dobos, R.C.** 2005. Nitrogen transactions in ruminants. p. 177-206. In Dijkstra, J., J.M. Forbes, and J. France (eds.) *Quantitative aspects of ruminant digestion and metabolism*. 2nd ed. CABI Publishing, Wallingford, UK.
- NRC.** 2001. Nutrient requirements of dairy cattle. 381 p. 7th ed. National Academy Press, Washington D.C., USA.
- ODEPA.** (2013). Chile y su agricultura en el contexto global de emisiones de gases. Santiago: Oficinas de estudios y políticas agrarias.
- Pacheco, D. and Waghorn, G.C.** 2008. Dietary nitrogen – definitions, digestion, excretion and consequences of excess for grazing ruminants. *Proceedings of the New Zealand Grassland Association* 70:107-116.

- Pacheco, D., Lowe, K., Hickey, M.J., Burke, J.L. and Cosgrove G. P.** 2010. Seasonal and dietary effects on the concentration of urinary N from grazing dairy cows. Urine nitrogen concentrations. Proceedings of the 4th Australasian Science Symposium 2010. 68-73.
- Parga, J.** 2003. Utilización de praderas y nutrición de vacas a pastoreo. En: Teuber N, Uribe H, Opazo L (eds). Seminario: Hagamos de la lechería un mejor negocio. Centro Regional de Investigación Remehue. Serie Actas N° 24.
- Parga, J., Barrientos, L., Pulido, R., Canto, F., Lanuza, F., Balocchi, O. y Uribe, C.** 2010. Suplementación estival de vacas lecheras a pastoreo con nabo forrajero (*Brassica rapa* L.): respuesta productiva. Resúmenes del XXXV Congreso Anual de la Sociedad Chilena de Producción Animal, Coyhaique. Chile. Pp 117-118.
- Peyraud, J.L. and Astigarraga, L.** 1998. Review of the effect of nitrogen fertilization on the chemical composition, intake, digestion and nutritive value of fresh herbage: consequences on animal nutrition and N balance. Animal Feed Science and Technology 72:235-259
- Pulido, R., Parga, J., Lanuza, F. y Balocchi, O.** 2011. Suplementación de vacas lecheras a pastoreo: Suplementos alimenticios. Consorcio Lechero. Primera edición. Osorno, Chile. 81 p.
- Roche, J.R., Friggens, N.C., Kay, J., Fisher, M., Stafford, K. and Berry, D.** 2009. Invited review: body condition score and its association with dairy cow productivity, health and welfare. J Dairy Sci. 92, 5769-5801.
- Rouanet, J., Romero, O. y Demanet, R.** 1988. Áreas agroecológicas en la IX Región: Descripción. Investigación y Progreso Agropecuario Carillanca. Chile. 7(1): 8 – 23.
- Salazar, F., Alfaro, M., Ledgard, S., Iraira, S., Teuber, N. and Ramírez, L.** 2011. Effect of the stocking rate and land slope on nitrogen losses to water on a grazed pasture of southern Chile. J. Soil Sci. Plant Nutri. 11:97-108.
- Salazar, F., Martínez-Lagos, J., Alfaro, M. and Misselbrook, T.** 2012a. Ammonia emissions from urea application to permanent pasture on a volcanic soil. Atmospheric Environment. 61:395-399.

- Salazar, F., Martínez-Lagos, J., Alfaro, M. and Misselbrook, T.** 2012b. Low nitrogen leaching losses following a high rate of dairy slurry and urea application to pasture on a volcanic soil in Southern Chile. *Agriculture, Ecosystems and Environment*. 160:23-28.
- Schwab, C., Huhtanen, P., Hunt, C. and Hvelplund, T.** 2005. Nitrogen requirements of cattle. p. 14-70. In Pfeffer, E., and A.N. Hristov (eds.) *Nitrogen and phosphorus nutrition of cattle*. CABI Publishing, Cambridge, USA
- Tamminga, S.** 1992. Nutrition management of dairy cows as a contribution to pollution control. *J. Dairy Sci.* 75:345-357.
- Thomson, A. J., Giannopoulos, G., Pretty, J., Baggs, E. M. and Richardson, D. J.** 2012. Biological sources and sink of nitrous oxide and strategies to mitigate emissions. *Philosophical Transactions of the Royal Society B*. 367:1157-1168.
- Totty, V. K., Greenwood, S. L., Bryant, R. H. and Edwards, G. R.** 2013. Nitrogen partitioning and milk production of dairy cows grazing simple and diverse pastures. *J. Dairy Sci.* 96:1-9.
- Van Soest, P.J., Robertson, J. and Lewis, B.A.** 1991. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber and non starch polysaccharides in relation to animal nutrition.
- Verité, R. and Delaby, L.** 2000. Relation between nutrition, performances and nitrogen excretion in dairy cows. *Annales de Zootechnie* 49:217-230.
- Wittwer, F.** 2000. Diagnóstico de desequilibrios metabólicos de energía en rebaños bovinos. En: Gonzalez, F., Barcellos, J., Ospina, H., Ribiero, L. (eds). *Perfil metabólico en rumiantes*. Universidad Federal do Rio Grande do Sul. Brasil. Pp 9-22.
- Wittwer, F.** 2006. Valores de referencia de constituyentes bioquímicos sanguíneos en animales domésticos. *Manual de Patología Clínica Veterinaria*. Laboratorio de Patología Clínica Veterinaria. UACH. Valdivia. Chile. Pp. 112-113.

10. ANEXOS.

Anexo 1. Peso de animales seleccionados

PESO	14-03-2013	n° ID	kg animal
		1	3208
		2	3209
		3	1006
		4	1509
		5	1809
		6	4906
		7	5309
GRUPOA		8	6508
		9	4008
		10	4309
		11	4006
		12	5109
		13	5209
		14	5709
		15	4206
GRUPOB		16	1009
		Promedio	583,6
		D.E.	56,5

Anexo 2. Producción diaria al inicio y final del ensayo, días de lactancia al inicio del ensayo

Producción L/vaca/día					
	Nª	ID Vacas	Inicio	Final	días lactancia
GRUPOA	1	3208	21,0	26,8	89
	2	3209	20,9	19,3	127
	3	1006	26,9	22,4	154
	4	1509	26,3	16,8	152
	5	1809	22,1	16,1	160
	6	4906	24,5	20,3	157
	7	5309	23,0	19,9	226
	8	6508	17,7	17,4	216
	Promedio		22,8	19,9	160,1
	D.E.		3,1	3,5	44,3

Producción L/vaca/día					
	N ^a	ID Vacas	Inicio	Final	días lactancia
GRUPOB	1	4008	24,7	24,7	114
	2	4309	23,8	19,4	107
	3	4006	25,0	24,3	135
	4	5109	24,9	28,8	157
	5	5209	20,8	19,7	145
	6	5709	24,0	23,5	137
	7	4206	24,8	24,6	169
	8	1009	19,0	18,0	185
Promedio			23,4	22,9	143,6
D.E.			2,2	3,6	26,4

Anexo 3. Composición botánica de la pradera permanente.

Composicion botánica		
Especies		%
Bromo	<i>Bromus stamineus</i>	48,1
Ballica perenne	<i>Lolium perenne</i>	20,7
Chépica	<i>Agrostis capillaris</i>	10,3
Diente leon	<i>Taraxacum officinale</i>	2,6
Botón de oro	<i>Ranunculus repens</i>	4,4
Material muerto	Material muerto	13,9
		100,0

Anexo 4. Análisis estadístico.

Producción láctea (L/vaca/día)

Tratamiento	Tiempo	N Rows	Mean	Std Dev
GA	1.I	7	23,057	3,205
GA	2.F	7	18,886	2,231
GB	1.I	7	23,157	2,325
GB	2.F	7	22,029	2,876

Proteína láctea. (%)

Tratamiento	Tiempo	N Rows	Mean	Std Dev
GA	1.I	3	3,450	0,140
GA	2.F	3	3,093	0,137
GB	1.I	4	2,953	0,106
GB	2.F	4	2,945	0,139

Grasa láctea (%)

Tratamiento	Tiempo	N Rows	Mean	Std Dev
GA	1.I	3	3,717	0,351
GA	2.F	3	4,380	0,297
GB	1.I	4	3,258	0,265
GB	2.F	4	3,693	0,158

Concentración de urea plásmatica. (mmol/L)

Tratamiento	Tiempo	N Rows	Mean	Std Dev
GA	1.i	5	5,870	0,570
GA	2.f	5	5,458	0,333
GB	1.i	6	5,302	0,721
GB	2.f	6	5,928	0,745

Concentración plasmática de proteína (g/L)

Tratamiento	Tiempo	N Rows	Mean	Std Dev
GA	1.I	4	77,603	3,784
GA	2.F	4	78,218	1,885
GB	1.I	5	74,486	2,945
GB	2.F	5	75,322	2,097

Concentración plasmática de Albúmina (g/L)

Tratamiento	Tiempo	N Rows	Mean	Std Dev
GA	1.I	6	39,067	2,714
GA	2.F	6	38,533	2,056
GB	1.I	6	37,317	2,515
GB	2.F	6	40,383	1,906

Concentración plasmática de β -OH butirato (mmol/L)

Tratamiento	Tiempo	N Rows	Mean	Std Dev
GA	1.I	7	0,354	0,072
GA	2.F	7	0,310	0,031
GB	1.I	5	0,376	0,036
GB	2.F	5	0,352	0,042

Concentración plasmática de AST (U/L)

Tratamiento	Tiempo	N Rows	Mean	Std Dev
GA	1.I	5	126,60	25,22
GA	2.F	5	119,80	22,06
GB	1.I	7	108,29	22,23
GB	2.F	7	103,86	20,79