



UNIVERSIDAD AUSTRAL DE CHILE
Facultad de Ciencias Veterinarias
Instituto de Zootecnia

Comportamiento ingestivo, de vacas en lactancia estabuladas, al reemplazar
ensilaje de Ballica por paja de trigo tratada con Hidróxido de Sodio

Tesis de grado presentada como
parte de los requisitos para optar
al Grado de **LICENCIADO EN
MEDICINA VETERINARIA.**

Emilio David Martínez Garbarino
Valdivia Chile 2000

PROFESOR PATROCINANTE:	<u>RUBEN PULIDO F.</u>	<u>[Firma]</u>
	Nombre	Firma
PROFESOR COPATROCINANTE:	<u>LUIS LATRILLE L.</u>	<u>[Firma]</u>
	Nombre	Firma
PROFESORES CALIFICADORES:	<u>PEDRO SAEZ R.</u>	<u>[Firma]</u>
	Nombre	Firma
	<u>BRUNO TWELE W.</u>	<u>[Firma]</u>
	Nombre	Firma

FECHA DE APROBACIÓN: 13 de Diciembre de 2000

*A mi mamá,
por su cariño y apoyo incondicional.
A mi papá y mi negrita por quererme.*

INDICE

CAPITULO	PAGINA
1. RESUMEN	1
2. SUMMARY	2
3. INTRODUCCION	3
4. MATERIAL Y METODO	13
5. RESULTADOS	23
6. DISCUSION	35
7. CONCLUSIONES	46
8. BIBLIOGRAFIA	47
9. ANEXOS	55
AGRADECIMIENTOS	60

1. RESUMEN.

Se realizó un experimento por 63 días, con el objeto de estudiar el efecto del reemplazo de ensilaje de ballica por paja de trigo tratada con NaOH al 3 % p/p, en un 10 o 20 % de la materia seca, sobre el comportamiento ingestivo de vacas lecheras en lactancia y estabuladas. Se utilizaron 12 vacas Frisón Negro en el segundo tercio de lactancia seleccionadas del rebaño de la estación experimental Vista Alegre de la Universidad Austral de Chile.

Para el análisis estadístico se implementó un cuadrado latino de 3 x 3. Los factores fueron: 3 tratamientos con una relación forraje:concentrado 70:30, (T1, ensilaje de ballica más concentrados; T2, se reemplazó el ensilaje por un 10 % de paja de trigo tratada y T3, se utilizó un 20 % de paja de trigo tratada, 3 períodos (21 días c/u) y 4 grupos. En la última semana de cada período, se midió el consumo de alimentos y se realizaron registros individuales del comportamiento ingestivo, por períodos de 24 horas. Las actividades observadas fueron; tiempo de consumo, tiempo de rumia, tiempo paradas o echadas.

Los resultados de este experimento muestran que el consumo de ensilaje disminuyó y el de materia seca total no fue afectado por la inclusión de paja tratada. El tiempo de consumo diario de forrajes, fue significativamente mayor en las vacas que sólo consumieron ensilaje, respecto al grupo con 20 % de paja (441 min/día v/s 408 min/día, respectivamente). El tiempo de rumia, fue significativamente menor en las vacas que sólo consumieron ensilaje, respecto al grupo con 20 % de paja (522 min/día v/s 552 min/día, respectivamente).

Al adicionar 20 % de paja tratada, disminuye el número de comidas y aumenta la duración de los períodos de rumia. La inclusión de paja de trigo tratada no alteró el tiempo de masticación y, en general, los tres tratamientos dedicaron 1000 minutos a masticar.

Palabras claves: comportamiento ingestivo, hidróxido de sodio, paja de trigo, vacas lecheras.

2. SUMMARY.

An experiment was carried out in summer over 63 days, in order to study the effect of ryegrass silage replacement by alkali treated wheat straw on the ingestive behaviour of dairy cows under indoor conditions. Twelve Friesian cows in mid-lactation, from Vista Alegre research station, of Universidad Austral de Chile, were used.

The cows were studied in a 3 x 3 latin square design, where the three factors were; 3 treatments, 3 periods (21 days each one) and 4 squares. Treatments studied were: T1; only silage plus concentrate, T2; silage replacement of 10 % by treated straw, T3; silage replacement of 20 % by treated straw. In the last week of each period, individual measurement of ingestive behaviour were carried out, recording the activities (eating, ruminating, laying, standing, walking) every five minutes during 24 hours.

Results showed that silage intake was lowered and the total dry matter intake was unaffected by the treated straw. Daily eating times of cows fed silage only was greater ($p < 0.05$) compared with those fed 20 % straw (441 min/day v/s 408 min/day, respectively). Ruminating times were significantly lower in cows fed only silage compared with cows fed 20 % treated straw (522 min/day v/s 552 min/day, respectively).

Adding 20 % of treated straw resulted in smaller eating bouts and increased ruminating bout length. Replacing silage by treated wheat straw did not alter chewing time. The dairy cows dedicated 1000 minutes/day chewing in the 3 treatments.

Key words: Ingestive behaviour, Hydroxide of sodium, Wheat straw , Dairy cows.

3. INTRODUCCION.

3.1. SITUACION DE LA PRODUCCION LECHERA.

3.1.1. Situación de la producción lechera internacional.

En el año 1996, se proyectaba que la producción lechera mundial para el año 2000 aumentaría a 559 millones de toneladas. Esto implica un promedio de crecimiento anual en la década del 90 de 0,6 %. Este incremento en la producción se esperaba que ocurriera en el ámbito global, como resultado del aumento tanto en el número de bovinos lecheros como en producción (Griffin, 1996).

Actualmente, como respuesta al proceso de globalización y consolidación de la industria lechera a nivel mundial y como respuesta a las presiones competitivas, en prácticamente todos los países del mundo es posible identificar una marcada tendencia a que cada día existan menos predios lecheros, pero que estos sean más grandes y productivos. Un ejemplo de este fenómeno lo representa la evolución que han desarrollado las lecherías de Estados Unidos en relación con su número y tamaño en los últimos 25 años, en 1970 existían aproximadamente 640.000 productores de leche, con un promedio de 19 vacas; 25 años después, sólo existen 180.000 productores con un promedio de 69 vacas por lechería, lo que representa una reducción de casi el 80 % de los productores y un crecimiento promedio anual superior al 5 % en el número de vacas por lechería. Esta situación se presenta en otros países con mayor o menor intensidad, tales como Australia, Uruguay, la Unión Europea, Canadá y Nueva Zelanda (Latrille, 1995; Vargas, 1998).

Bryant (1995), señala que la marcada reducción del número de vacas lecheras en el ámbito global se explica por el menor número de productores existentes actualmente, pero a pesar de esto la producción mundial sigue creciendo. Por lo tanto, se ha producido un aumento de la producción por vaca. Esta tendencia se aprecia en la industria lechera neozelandesa, la que durante los últimos 20 años ha aumentado la producción en cerca de 30 % con una reducción en el número de rebaños lecheros y vacas en ordeña de 38 % y 4 %, respectivamente.

Este aumento en la producción por vaca se explica por un proceso de mejoramiento genético, principalmente por la incorporación del genotipo especializado en producción de leche "Holstein Friesian", el que ha aumentado su participación en la población de vacas lecheras en Estados Unidos desde el año 1960 a 1985, pasando de un 69 a 93 %. En la Comunidad Europea la evolución es semejante, donde la participación de la raza Frisona, cualquiera sea la absorción por la Holstein Friesian, representa el 50 % en Alemania y un 95 % en el Reino Unido del

total de vacas lecheras. El caso de España es ejemplificador de un 48,3 % en 1973, pasó al 63,9 % en 1982 y al 89,6 % en 1994 (Calcedo, 1996).

Además, los avances en la nutrición y alimentación de las vacas lecheras, como por ejemplo el desarrollo en materias como el procesamiento de granos de cereales, suplementación con lípidos, utilización del ensilaje de maíz y la incorporación de la ración totalmente mezclada, han contribuido no sólo al aumento en productividad individual sino también a una mayor productividad por hectárea (Pulido, 1999).

3.1.2. Situación de la producción lechera nacional.

El sector lechero nacional, conformado por productores, industria procesadoras y empresas relacionadas, es uno de los rubros con mayor dinámica del ámbito agropecuario, caracterizado por un crecimiento sostenido entre los años 1990 y 1997, con tasas cercanas al 8 - 10 % anual. Este incremento sostenido se sustentaba por una serie de variables de origen nacional e internacional, entre otras razones, la estabilidad de los precios internacionales, sostenida por la demanda creciente de los países del Sudeste asiático, existencia de políticas para el subsector leche y una creciente eficiencia en la respuesta de los agentes productivos (Lanuza, 1995; Lanuza, 1998).

Sin embargo, desde el año 1998 esta tendencia en el crecimiento descendió bruscamente para alcanzar una tasa del 2,2 % (ODEPA, 1999). La dinámica de crecimiento se vio afectada por factores no controlables de mercado como la crisis económica de la región del Sudeste asiático, que al mismo tiempo de afectar directamente a esos países y provocar una baja sustancial en el consumo de lácteos y una consecuente disminución en las importaciones, también desencadenó efectos negativos en las economías del resto del mundo y en especial en aquellos países menos fuertes, lo que produjo un ajuste y contracción de la demanda. Además, por la consolidación de bloques de países como la Unión Europea, al globalizar sus economías, han presentado un mayor y más rápido desarrollo (Lanuza, 1999). En el plano interno las condiciones climáticas, como la sequía que se presentó en la temporada 1998-1999, y que afectó a la Provincia de Valdivia y llevó a tener el año más seco del siglo (INSTITUTO DE GEOCIENCIAS, 1999), no favorecieron el crecimiento de las praderas y como consecuencia hubo una menor disponibilidad de forraje, produciendo un cambio en la tendencia de crecimiento.

La producción bovina de leche en Chile se desarrolla en todo el territorio nacional, sin embargo, adquiere relevancia desde la V a la X región, siendo sólo marginal en la zona norte y austral del país (Lanuza, 1995). En el año 1997 la producción lechera nacional representó un 0,7 % del Producto Interno Bruto (Anrique, 1999). Durante el año 1998 la producción de leche nacional alcanzó a 2.080.000 millones de litros, y la recepción industrial a 1.530.000 millones de litros,

de los cuales la décima región recepcionó el 65,7 % (ODEPA, 1999). Esta alta producción local se explica, porque del total de vacas lecheras en el país, un 61,5 % se ubica en la Décima región, con aproximadamente 380.000 vacas lecheras.

3.1.2.1. Sistemas productivos.

Los sistemas productivos lecheros, se pueden agrupar en tres sistemas básicos: Confinamiento, Pastoreo y Mixto (combinación entre pastoreo y confinamiento). Estos dos últimos son característicos de la Zona Sur del país y se sustentan principalmente en el uso de la pradera permanente como fuente de alimento (Jahn, 1996).

El confinamiento absoluto, es característico de la Zona Centro Norte y Centro Sur, donde la base forrajera es la alfalfa, complementada con cultivos como el maíz forrajero, más el uso de elevadas cantidades de concentrado y/o subproductos de origen industrial (Jahn, 1996).

Los sistemas a pastoreo o estacionales de producción, se caracterizan por compatibilizar los requerimientos de los animales con la curva de producción de forrajes, pero las condiciones de clima y suelo influyen la tasa de crecimiento de las praderas y le imprimen el carácter de estacionalidad a la producción. La producción de leche durante todo el año en la Zona Sur, se puede realizar si se adopta un sistema de partos todo el año o un sistema biestacional de partos con períodos de confinamiento (Lanuza, 1996).

3.2. ALIMENTACIÓN.

3.2.1. La pradera y sus limitantes.

En el Sur de Chile, la pradera permanente es la base de sustentación de la mayoría de los sistemas de producción de leche. Sin embargo, las condiciones edafoclimáticas le imprimen a la pradera fuertes variaciones en cuanto a la producción de materia seca y la composición nutricional de ésta. El aporte porcentual por estaciones a la producción anual de materia seca de las praderas permanentes es entre un 40 y 60 en los meses de primavera, 0 a 30 en verano, 14 a 25 en otoño y en el invierno varía entre un 5 y 7 (Torres, 1994 y Lanuza, 1996). Esta oferta variable provoca problemas de disponibilidad de forraje para el rebaño, especialmente en las épocas críticas como son el verano y el invierno, por lo que se debe conservar el forraje excedente especialmente en primavera, para poder suplir alimentos en las épocas de escasez de forraje de la pradera.

Las formas más comunes de conservación de forraje son el ensilaje y el heno. El heno es recomendado para la Zona Central y Centro Sur y para la Zona Sur se

debe preferir el ensilaje dadas las condiciones climáticas que predominan (Hazard, 1988). Balocchi (1999), agrega que se acepta de manera creciente el ensilaje como la forma más conveniente de conservación de forrajes y su uso como suplemento. En la Novena y Décima regiones la principal forma de conservación de forraje es el ensilaje, y el 90 % de la materia prima para su confección proviene de praderas rezagadas.

3.2.2. ENSILAJES DE GRAMINEAS.

3.2.2.1. Ingesta y valor nutritivo de ensilajes. Van Soest, (1976) señala que el valor nutritivo de los forrajes se relaciona con la digestibilidad, el consumo y la eficiencia de utilización de los nutrientes digeridos.

En los ensilajes, además la calidad nutritiva está determinada principalmente por la composición del forraje al momento de la cosecha y por las modificaciones químicas producidas durante el proceso de ensilado (Elizalde y col., 1996). La presencia de un alto contenido de hidratos de carbono solubles es esencial para conseguir un ensilaje de alta calidad. Elevar el contenido de materia seca (MS) a un valor de 30 - 35 %, mediante desecación o marchitación del forraje previo a ser ensilado, compensaría un bajo nivel de hidratos de carbono solubles con una mayor concentración de los mismos (Musiera y Ratera, 1991).

Bines (1992), señala que el consumo de materia seca es el factor limitante más importante en la producción del ganado lechero, por lo que un mayor conocimiento de los factores que lo afecten permitiría un aumento en la productividad.

Cañas (1998), menciona que la fracción de pared celular o fibra, es de gran importancia en los rumiantes, ya que se requiere un mínimo de calidad y cantidad de fibra en su dieta para un adecuado funcionamiento ruminal, mayor eficiencia en el uso de alimentos y una producción de leche normal. Las bacterias celulolíticas del rumen al digerir la celulosa producen ácidos grasos volátiles (acético, propiónico y butírico) los que constituyen la mayor fuente de energía para los rumiantes. Por lo tanto, la digestibilidad de la celulosa es importante en la alimentación de rumiantes por mantener la relación adecuada de ácidos grasos volátiles en el rumen. La pared celular está compuesta por celulosa, hemicelulosa y lignina, constituyendo el 98 % de la fracción no digerible del forraje. Estos componentes se expresan en los análisis de composición de alimentos como fibra detergente neutro (FDN).

Rae y col. (1987), señalan que el potencial productivo con ensilaje de gramíneas como único alimento al inicio de lactancia en vacas de cruce Holstein Friesian (13 semanas postparto) fue de 20,4 L/día y un consumo de 12,6 kg de MS (2,2 % del peso vivo). Elizalde y Mayne (1997), señalan consumos de materia seca

de 9,6 -11,4 kg de MS/día, y 1,7 - 2,0 % al expresar este consumo como porcentaje del peso vivo y producciones de leche promedio de 7,4 L/día durante el último tercio de lactancia usando como único alimento ensilaje.

3.2.2.2. Ingesta de ensilajes y efectos sobre el comportamiento ingestivo. Teller y col. (1993), muestran que el tiempo diario destinado al consumo de ensilaje de corte directo por vacas primíparas y multíparas alcanzó a 537 y 475 minutos al día y el tiempo de rumia diario a 457 y 385 min al día, respectivamente.

3.2.3. Uso de Paja de cereales en la alimentación de vacas lecheras.

El uso de pajas de cereales en la alimentación animal presenta factores ventajosos como son la disponibilidad y una posible maximización de los recursos.

Con respecto a la disponibilidad Egaña y Wernli (1982), señalan que los rastrojos de cereales constituyen los subproductos más abundantes en Chile y la paja de trigo es el más importante entre ellos. En general, los cultivos de cereales producen una relación grano:paja cercana a 1:1, con lo cual cada hectárea puede producir entre 3.000 y 5.000 kg de paja. En Chile, según estimaciones señaladas por Cerda y col. (2000), bajo la superficie destinada a cereales, habría una disponibilidad potencial de alrededor de 3.000.000 toneladas, de las cuales el 70 % se quema o se pierde.

El otro punto ventajoso es la maximización del uso de recursos en la producción, generalmente los residuos vegetales o rastrojos remanentes después de la cosecha constituyen un problema para el agricultor, ya que estos deben ser extraídos del predio o eliminados antes de la preparación del suelo para el cultivo siguiente (Egaña y Wernli, 1982 y Cañas, 1998).

Además, cuando hay sequía, como la que se presentó en la temporada 1998-1999, que afectó a la Provincia de Valdivia y que la llevó a tener el año más seco del siglo (INSTITUTO DE GEOCIENCIAS, 1999), no se favorece el crecimiento de las praderas o cuando se produce una falla en la planificación forrajera predial, la conservación de forraje puede ser insuficiente para cubrir las demandas en las épocas críticas de déficit de alimento. Bajo estas condiciones, se puede utilizar otros recursos alimenticios alternativos, como son las pajas de cereales.

3.2.3.1. Composición química y valor nutritivo de la paja de cereales. La paja se caracteriza nutricionalmente por tener baja digestibilidad (< 40 %), bajo contenido de energía metabolizable (inferior a 1,4 Mcal/Kg), bajo contenido de proteína (< 5 %) y un contenido celular bajo, tiene un alto contenido de fibra y lignina, todo lo cual hace que la paja tengan un bajo valor nutritivo, por lo que solamente se usan como parte

de raciones para rumiantes. Además el contenido de vitaminas y minerales es bajo (Anrique y col., 1995 y Cañas, 1998).

Por lo tanto, la naturaleza química y física de la paja de trigo, determinan que la cantidad de nutrientes ofrecidos no son adecuados para que se produzca una fermentación ruminal eficiente e impiden poder alcanzar un alto nivel de productividad (Cañas, 1998).

Cañas (1998), clasifica en tratamientos químicos, físicos y biológicos los procedimientos ocupados para aumentar la calidad nutricional de la paja.

3.2.3.2. Tratamientos biológicos, físicos y químicos de las pajas de cereales.

3.2.3.2.1. Métodos biológicos. Los métodos biológicos se basan en el uso de microorganismos que degraden los carbohidratos estructurales (celulosa y hemicelulosa) y la lignina (Cañas, 1998). El tratamiento biológico específico de la paja se basa en la utilización de microorganismos que degraden la lignina, sin hacer mucho uso de la hemicelulosa y la celulosa, pero Sundol y Owen (1984), señalan que al parecer no existen microorganismos que degraden sólo la lignina, lo que determina que éste procedimiento no haya tenido uso práctico.

3.2.3.2.2. Tratamientos físicos. El tratamiento con vapor o cocción a presión, uso de rayos ionizantes y la molienda o picado, son los tres principales tratamientos físicos utilizados para aumentar la calidad de la paja (Orskov, 1990; Cañas, 1998). En general, los dos primeros métodos, si son aplicados correctamente presentan como ventaja el aumento de la digestibilidad de los forrajes toscos. La limitante principal en su uso, señalada por Cañas (1998), es el elevado costo que presentan estos procedimientos.

El tratamiento físico de la molienda o picado, tiene un efecto positivo en rumiantes al aumentar el consumo, debido al aumento de la densidad y de la superficie específica del forraje lo que permite que sea atacada por microorganismos. Otras ventajas adicionales, es que disminuye la posibilidad de seleccionar alimentos de mejor calidad y permite la manipulación, transporte y almacenamiento (Orskov, 1990; Cañas, 1998).

3.2.3.2.3. Tratamientos químicos. Los métodos químicos, en general, actúan como agentes hidrolizantes de la pared celular de la paja, aumentando así la biodisponibilidad de los carbohidratos estructurales para su utilización a nivel ruminal (Egaña y Wemli, 1982).

Se han utilizado distintos productos químicos para aumentar el valor nutritivo de la paja, entre los alcalinizantes se encuentran el hidróxido de sodio (NaOH), óxido

de calcio (CaO) o hidróxido de calcio (Ca(OH)₂) y el anhídrido amonio (NH₃) o acuoso (NH₄OH) (Cañas, 1998).

Orskov (1990), señaló que el tratamiento de la paja con soluciones alcalinas de hidróxido de sodio (NaOH), acompañado con el picado de la paja, presenta como principal ventaja ser un método rápido y además que se produce un aumento casi inmediato de la digestibilidad al compararlo con otros procedimientos. Recientemente un estudio realizado por Haddad y col. (1998), demostró la efectividad del tratamiento con 3 % p/p de hidróxido de sodio y 3 % p/p de hidróxido de calcio Ca(OH)₂ en la composición química y la respuesta productiva de vacas en lactancia.

3.2.3.3. Ingesta de paja tratada con álcalis y efectos sobre la producción. En el estudio de Haddad y col. (1998), destinado a evaluar el efecto sobre la producción de leche al incluir paja tratada con álcalis, se encontró que la ingesta de materia seca en vacas Holstein Friesian en el segundo tercio de lactancia era de 22,0 y 22,8 kg de materia seca con dietas que contenían 0 y 20 % base materia seca de paja tratada con 3 % NaOH y 3 % Ca(OH)₂, y producciones de leche similares con 25,1 y 25,6 L/día.

3.2.3.4. Ingesta de paja tratada con álcalis y efectos sobre el comportamiento ingestivo. Escasos son los estudios que han evaluado el efecto del tratamiento alcalino de pajas sobre el comportamiento ingestivo. Existe un ensayo realizado por Chermiti y col. (1994), con el objeto de evaluar el efecto del tratamiento de paja con álcalis sobre el comportamiento masticatorio en vacas en el período seco (vacas no lactantes). Reportaron que los minutos destinados al consumo y rumia disminuyeron al reemplazar paja sin tratar por paja tratada con 3 % de hidróxido de amonio y otra tratada con urea al 5,3 %. Es necesario destacar que en este ensayo la única fuente de forraje fue la paja.

3.3. COMPORTAMIENTO INGESTIVO.

La etología es la ciencia que estudia el comportamiento de los animales en respuesta a estímulos del medio ambiente (Arave y Albright, 1981). Los mismos autores enumeran una serie de objetivos donde se podrían incluir los estudios de comportamiento en animales domésticos: 1) evaluar el comportamiento como respuesta al estrés resultante de la intensificación de los sistemas; 2) determinar el grado de adaptación entre grupos genéticos al cambiar los nichos ecológicos o someterlos a restricciones; 3) determinar cómo el aprendizaje por la experiencia de los animales puede ser utilizado para aumentar los márgenes de ganancia; 4) acumular y disponer de investigaciones para estudiantes, veterinarios, investigadores, agricultores y reportar el comportamiento animal normal (etogramas) para suplementar la experiencia de las personas; 5) determinar los mecanismos

físicos que regulan el comportamiento; y 6) incrementar la validez de los resultados de las investigaciones de otras disciplinas.

El comportamiento ingestivo se refiere a una secuencia de actividades que realizan los animales para la obtención de nutrientes para su mantención y productividad, estos son principalmente ingesta, bebida y rumia (Phillips, 1993).

La ingesta de alimentos se origina por la prehensión y los mayores órganos para esta actividad en el bovino son los labios, dientes y lengua (Hafez y Schein, 1962).

Dado y Alien (1994), definen la ingesta como la masa consumida por unidad de tiempo, tiempo que es comúnmente medido en días. La ingesta diaria es la suma de las comidas realizadas por las vacas, que son controladas individualmente por los mecanismos del hambre y la saciedad. Teller y col. (1993), señalan que unidades cortas de tiempo, pueden ser apropiadas en la descripción de la ingesta. Asimismo, la ingesta diaria de alimentos puede ser descrita en términos del número de comidas consumidas por día, el largo de las comidas y la tasa de ingesta ocurrida durante las comidas. Para incrementar la ingesta diaria, una o más de estas tres variables pueden incrementarse. La capacidad de ingesta en vacas lecheras es el resultado del volumen del rumen y la tasa de pasaje ruminal de la materia indigestible.

Varios son los factores que influyen sobre el tiempo que un animal destina a comer: densidad del forraje, fotoperíodo, temperatura, clima, calidad, forma del alimento y situación fisiológica del animal. La disponibilidad de alimento, más que su calidad, es de suma importancia para los rumiantes (Welch y Hooper, 1988).

Las vacas lecheras son principalmente consumidoras diurnas, particularmente por la mañana temprano y durante el crepúsculo, pero cuando los requerimientos de ingesta son altos o el largo del día es corto, comidas nocturnas también se pueden producir. Las vacas lecheras intentan extender las comidas posterior al término de las horas de luz, por manipulación del número y duración de las comidas. La manipulación del fotoperíodo en vacas estabuladas puede alterar el patrón circadiano de alimentación. Extendiendo el largo del día se incrementa el número de comidas pero no se incrementa el tiempo total de alimentación diaria (Phillips, 1993).

Las pautas de ingestión de alimentos en animales estabulados son influenciadas por el horario de distribución de alimentos y por el fotoperíodo. Los animales prefieren alimentos frescos y suelen iniciar las comidas más abundantes cuando se distribuye alimento nuevo delante de los mismos. Sin embargo, las pautas del consumo de alimentos no pueden ser manipuladas únicamente variando las horas en que se distribuye el alimento; para invertir las pautas de consumo de alimentos y de la rumia, es necesario cambiar tanto los períodos de iluminación y oscuridad, como las horas en que se distribuye el alimento (Welch y Hooper, 1988; Albright, 1993; Phillips, 1993).

La rumia es importante por varios aspectos: contribuye a degradar el tamaño de la partícula, aumenta el peso específico de los forrajes, rompe las membranas impermeables de los tejidos vegetales y aumenta la superficie del forraje accesible para que los microorganismos ruminales se fijen y realicen el proceso digestivo. El tamaño medio de las partículas que salen del rumen es < 1 mm. Aunque la masticación al ingerir los alimentos reduce el tamaño de las partículas, durante la rumia se produce una mayor reducción de las partículas de material no digestible. La rumia se estimula principalmente por partículas de ingesta con una longitud superior a 10 mm. Aunque partículas de menor longitud también afectan la rumia (Albright, 1993; Welch y Hooper, 1988).

Hafez y Schein (1962), señalan que la rumia incluye el tiempo destinado a la regurgitación, masticación, y deglución de la ingesta ruminal y el corto tiempo de intervalo entre bolos. Las vacas rumian generalmente echadas y al lado izquierdo, en un 65-85 % del porcentaje total de rumia. Un período de rumia puede durar hasta dos horas, y el proceso se repite una vez por minuto. Beauchemin y col. (1990), señalan que a través del día, la rumia se presenta cíclicamente y la gran proporción ocurre durante la noche. La masticación durante la rumia es relativamente tranquila y más lenta que cuando se ingieren los alimentos (Welch y Hooper, 1988).

Se ha propuesto que la mejor aproximación a las propiedades físicas de la ración las representan las mediciones del tiempo dedicado a comer, rumiar y masticar por kilogramo de MS (materia seca) ingerida (De Boever y col. 1993). El tiempo de masticación, (tiempo destinado a comer y rumiar), necesario por cada unidad de materia seca consumida, depende de la calidad del forraje. El componente del forraje más íntimamente relacionado con el tiempo destinado a la masticación es la fibra detergente neutro. Si se acumula en el rumen el material en espera de ser rumiado o si se limita la rumia, disminuye el consumo en animales alimentados con forrajes (Welch y Hooper, 1988).

Una revisión realizada por De Boever y col. (1990), acerca de los factores que afectan las actividades de comida, rumia y el total de actividad masticatoria al utilizarla como medida de la estructura física, señalan como los principales factores la especie, variaciones individuales, peso corporal, estado fisiológico, tiempo de acceso al alimento, nivel de alimentación, contenido proteico de la ración y la relación forraje concentrado.

Teller y col. (1993), indican que dietas con alta fibra tienen grandes requerimientos de rumia y los animales destinan menos tiempo a comer.

Los patrones de rumia se influyen por factores ambientales como la alimentación. Al respecto Dado y Alien (1995), agregan que la fibra detergente neutro (FDN) adicional o voluminosos inertes incrementan el número de rumias por día, el tiempo de masticación por unidad de ingesta de materia seca o FDN, la frecuencia de las contracciones reticulares durante la rumia y la tasa de pasaje de FDN desde el

rumen. Por lo tanto, el tiempo destinado a comer, rumiar o masticar por unidad de ingesta de MS o FDN se incrementa al adicionar fibra detergente neutro.

Finalmente, en relación a la cantidad de consumida por los rumiantes bajo condiciones de confinamiento, Elizalde (1994), destaca que existe bastante información, pero además agrega, que existe muy poca o casi nula información con respecto a cómo es consumido este alimento. Por lo tanto, conocer el comportamiento ingestivo es importante para poder maximizar el consumo de alimento y a la vez optimizarla producción animal, especialmente en condiciones de estabulación donde los alimentos utilizados tienen un mayor costo por kilogramo de materia seca.

Junto con lo anterior cabe señalar que son múltiples las investigaciones que han evaluado la efectividad de los tratamientos químicos sobre la composición nutricional de la paja (Gánale y col., 1990), digestibilidad (Gánale y col., 1990; Haddad y col., 1995), respuesta productiva (Cameron y col., 1990a y b) y recientemente sobre la función ruminal (Haddad y col., 1998). Sin embargo, las mediciones de la actividad ingestiva y masticatoria que son comunes en los estudios nutricionales, son limitados en esta área.

El objetivo general de este estudio es describir y analizar el efecto sobre el comportamiento ingestivo y producción láctea de vacas lecheras en lactancia, al reemplazar ensilaje de ballica Tama por paja de trigo tratada con hidróxido de sodio al 3 % p/p ofrecida a un 10 o 20 % de la materia seca, en vacas lecheras bajo condiciones de estabulación.

La hipótesis que se plantea en este trabajo es la siguiente: El reemplazo de ensilaje de ballica por paja de trigo tratada con hidróxido de sodio al 3 % p/p, no modifica el comportamiento ingestivo de vacas lecheras estabuladas.

4. MATERIAL Y METODOS.

4.1. UBICACIÓN GEOGRÁFICA.

El experimento se realizó en el predio experimental Vista Alegre, propiedad de la Universidad Austral de Chile, ubicado a 6 kilómetros al norte de la ciudad de Valdivia, provincia de Valdivia, Décima región de Los Lagos, Chile. Geográficamente la ciudad se encuentra entre los paralelos 39°47'46" y 39°48'54" latitud sur y los meridianos 73°13'13^M y 73°12'24^M longitud oeste, y con 12 metros promedio sobre el nivel del mar.

4.2. DURACIÓN DEL ENSAYO.

La parte experimental tuvo una duración de tres meses, teniendo como fecha de inicio el 2 de Enero del año 2000 y como fecha de término 27 de Marzo del año 2000.

4.3. MATERIAL EXPERIMENTAL.

4.3.1. Animales seleccionados.

Se utilizaron 12 vacas multíparas de tres partos en promedio, del genotipo Frisón Negro Chileno de propiedad de la Universidad Austral de Chile, que presentaban las siguientes características al inicio del ensayo (cuadro 1);

Cuadro 1. Características de las vacas seleccionadas al inicio del ensayo.

Variables	Promedio	d.e.
Producción de leche, L/día	21,7	1,8
Estado de lactancia, días	154	27
Peso vivo, kilos	587	40
Condición corporal, (1-5)	2,55	0,4
Estado de gestación, días	54	32

4.3.2. Galpón de amarre.

Para la estabulación de los animales, se utilizó un galpón, con cubículos individuales y atrapa cabezas que se asignó a cada vaca (foto 1). El galpón, además, poseía ventanas que garantizaban una continua iluminación durante el día. El piso

donde se encontraban los animales era de tierra cubierto con abundante viruta de madera. Cada cubículo contaba con un comedero y bebedero automatizado.

4.3.3. ALIMENTOS UTILIZADOS.

4.3.3.1. Ensilaje de ballica. El ensilaje utilizado correspondió a un ensilaje de ballica Tama, con un aditivo absorbente basado principalmente en coseta seca¹. El ensilaje fue preparado en Octubre del año 1999 y almacenado en un silo tipo parva, el que fue elaborado para el ensayo.

4.3.3.2. Paja de trigo tratada con hidróxido de sodio (NaOH). Para el desarrollo de este ensayo se utilizaron 175 fardos de paja de trigo, con un peso promedio de 15 kilos, los que fueron comprados al inicio del ensayo desde un mismo predio de origen. La composición química de la paja de trigo sin tratamiento con NaOH utilizada en este estudio se muestra en el cuadro 2.

Cuadro 2. Composición química promedio de la paja de trigo sin tratamiento con NaOH utilizada en el ensayo, expresada como porcentaje.

Componentes	Paja de trigo sin tratamiento con NaOH
Materia Seca (MS, %)	89,5
Composición de la MS	
Proteína cruda, %	3,0
Energía metabolizable, Mcal/kg MS	1,75
Fibra detergente neutro, %	85,5
Cenizas totales, %	4,0

La paja de trigo tratada con hidróxido de sodio corresponde: a paja de trigo picada en un molino a un largo de 3,0 a 4,0 cm., que posteriormente era empapada con una solución de hidróxido de sodio al 3 % p/p base materia seca, diluida en agua. Para obtener esa concentración se utilizó 34 gr de NaOH por cada kg de paja sin tratar, debido a que la paja de trigo poseía un 89,5 % de MS y así mantuvo la concentración descrita anteriormente. La solución final se aplicó en una relación de 3 litros por kilo de paja.

La preparación de la paja de trigo se realizó diariamente en un recipiente. La solución se aplicó mediante una regadera, y era mezclada con la paja manualmente mediante el uso de horquetas, hasta quedar completamente humedecida.

¹ SILOMAX®, fabricado por la empresa Biomaster S.A. Aplicado a razón de 30 kg/tonelada de materia verde.

La mezcla permaneció 24 horas en el recipiente antes de ser ofrecida a las vacas.

4.3.3.3. Alimentos concentrados. En este estudio se utilizaron dos mezclas concentradas como suplementos; un concentrado comercial "A"² basado en Coseta y una mezcla "B"³ compuesta por harina de pescado y sales minerales, fabricada en el mismo predio al inicio del ensayo.

El cuadro 3 muestra la composición química promedio de las mezclas concentradas utilizadas en el desarrollo del estudio.

Cuadro 3. Composición química promedio de los alimentos concentrados utilizados en el ensayo.

Componentes	Alimentos concentrados	
	A ²	B ³
Materia Seca (M.S., %)	88,7	90,9
Composición de la M.S.		
Proteína cruda, %	19,0	83,9
Energía metabolizable, Mcal/kg MS	2,93	2,04
Extracto etéreo, %	1,7	5,1
Fibra cruda, %	13,8	0,1
Fibra detergente neutro, %	32,5	-
Cenizas totales, %	6,8	37,4

4.3.4. AGUA DE BEBIDA.

El agua fue proporcionada "a voluntad" mediante bebederos automáticos accionados por la presión ejercida sobre una válvula por el morro de la vaca. Durante las horas de ordeño las vacas no dispusieron de agua.

4.4. FORMULACIÓN DE LA DIETA.

Las dietas fueron formuladas de acuerdo a los requerimientos de las vacas y los análisis químicos de los alimentos utilizados, Para esto se utilizó un programa

² Concentrado comercial A: "Cosetán Vaca Lechera N° 15" fabricado por la empresa Biomaster S.A. (Principales ingredientes: Coseta 50 %, cereal entero 10 %, Melaza 12 %, otros 28 %)

³ Mezcla concentrada B: constituido por 55,3 % *harina de pescado* (91,5 % MS; 73,9 % PC; 2,78 Mcal/kg; 7,51 % EE; 22,3 % CT), 14,7 % *urea* y 30,0 % de *sales minerales* comerciales ("VETERSAL®, Vaca lechera alta producción". Veterquímica S.A.)

computacional (Cooprinsem, versión 7.2). Estas dietas fueron ajustadas individualmente cada tres días, durante el transcurso del ensayo.

4.5. DESCRIPCIÓN E IDENTIFICACIÓN DE LOS TRATAMIENTOS.

En este estudio se evaluaron tres tratamientos los que se basan en el reemplazo de ensilaje de ballica por paja de trigo tratada con hidróxido de sodio, manteniendo la relación forraje: concentrado de 70:30 base materia seca.

Tratamiento 1: ensilaje de ballica más concentrado comercial y una mezcla proteica con sales minerales.

Tratamiento 2: ensilaje de ballica más concentrado comercial y una mezcla proteica con sales minerales. Adicionando, un 10 % base materia seca de paja de trigo tratada con NaOH en reemplazo del ensilaje ofrecido.

Tratamiento 3: ensilaje de ballica más concentrado comercial y una mezcla proteica con sales minerales. Adicionando, un 20 % base materia seca de paja de trigo tratada con NaOH en reemplazo del ensilaje ofrecido.

El ensayo se dividió en tres períodos, cada uno de 21 días. Cada período se subdividió de la siguiente manera:

- Del día 1 al 13 las vacas se adaptaron a la dieta (período pre-experimental);
- Del día 14 al 21 fue el período de mediciones (período experimental).

Los tres tratamientos se aplicaron simultáneamente durante cada período.

Las 12 vacas se agruparon aleatoriamente en tres tratamientos de cuatro vacas cada uno. Los animales se identificaron por autocrotal, y se identificó con un número del 1 al 12 pintado en ambos flancos. Junto a esto, en la parte superior de cada cubículo se colocaron carteles con el nombre y número de cada vaca (foto 1).

4.5. MANEJO DE LOS ANIMALES.

4.5.1. -Manejo de los animales en estabulación.

Las vacas permanecieron durante todo el ensayo en el galpón. Las vacas salían solamente para ser ordeñadas dos veces al día, en la mañana a las 07:30 h e ingresaban a las 08:30 h y en la tarde salían a las 15:30 h y entraban a las 16:30 h aproximadamente. La sala de ordeña, se encuentra a una distancia no mayor de 150 metros del galpón.

Durante la ordeña se realizó la limpieza de las camas, reemplazando la viruta sucia por una limpia y seca.

No se usó luz artificial dentro del galpón de amarre durante el desarrollo del ensayo.



Foto 1. Cubículos individuales con atrapa cabezas.

4.5.2. Manejo alimenticio de los animales.

El manejo alimenticio diario, consistió en lo siguiente: el ensilaje fue traído diariamente al galpón, con ayuda de un canasto se pesó la cantidad que se entregó a cada vaca (balanza mecánica con una capacidad máxima de 500 kilogramos), era depositada frente a cada cubículo en un cajón que no permitía que se mezclara el alimento entre vacas. Se pesó en forma individual la cantidad de paja de trigo tratada (Balanza mecánica con capacidad máxima de 200 kilogramos), siendo posteriormente depositada encima del ensilaje.

La cantidad diaria requerida de mezclas concentradas A y B para cada vaca, eran pesadas con una balanza electrónica (capacidad máxima de 50 kilogramos). La cantidad total ofrecida diariamente a cada vaca era almacenada en sacos destinados especialmente para esta función (Foto 2).

Los forrajes (ensilaje y paja tratada) fueron mezclados con el uso de horqueta antes de ser ofrecido, lo que se realizó dos veces al día, a las 16:30 horas y a las 8:30 horas en una proporción que garantizó una ingesta ad libitum de los forrajes durante las horas de estabulación. El rechazo de forraje fue retirado manualmente desde los comederos a las 15:30 horas, tiempo durante el cual las vacas permanecían fuera del galpón de amarre para ser ordeñadas.

Las mezclas concentradas fueron ofrecidas en un cajón de madera diseñado para esta función y la frecuencia de entrega fue de tres veces al día (09:00, 12:00 y 17:00 horas) procurando que ocurriera en proporciones iguales, las que generalmente no sobrepasaron 2,5 kg por vez. El tiempo en que las vacas tuvieron a su disposición los concentrados después de cada entrega, fue restringido y no superó los 30 min. La cantidad de concentrado rechazado también fue retirada diariamente a las 15:30 horas.



Foto 2. Foto de todos los cubículos con sus respectivos comederos individuales.

4.6. MEDICIONES.

4.6.1. Consumo de alimentos.

El consumo de alimentos se registró diaria e individualmente durante todo el período de ensayo, mediante la diferencia entre la cantidad ofrecida y el rechazo de alimento, en base materia seca.

4.6.2. Comportamiento alimenticio.

Para describir el comportamiento ingestivo se medirán las siguientes variables, consumo de alimentos, minutos destinados diariamente a comer, rumiar y masticar, número y duración de los períodos de comida y rumia, tasa de consumo y tamaño de las comidas realizadas por las vacas en los distintos tratamientos.

El comportamiento de los animales, se registró mediante la observación visual de cada vaca cada 5 minutos durante 24 horas. Esta medición se realizó en dos oportunidades en cada semana de mediciones de cada período experimental. Durante la noche se utilizó una linterna para realizar las mediciones.

Se registraron las siguientes actividades: comiendo forraje, comiendo concentrado, rumiando paradas, rumiando echadas, parada, echada, bebiendo.

Para determinar el número y duración de las comidas se utilizó el criterio del mínimo intervalo entre actividades (MIBI) determinado por Dado y Alien (1994), y se define como la ocurrencia de dos actividades similares separadas. Un mínimo de 7,5 minutos (MIBI) entre eventos fue necesario para definir dos períodos de comida o dos períodos de rumia separados.

El tiempo de masticación diario se calculó mediante la suma de los minutos dedicados a comer más los minutos destinados a rumiar diariamente (Teller, 1993).

El período diurno correspondió a las horas de luz diarias, que en promedio durante el tiempo en que se desarrolló el ensayo, comenzaba a las 07:30 horas y terminaba a las 20:30 horas. El resto del día, correspondía al período nocturno (Stuven, 1968).

4.6.3. Peso vivo.

El pesaje de las vacas se realizó en forma individual en una romana con una capacidad máxima de 1500 kg (precisión de 1 kg) cada tres días durante el desarrollo del ensayo. Esta actividad se llevó a cabo después de la ordeña de la mañana. Los datos de peso vivo fueron considerados sin destare.

4.6.4. Condición corporal.

La medición se realizó una vez por semana, asignando un puntaje en la escala de 1 a 5. Donde, 1 representa a una vaca emaciada y 5 una vaca obesa.

4.6.5. Producción de leche.

Se midió diariamente en forma individual tanto en la ordeña de la mañana como en la tarde, durante todo el ensayo. Para la medición se utilizaron medidores proporcionales de leche tipo Waikato.

4.7. TOMA Y ANÁLISIS DE MUESTRAS

4.7.1. Muestras y análisis de los alimentos.

Se tomaron muestras de ensilaje y paja tratada cada dos días durante la semana de mediciones de cada período, y se les determinó su materia seca parcial, en un horno de ventilación a 60° por 48 h. A partir de estas muestras se obtuvo una

muestra compuesta para el análisis de su composición química, que se realizó en el Laboratorio de Nutrición Animal de la Universidad Austral de Chile.

En el laboratorio se realizó un Análisis Proximal (Weende) a la muestra compuesta con el objetivo de determinar:

- Materia Seca (MS), la materia seca se determinó mediante Horno de ventilación a 60° por 48 h y estufa a 105 °C por 12 h (Bateman, 1970).
- Cenizas Totales (CT), las cenizas totales se determinaron por combustión a 550 °C por 5 h (Bateman, 1970).
- Fibra Cruda (FC), la fibra cruda se determinó con digestión en ácido y álcali (Bateman, 1970).
- Proteína Cruda (PC), la proteína cruda se determinó por el método Micro Kjeldhal (N x 6,25) (Bateman, 1970).
- Energía Metabolizable (EM), se determinó por regresión sobre el valor D (Garrido y Mann, 1981).
- Fibra Detergente Neutro (FDN), se determinó por el método de Goering y van Soest (1972), por digestión en detergente neutro (Bateman, 1970).
- pH, por medición potenciométrica del extracto (Playne y McDonald, 1966).
- Nitrógeno amoniacal, por determinación directa (Bateman, 1970).

4.7.2. Muestras y análisis de rechazo de los tratamientos.

El método de toma de muestras de los rechazos es similar al realizado para la muestra y análisis de los alimentos. La determinación de la cantidad de ensilaje y paja tratada que conformó los rechazos 2 y 3, se determinó mediante separación manual en base materia seca.

4.7.3. Muestras y análisis de la composición de la leche.

Las muestras de leche para análisis químico se obtuvieron en forma individual en las ordeñas de la mañana y de la tarde, en tres días separados durante la semana de mediciones de cada período.

La determinación de la composición química de la leche se realizó en el Laboratorio de Calidad de Leche de la empresa Cooprinsem, de la ciudad de Osorno.

4.8. DISEÑO EXPERIMENTAL.

El diseño experimental utilizado fue un Cuadrado Latino con tres tratamientos, tres períodos y cuatro cuadrados por tratamiento.

La distribución de las vacas en los grupos se realizó en forma aleatoria y la asignación de los diferentes tratamientos a través de los períodos fue la siguiente:

		PERIODOS		
		I	II	III
Número De La Vaca	1	Tratamiento 1	Tratamiento 3	Tratamiento 2
	2	Tratamiento 2	Tratamiento 1	Tratamiento 3
	3	Tratamiento 3	Tratamiento 2	Tratamiento 1
	4	Tratamiento 1	Tratamiento 3	Tratamiento 2
	5	Tratamiento 2	Tratamiento 1	Tratamiento 3
	6	Tratamiento 3	Tratamiento 2	Tratamiento 1
	7	Tratamiento 1	Tratamiento 3	Tratamiento 2
	8	Tratamiento 2	Tratamiento 1	Tratamiento 3
	9	Tratamiento 3	Tratamiento 2	Tratamiento 1
	10	Tratamiento 1	Tratamiento 3	Tratamiento 2
	11	Tratamiento 2	Tratamiento 1	Tratamiento 3
	12	Tratamiento 3	Tratamiento 2	Tratamiento 1

4.9. ANÁLISIS ESTADÍSTICO.

El análisis estadístico y presentación de los datos de las variables de comportamiento, producción y composición de leche, peso vivo y condición corporal, es mediante una descripción estadística basada en parámetros de posición y dispersión (promedios y desviación estándar).

El método estadístico de análisis de varianza (ANDEVA) se realizó a las siguientes variables estudiadas:

- Variables de Consumo voluntario, se analizó el consumo de materia seca del ensilaje, paja tratada y concentrados (datos del día de la medición del comportamiento). Además, se analizó la tasa de consumo de materia seca del ensilaje, paja y concentrados. Y el consumo de éstos como porcentaje del peso vivo.
- Variables del Comportamiento Ingestivo se analizó el tiempo destinado a comer forraje, comer concentrado, rumiando parada y echada, descansando parada y echada, bebiendo. Además, se analizó el número y duración de los períodos de comida y rumia, y el tamaño de comida. Todas estas variables además fueron analizadas por período diurno y nocturno.
- Variables de producción de leche (promedio de las mediciones de las ordeñas AM y PM de la semana de muestreo de cada período) y la composición de la misma, donde se analizó materia grasa, proteína y urea (promedio de los muestreos AM y PM de la semana de mediciones de cada período).
- Variables de Peso Vivo (dos mediciones diferentes en la semana de muestreo de cada período), Cambio de peso vivo (dato obtenido por regresión lineal de los pesos vivos registrados durante cada período) y Condición corporal (mediciones de la semana de muestreo de cada período).

Los datos de estas variables fueron analizados usando el procedimiento PROC GLM del programa estadístico SAS® (SAS, 1993) mediante el siguiente modelo lineal general:

$$Y_{ijklm} = \mu + T_i + P_j + M_{jk} + TP_{ij} + C_l + e_{ijklm}$$

donde:

Y_{ijklm} = representa la m-ésima medición realizada en el l-ésimo cuadrado el j-ésimo período en el i-ésimo tratamiento el k-ésimo muestreo dentro del j-ésimo período.

μ = media poblacional o intercepto general.

T_i = efecto fijo del i-ésimo tratamiento ($i = 1, 2, 3$).

P_j = efecto fijo del j-ésimo período ($j = 1, 2, 3$).

M_{jk} = efecto fijo de la k-ésimo muestreo anidado en el j-ésimo período ($k = 1, 2$).

TP_{ij} = efecto fijo de la interacción entre el i-ésimo tratamiento y el j-ésimo período.

C_l = efecto fijo del l-ésimo cuadrado. ($l = 1, 2, 3, 4$).

e_{ijklm} = residual aleatorio asociado con la m-ésima medición. $\sim N(0, \sigma^2)$

5. RESULTADOS .

5.1. COMPOSICIÓN QUÍMICA DE LOS ALIMENTOS.

5.1.1. Composición química del ensilaje y paja tratada con NaOH.

En el cuadro 4, se muestran los valores de la composición química promedio del ensilaje de ballica Tama y la paja de trigo tratada con NaOH utilizados en el desarrollo de este estudio. Estos valores fueron obtenidos de los muestreos realizados durante la semana de mediciones de cada período.

Cuadro 4. Composición química promedio del ensilaje de ballica Tama y paja de trigo tratada con NaOH, utilizados en el desarrollo del ensayo.

Componentes	Alimento	
	Ensilaje de Ballica Tama	Paja de trigo tratada con NaOH
Materia Seca , %	18,0	24,2
PH	3,8	-
Composición de la Materia seca		
Proteína cruda, %	11,2	3.4
Energía metabolizable, Mcal/kg MS	2,50	2,26
Fibra cruda, %	33,3	39.4
Fibra detergente neutro, %	58,8	75.1
Cenizas totales, %	8,0	8,0
Nitrógeno amoniacal, % del N total	7,6	-

Se observa en el cuadro anterior, que el ensilaje presenta un menor contenido de materia seca que la paja de trigo tratada con NaOH. Con respecto al contenido energético de los alimentos se destaca los 2,26 Mcal/kg MS de energía metabolizable que presentó la paja de trigo después de ser tratada con NaOH. El porcentaje de nitrógeno amoniacal promedio que presentó el ensilaje fue de 7,6 % y un pH de 3,8.

Con respecto al contenido de fibra, la paja de trigo tratada presentó un contenido mayor de 6,1 unidades porcentuales de fibra cruda y 16,3 unidades de fibra de detergente neutro que el ensilaje de ballica.

5.2. CONSUMOS DE MATERIA SECA.

Los consumos promedios de materia seca de forrajes (ensilaje y paja de trigo tratada con NaOH), mezclas concentradas y consumo total de alimentos expresados

en kg de MS/día, para los distintos tratamientos y los consumos expresados como porcentajes del peso vivo son presentados en el cuadro 5.

Cuadro 5. Consumo total de materia seca, consumo de forrajes, consumo de concentrados, consumo de fibra detergente neutro (FDN) y consumo expresado como porcentaje de peso vivo, según tratamientos.

Variables	Tratamiento 1		Tratamiento 2		Tratamiento 3	
	Prom.	d.e.	Prom.	d.e.	Prom.	d.e.
Consumo de MS, kg MS/d						
Forraje						
Ensilaje	11,8 ^a	1,8	10,2 ^b	1,7	9,5 ^b	0,9
Paja tratada	-	-	2,1 ^a	0,2	2,6 ^b	1,0
Ensilaje + paja tratada	11,8 ^a	1,8	12,3 ^a	1,9	12,0 ^a	1,7
% del peso vivo	2,0 ^a	0,3	2,1 ^a	0,3	2,0 ^a	0,3
Mezclas concentradas						
A + B	6,0 ^a	0,5	6,1 ^a	0,7	6,2 ^a	0,4
% del peso vivo	1,0 ^a	0,1	1,0 ^a	0,1	1,0 ^a	0,1
Forraje + mezclas conc.	17,8 ^a	2,2	18,4 ^a	2,5	18,2 ^a	1,9
% del peso vivo	3,1 ^a	0,4	3,1 ^a	0,1	3,1 ^a	0,3
Consumo de nutrientes, kg/d						
FDN	8,7 ^a	1,2	9,4 ^a	1,4	9,3 ^a	1,2

^{a,b}: letras diferentes en la fila indican diferencias significativas ($p < 0.05$).

El consumo promedio de materia seca total (forrajes + concentrados) entre los tratamientos no presentó diferencias estadísticamente significativas, y los valores fueron de 17,8, 18,4 y 18,2 kg MS/día para los tratamientos 1, 2 y 3, respectivamente.

Los consumos de forrajes (ensilaje + paja tratada) no mostraron diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos, y se obtuvieron consumos de 11,8, 12,3 y 12,0 para los tratamientos 1, 2 y 3. El consumo de las mezclas concentradas entre los tratamientos alcanzó un promedio de 6,1 kg MS para los tres tratamientos.

5.3. Comportamiento ingestivo.

5.3.1. Tiempos de consumos diarios.

El cuadro 6 presenta los tiempos en minutos destinados a consumir los alimentos diariamente, los minutos necesarios para consumir un kg de materia seca,

el número y duración de las comidas realizadas por las vacas en los tres tratamientos, y la separación de las variables en período diurno y nocturno.

Cuadro 6. Tiempos de consumo (minutos) y minutos de consumo por kilo de materia seca ingerida (min/kg MS) de forrajes, mezclas concentradas y consumo total de alimentos realizado por las vacas diariamente, según tratamientos.

Variables	Tratamiento 1		Tratamiento 2		Tratamiento 3	
	Prom.	d.e.	Prom.	d.e.	Prom.	d.e.
Comiendo, min						
Forraje						
Diurno	291,5 ^a	35,0	289,0 ^a	41,1	280,8 ^a	40,8
Nocturno	149,8 ^a	35,8	142,8 ^{ab}	24,4	126,8 ^b	34,0
Diario	441,3 ^a	60,7	431,8 ^{ab}	49,9	407,6 ^b	58,5
Mezclas concentradas						
Total	33,0 ^a	4,9	34,1 ^a	5,4	35,8 ^a	7,9
Forraje + mezclas conc.						
Diurno	324,5 ^a	35,6	323,1 ^a	41,4	316,5 ^a	42,8
Nocturno	149,8 ^a	65,8	142,8 ^{ab}	24,4	126,8 ^b	34,0
Diario	474,3 ^a	60,6	465,9 ^a	50,4	443,3 ^a	62,2
min/kg MS						
Forraje	38,3 ^a	8,7	38,8 ^a	10,3	39,7 ^a	14,0
Mezclas Concentradas	5,5 ^a	1,0	5,6 ^a	1,0	5,8 ^a	1,4
Forraje + mezclas conc.	27,0 ^a	5,3	27,0 ^a	6,0	26,5 ^a	6,3

^{a, b}: letras diferentes en la fila indican diferencias significativas ($p < 0.05$).

Los minutos destinados al consumo de forraje (ensilaje + paja tratada) diariamente son diferentes estadísticamente, diferencia que se produce durante el período nocturno, las vacas en el tratamiento 1 dedicaron un tiempo significativamente mayor al tratamiento 3 pero igual al 2; entre los tratamientos 2 y 3 no hubo diferencias.

Los minutos totales dedicados a comer (forraje + concentrado) durante las 24 horas no presentaron diferencias estadísticamente significativas. Se observa que las horas de consumo durante la noche presentaron diferencias significativas entre tratamientos.

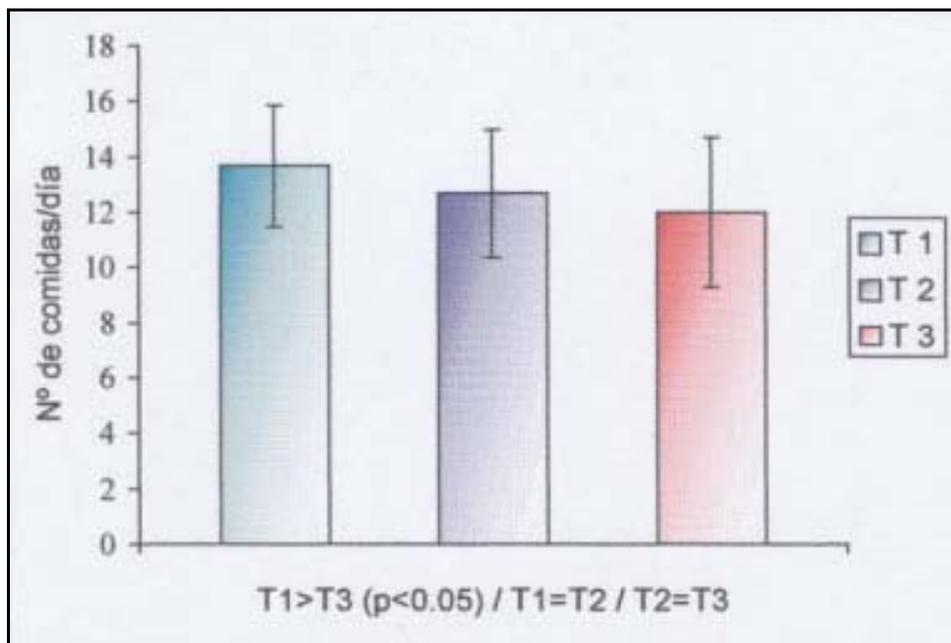


Gráfico 1. Número de comidas realizadas por las vacas durante las 24 horas según tratamientos, expresado como promedio y desviación estándar (anexo 1).

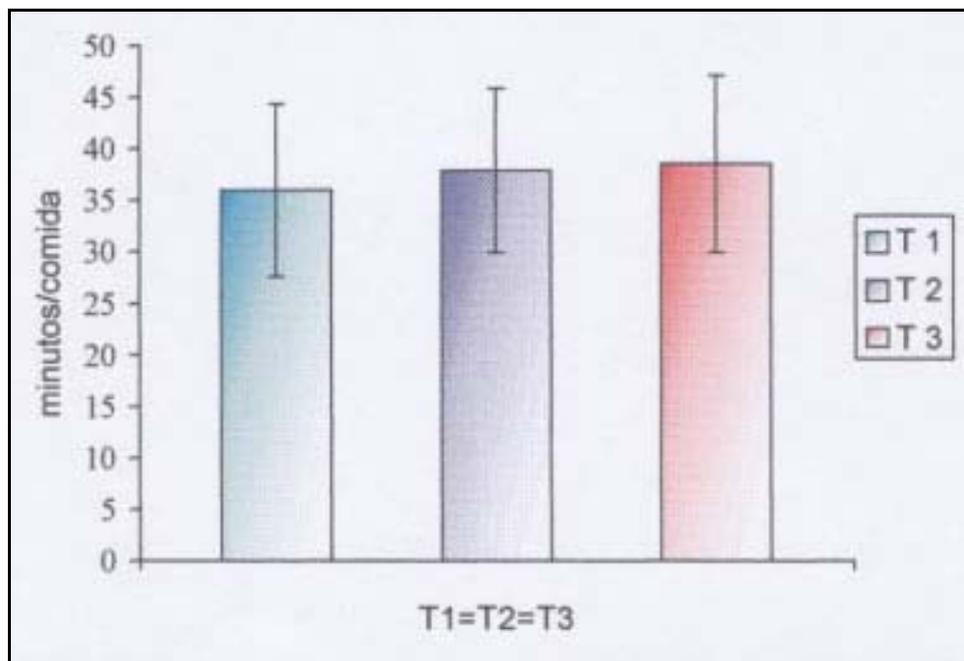


Gráfico 2. Duración de las comidas realizadas por las vacas durante las 24 horas según tratamientos, expresado como promedio y desviación estándar (anexo 1).

5.3.1.1. Tasa de consumo. El cuadro 7 muestra la tasa de consumo (g MS/min) para el consumo de forrajes (ensilaje + paja tratada), concentrados y total de alimentos consumidos por las vacas en los diferentes tratamientos.

Cuadro 7. Tasa de consumo (g MS/min) de forrajes, mezclas concentradas y consumo total de alimentos realizada por las vacas diariamente, según tratamientos.

Variables	Tratamiento 1		Tratamiento 2		Tratamiento 3	
	Prom.	d.e.	Prom.	d.e.	Prom.	d.e.
Tasa de consumo, g MS/min						
Forraje						
Ensilaje + paja tratada	27 ^a	0,5	29 ^a	0,8	30 ^a	0,6
Mezclas concentradas						
A + B	188 ^a	41	185 ^a	37	183 ^a	51
Total						
Forraje + mezclas conc.	38 ^a	0,7	40 ^a	0,9	42 ^a	0,7

^{a,b}: letras diferentes en la fila indican diferencias significativas ($p < 0.05$).

Como se observa en el cuadro anterior no existe diferencias estadísticamente significativas en las tasas de consumo de forrajes, mezclas concentradas y consumo total de alimentos entre tratamientos, con valores promedios de 28 g MS/min, 185 g MS/min y 40 g MS/min, respectivamente.

5.3.1.2. Tamaño de comidas. El gráfico 3, presenta el tamaño de comida promedio para los tres tratamientos.

Se observa que a medida que aumenta el porcentaje de inclusión de paja tratada con NaOH en los tratamientos, aumenta el consumo de MS por comida. Así, el tratamiento con 20 % de inclusión de paja tratada es mayor al tratamiento sin paja en el tamaño de las comidas durante el período diurno y día completo (anexo 2).

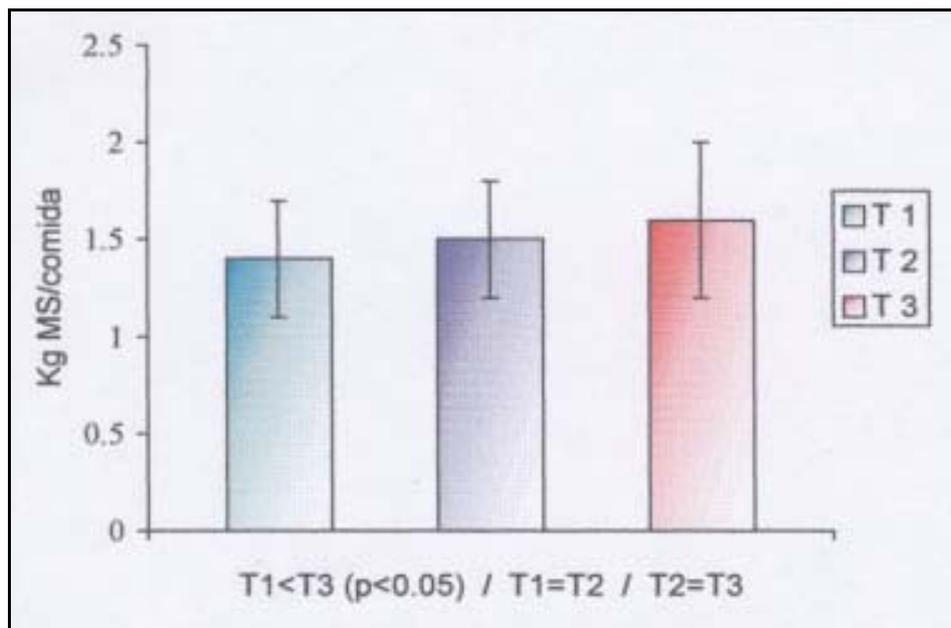


Gráfico 3. Tamaño de las comidas (kg de MS), realizadas por las vacas durante las 24 horas según tratamientos, expresado como promedio y desviación estándar (anexo 2).

5.3.1.3. Ciclos de consumo. En el gráfico 4 se presenta el promedio de la rutina diaria de consumo, para los tratamientos 1, 2 y 3.

Al representar gráficamente la rutina diaria de consumo de las vacas en los distintos tratamientos, se puede apreciar que el comportamiento del consumo de alimentos es cíclico y que no difiere mayormente entre los tres tratamientos.

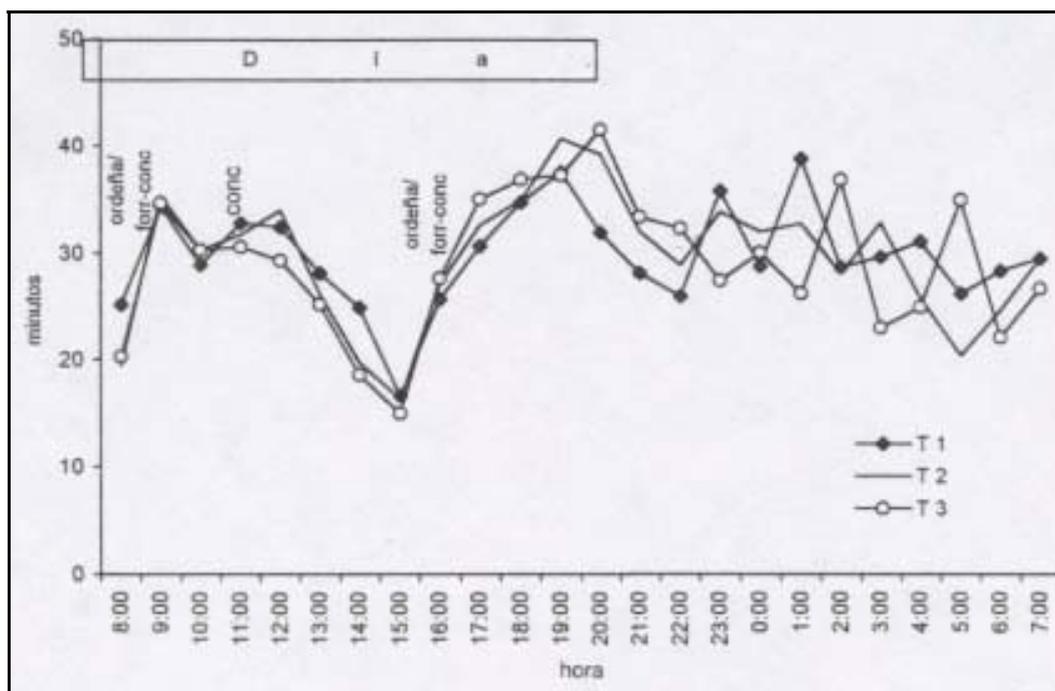


Gráfico 4. Rutina diaria de consumo realizada por las vacas durante las 24 horas, según tratamientos.

5.3.2. Tiempos de rumia diarios.

El cuadro 9 presenta los tiempos en minutos destinados a rumiar, los minutos destinados para rumiar un kg de materia seca, el número y duración de los períodos de rumia para los tres tratamientos. Incluye además la separación del día en período diurno y nocturno.

Cuadro 9. Tiempos de rumia (min) y minutos de rumia por kilo de materia seca total de alimentos ingeridos (min/kg MS) realizado por las vacas diariamente, según tratamientos.

Variables	Tratamiento 1		Tratamiento 2		Tratamiento 3	
	Prom.	d.e.	Prom.	d.e.	Prom.	d.e.
Rumiando, min						
Diurno	220,6 ^a	35,2	231,0 ^a	31,0	217,9 ^a	30,5
Nocturno	301,8 ^a	38,1	314,0 ^a	37,4	330,7 ^b	29,2
Diario	522,4 ^a	44,5	544,9 ^{ab}	47,9	551,5 ^b	40,2
min/kg MS						
Diario	29,6 ^a	3,2	31,1 ^a	4,5	33,0 ^a	6,7

a, b, c: letras diferentes en la fila indican diferencias significativas ($p < 0.05$).

Las vacas en el tratamiento 3 con un 20 % de inclusión de paja tratada, destinan el mayor tiempo diario a rumiar, tiempo que es significativamente mayor al tratamiento 1 (sólo ensilaje de ballica). Esta diferencia se produce, en el período nocturno, donde junto con presentar diferencia con el tratamiento 1, es también significativamente mayor al 2.

En el gráfico 5 se aprecia el número de rumias que realizan las vacas en los distintos tratamientos.

El gráfico 6 muestra la duración de los ciclos de rumia realizados por las vacas bajo los distintos tratamientos. Se observa que el tratamiento 1 presentó una duración promedio significativamente menor ($p < 0,05$), que los tratamiento que consumen paja de trigo tratada, los que no presentan diferencia entre ellos.

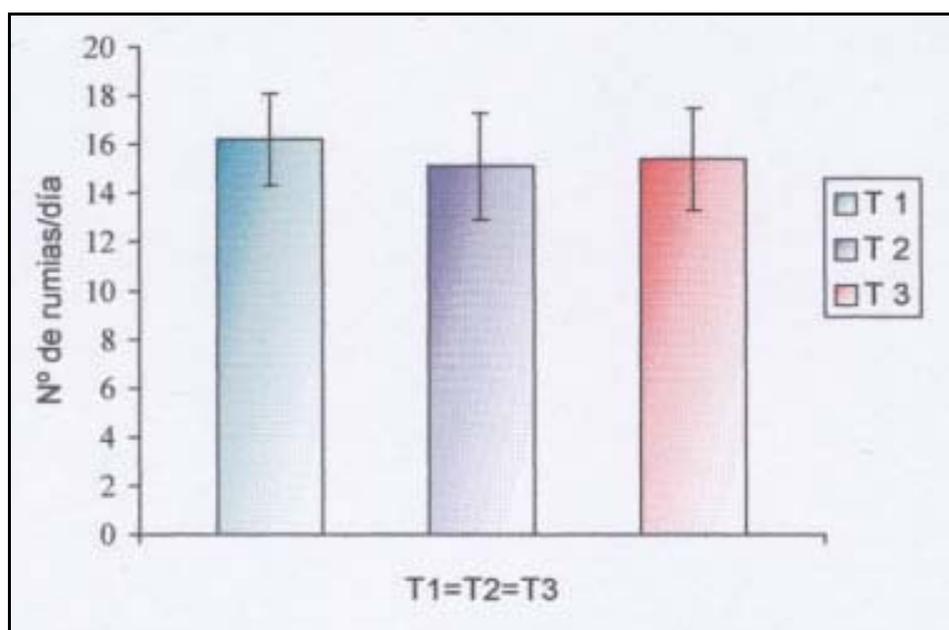


Gráfico 5. Número de rumias realizadas por las vacas durante las 24 horas según tratamientos, expresado como promedio y desviación estándar (anexo 3).

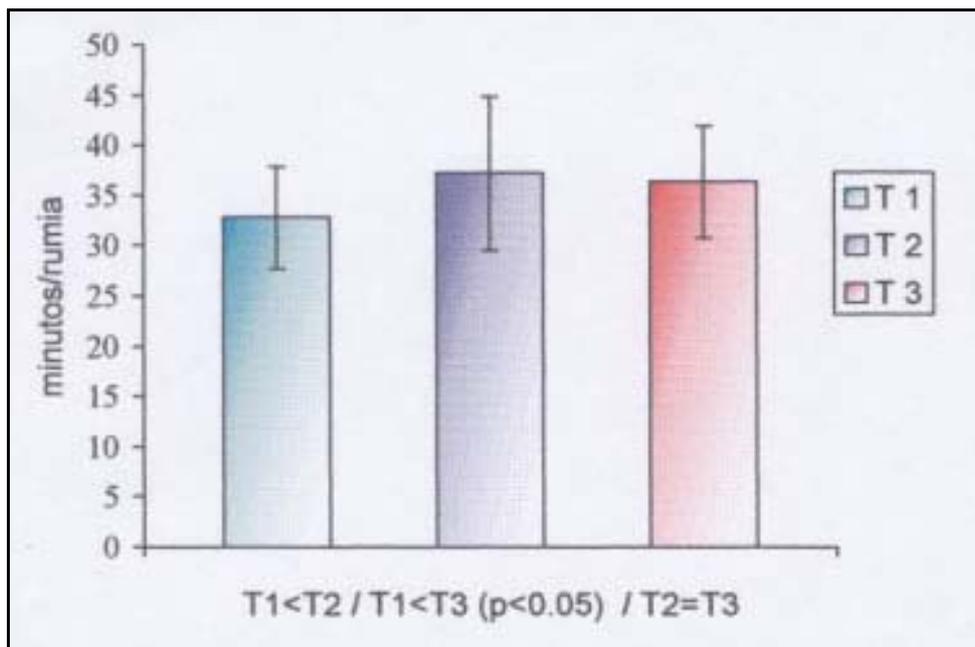


Gráfico 6. Duración de las rumias realizadas por las vacas durante las 24 horas según tratamientos, expresado como promedio y desviación estándar (anexo 3).

5.3.2.1. Ciclos de rumia. En el gráfico 7 se presenta la rutina de rumia que realizan las vacas diariamente en los tratamientos 1, 2 y 3.

Se observa que la rutina diaria de rumia que presentan las vacas en el tratamiento que sólo consumen ensilaje como forraje muestran una similar tendencia a los otros tratamientos, pero presentan un patrón de rumia más constante.

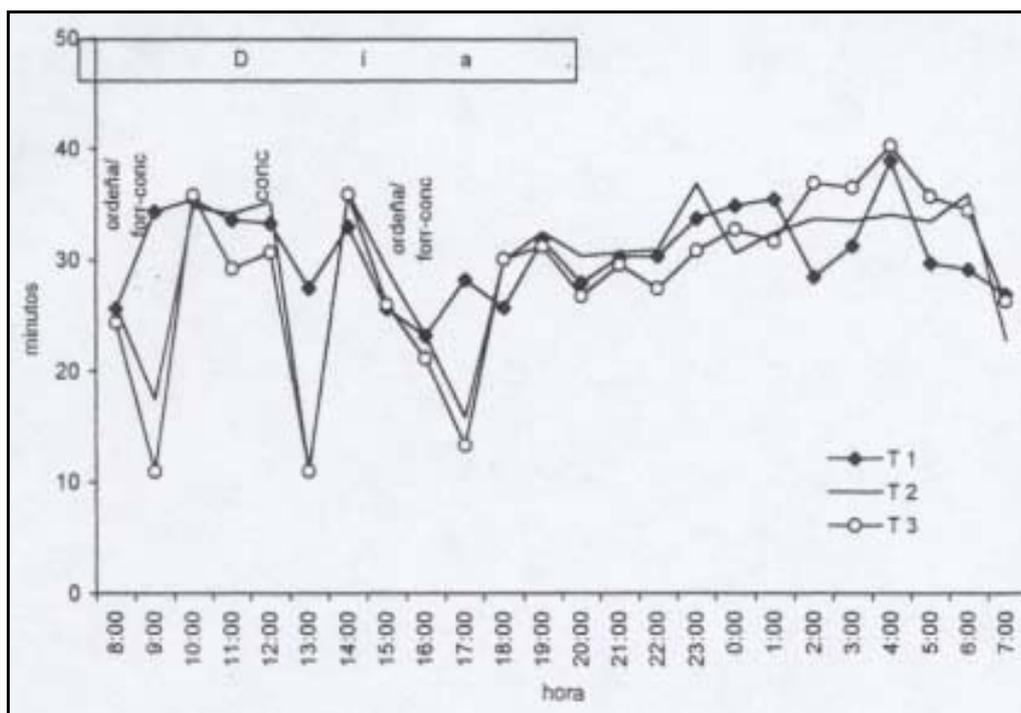


Gráfico 7. Rutina diaria de rumia realizada por las vacas durante las 24 horas, según tratamientos.

5.3.3. Tiempos de masticación diaria.

En el cuadro 10, se presentan los minutos promedio que las vacas dedican a masticar (comiendo + rumiando) diariamente los alimentos, en los distintos tratamientos.

Cuadro 10. Tiempos de actividad masticatoria (min) y minutos de masticación por kilo de materia seca total de alimentos ingeridos (min/kg MS) realizado por las vacas diariamente, según tratamientos.

Variables	Tratamiento 1		Tratamiento 2		Tratamiento 3	
	Prom.	d.e.	Prom.	d.e.	Prom.	d.e.
Tiempo de masticación, min						
Diurno	545,2 ^a	48,4	554,1 ^a	34,7	534,4 ^a	54,5
Nocturno	451,6 ^a	24,2	456,8 ^a	30,7	460,5 ^a	27,2
Diario	996,8 ^a	50,8	1010,8 ^a	36,4	994,9 ^a	62,4
min/kg MS	56,6 ^a	6,7	55,9 ^a	7,5	55,2 ^a	6,0

^{a, b} : letras diferentes en la fila indican diferencias significativas ($p < 0.05$).

Como se observa en el cuadro anterior, no existen diferencias estadísticamente significativas en los minutos destinados a masticar los alimentos diariamente entre tratamientos. En general, los tres tratamientos dedicaron a masticar en promedio 1000 min al día.

5.4. Producción y composición de leche.

En el cuadro 11 muestra la producción de leche (litros/día), el peso vivo y la condición corporal, que presentaron las vacas al inicio de cada tratamiento.

Cuadro 11. Producción de leche, peso vivo y condición corporal al inicio de los tratamientos.

Variables	Tratamiento 1		Tratamiento 2		Tratamiento 3	
	Prom.	d.e.	Prom.	d.e.	Prom.	d.e.
Producción, L/d						
Leche ⁴	22,3 ^a	3,2	21,5 ^a	2,0	22,5 ^a	3,4
Peso vivo ⁴ , kg	584 ^a	40	592 ^a	43	591 ^a	43
Condición corporal ⁴ , (1-5)	2,68 ^a	0,3	2,70 ^a	0,4	2,63 ^a	0,3

^{a, b, c}: letras diferentes en la fila indican diferencias significativas ($p < 0.05$).

El cuadro 12 presenta el efecto de los diferentes tratamientos sobre la producción de leche real y estandarizada. Porcentaje de materia grasa, proteína y el cambio de peso vivo y condición corporal de las vacas.

Cuadro 12. Efecto sobre la producción y composición de la leche, peso vivo y variación de peso vivo, según tratamientos.

Variables	Tratamiento 1		Tratamiento 2		Tratamiento 3	
	Prom.	d.e.	Prom.	d.e.	Prom.	d.e.
Producción, L/d						
Leche real ⁵	23,2 ^a	2,9	22,4 ^b	2,6	21,4 ^c	2,7
Leche estandarizada ⁶	24,2 ^a	2,8	23,7 ^b	2,4	22,4 ^c	2,5
Composición de la leche, %						
Materia grasa	4,30 ^a	0,27	4,32 ^a	0,34	4,29 ^a	0,31
Proteína	3,10 ^a	0,20	3,11 ^a	0,20	3,07 ^a	0,24

⁴ representa la medición realizada el primer día de cada período.

⁵ representa el promedio de los controles de leche diarios de la semana de muestreo.

⁶ leche estandarizada al 4 % materia grasa, según la siguiente fórmula (0.4 Leche total + 15 grasa total)

Peso vivo ⁷ , kg	586 ^a	41	584 ^a	40	593 ^a	41
Cambio peso ⁸ , kg/día	0,18 ^a	0,41	-0,09 ^a	0,61	-0,05 ^a	0,65
Condición corporal ⁹ , (1-5)	2,45 ^a	0,38	2,62 ^b	0,27	2,77 ^c	0,36

^{a, b, c} letras diferentes en la fila indican diferencias significativas ($p < 0.05$).

La producción de leche diaria real y estandarizada disminuyó significativamente al aumentar los niveles de inclusión de paja en la dieta. Los porcentajes de grasa y proteína en la leche no fueron afectados significativamente.

Sólo las vacas en el tratamiento 1 (sin inclusión de paja) presentaron una tendencia a aumentar de peso.

⁷ representa dos mediciones de peso vivo, no en días continuos realizadas la semana experimental.

⁸ representa el cambio de peso durante los 21 días de cada período.

⁹ representa dos mediciones de condición corporal realizadas la semana experimental.

6. DISCUSION.

En este capítulo se discuten los resultados obtenidos durante el desarrollo del ensayo, de acuerdo al objetivo de evaluar el efecto del reemplazo de ensilaje de ballica por paja tratada con NaOH al 3 % p/p en un 10 o 20 % de la materia seca ofrecida, sobre el comportamiento ingestivo de vacas en lactancia estabuladas. Primeramente, se analizará los resultados de la composición química de los alimentos utilizados para el desarrollo del estudio y el consumo de ellos por parte de las vacas en los distintos tratamientos. Posteriormente, se discuten las variables del comportamiento ingestivo de acuerdo al objetivo de este estudio, como son los minutos destinados diariamente a comer, rumiar y masticar, el número y duración de los períodos de comida y rumia, la tasa de consumo y el tamaño de las comidas.

6.1. COMPOSICIÓN QUÍMICA DE LOS ALIMENTOS.

En el cuadro 4 se detalla la composición química del ensilaje utilizado en el ensayo. Los valores corresponden a promedios de las muestras compuestas de los distintos muestreos realizados durante las semanas de mediciones.

En general, los ensilajes de Ballica Tama del Sur de Chile, de corte directo presentan en promedio valores de 19,1 % de materia seca (MS), 12,1 % proteína cruda (PC) y valores de energía metabolizable de 2,41 Mcal/kg (0,18 d.e.) (Anrique y col., 1995).

El ensilaje utilizado durante el experimento presentó un 18,0 % de MS valor que es bajo, comparado con lo reportado por Anrique y col. (1995). Con respecto al contenido energético del ensilaje, éste presentó 2,50 Mcal/kg MS de energía metabolizable. Este buen contenido energético, para este tipo de alimento, es atribuido principalmente al uso de un aditivo absorbente durante su confección, basado en coseta seca que incluye adicionalmente melaza; el cual según estudios realizados por González (1991), González (1994), Elizalde y col. (1996) y Quintana (1998), producirían un efecto positivo sobre la fermentación al aplicarlo en ensilajes de corte directo.

El porcentaje de fibra cruda concuerda con el 33 % promedio que presentan los ensilajes de ballica Tama en el sur de Chile (Anrique y col., 1995), no así el porcentaje de fibra detergente neutro, el cual sobrepasa el valor medio de 40,7 %. Anrique y col. (1996), atribuyen un mayor nivel de fibra detergente neutro en los forrajes ensilados por la transformación de carbohidratos solubles en gases y por la pérdida de componentes no fibrosos en los efluentes, durante el proceso fermentativo.

Erdman (1988), destaca que la ingesta de un forraje en fresco es generalmente mayor que la ingesta del mismo forraje ensilado, y el proceso de ensilado reduciría el consumo desde un 4 % a un 50 %. Entre los factores que producen este efecto, menciona el contenido de materia seca, pH, aminos, amonio y la estructura física del forraje ensilado.

Durante el proceso de fermentación del ensilaje, se produce una proteólisis de la fracción proteica de los forrajes, debido a la acción de enzimas de las plantas y de microorganismos, lo que resulta en un aumento del nitrógeno no proteico (NNP). Para indicar el grado de destrucción de la proteína del ensilaje se utiliza el contenido de N amoniacal (N-NH₃) (Huhtanen, 1993).

Cañas (1998), señala que en un ensilaje de alta calidad, el porcentaje de nitrógeno amoniacal debería ser menor a 10 % del nitrógeno total y un pH máximo de 4,2. Con estas características, según Erdman (1988), y Thomas y Fisher (1991), no se afectaría el consumo potencial de ensilaje. El pH de 3,8 y el contenido de nitrógeno amoniacal de 7,6 que presentó el ensilaje utilizado en el ensayo, se encuentran dentro de los rangos aceptables para no afectar el consumo de ensilaje.

Cuando se utiliza el ensilaje como el alimento base de la dieta, se debe considerar la alta degradabilidad ruminal de la proteína, por ello se deben suministrar fuentes proteicas de baja degradabilidad. Para este fin, se han utilizado harina de pescado, de carne y hueso y afrecho de soya (Huhtanen, 1993; Salcedo, 1998).

La composición nutricional de la paja tratada es presentada también en el cuadro 4, los valores corresponden a promedios de los distintos muestreos realizados durante las semanas de mediciones.

Para evaluar el efecto del tratamiento con NaOH sobre la composición química de la paja de trigo, se comparó con los valores que presenta la paja utilizada en el ensayo previo al tratamiento (cuadro 2). Se encontró que la solución al 3 % p/p de NaOH por 24 horas produce un aumento del contenido de humedad, proteína y energía metabolizable, y una disminución de la fibra detergente neutro.

En los estudios realizados por Gánale y col. (1990), y Haddad y col. (1995), quienes al evaluar los efectos de los tratamientos alcalinos sobre la composición química de las pajas, han demostrado aumentos significativos en la digestibilidad. Los resultados obtenidos en este ensayo coinciden con este efecto, que se reflejó en el contenido de energía metabolizable la que aumentó 1,75 Mcal/kg MS a 2,26 Mcal/kg MS.

Cañas (1998), describe el mecanismo por medio del cual los álcalis destruyen la pared celular, rompiendo los enlaces de la hemicelulosa, lignina y sílice, hidrolizando los esteres de ácido acético y úronico e hinchando la celulosa debido al

debilitamiento de los enlaces de hidrógeno inter-moleculares, lo que permite la unión de las moléculas de celulosa. Al debilitarse estos enlaces se aumenta la liberación de carbohidratos y nitrógeno, provocando por consiguiente un aumento de la digestibilidad del residuo.

Los estudios de Egaña (1980), y Fahey y Berger (1988), al evaluar el efecto de los tratamientos alcalinos sobre la composición química de las pajas, han demostrado que el principal cambio es la solubilización de la hemicelulosa, ya que el contenido de celulosa y lignina se mantiene relativamente constante. En este estudio hubo una reducción del 12 % en el porcentaje de fibra detergente neutro.

6.2. CONSUMO DE MATERIA SECA.

Los consumos de alimentos realizados por las vacas en los distintos tratamientos, son presentados en el cuadro 5 en la forma de kg MS/día y como porcentaje del peso vivo. El consumo de forrajes diario (ensilaje más paja tratada) corresponde al máximo consumo que realizaron las vacas con una disponibilidad ad libitum durante 20 horas.

La cantidad de ensilaje consumido disminuye significativamente al incluir paja tratada en la ración, pero no obstante el consumo total de forrajes (ensilaje más paja tratada), dependiendo del tratamiento es similar. Por lo tanto, la mayor proporción de paja tratada reemplazó el consumo de ensilaje.

Anrique (1985), señala que no se debe esperar un consumo mayor a 1,8 - 2,0 % del peso vivo en ensilaje, expresado en kg de materia seca, valores que coinciden con los resultados de Rae y col. (1987), quienes obtuvieron un consumo voluntario del 2,2 % del peso vivo al alimentar vacas lecheras a mitad de lactancia con ensilaje de corte directo. Los animales bajo los distintos tratamientos presentaron un porcentaje similar, que alcanzó al 2,0 % para el consumo de forrajes (ensilaje + paja tratada), 1,0 % para las mezclas concentradas y un 3,1 % para el consumo total, que es normal para vacas lecheras en este estado de lactancia.

La relación forraje:concentrado de 70:30, para los tres tratamientos provocó que las mezclas concentradas se ofrecieran en cantidades fijas para mantener la relación, lo que determinó un consumo similar en los tres tratamientos.

Webster (1993), señala que en confinamiento el consumo está regulado fundamentalmente por la digestibilidad del forraje y por el potencial de consumo del animal, lo que determina una relación lineal entre digestibilidad y consumo. Al respecto Ruiz (1996), agrega que el estado de madurez de las plantas produce un aumento en el contenido de los componentes estructurales o pared celular, los que reducen la digestibilidad. Se esperaría, que adicionar un alimento más fibroso, produzca un exceso de fibra que limitaría el consumo, debido a que existe una

correlación negativa entre el contenido de fibra detergente neutro y el consumo de materia seca (Cañas, 1998).

En este estudio, el consumo total de materia seca no fue afectado al adicionar paja tratada en la dieta. Los consumos realizados por las vacas fueron de 17,8, 18,4 y 18,2 kg MS para los tres tratamientos. Este similar consumo es explicado, en parte, porque el consumo real de paja tratada para los tratamientos 2 y 3 fue de un 11,4 % y 14,3 % del total de MS ingerida, que determinó que el consumo de fibra detergente neutro (FDN) no aumentara significativamente ($p > 0,05$) con respecto al tratamiento 1 que no contenía paja tratada, los valores fueron de 8,7, 9,4 y 9,3 kilogramos para los tres tratamientos, respectivamente.

Los resultados anteriores, coinciden con un estudio de similares características a éste realizado por Haddad y col. (1998), quienes encontraron similares ingestas de materia seca en vacas Holstein Friesian en el segundo tercio de lactancia, (22,0 y 22,8 kg MS), con dietas que contenían 0 y 20 % base MS de paja tratada con 3 % NaOH y 3 % $\text{Ca}(\text{OH})_2$, y consumos de FDN de 7,4 y 8,4 kg.

6.3. COMPORTAMIENTO INGESTIVO.

6.3.1. Tiempo de consumo.

Los tiempos promedios expresados en minutos, dedicados al consumo diario de los alimentos por parte de las vacas, en los distintos tratamientos, son presentados en el cuadro 6.

Se observa que a medida que aumenta el porcentaje de inclusión de paja tratada en la ración, disminuye significativamente ($p < 0,05$) el tiempo dedicado al consumo de forrajes durante el día, desde 441,3 min del tratamiento 1 (sin inclusión de paja) a 407,6 min para el tratamiento 3 (con 20 % de inclusión de paja tratada), diferencia que se presentó durante el período nocturno. Esta tendencia coincide con resultados obtenidos por Bae y col. (1981), Welch y Hooper (1988), De Boever y col. (1993), Teller y col. (1993) y Chermiti y col. (1994), los que señalan que con dietas con alta fibra los animales destinan menos tiempo a comer debido principalmente a los altos requerimientos de rumia.

Los resultados de este estudio, no presentaron diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos con respecto a los minutos destinados a comer por kg de materia seca ingerida (min/kg MS ingerida) de forraje, mezclas concentradas y el total de alimentos, resultados que fueron en promedio para los tres tratamientos de 38,9, 5,6 y 26,8 min/kg MS, respectivamente.

El estudio realizado por De Boever y col. (1993), para evaluar la estructura física de ensilaje de pradera por medio de mediciones del comportamiento ingestivo de vacas en lactancia, encontró que al alimentar con ensilajes de corte directo, con

19,5 % de MS y, 26,8 % y 48,3 % de fibra cruda y fibra detergente neutro, respectivamente, las vacas destinaron a comer 30,4 min/kg MS ingerida. Al comparar los 38,9 minutos destinados a comer forrajes/kg MS en promedio para los tres tratamientos en este estudio, (cuadro 6) vemos que es mayor, lo que se explicaría por los mayores niveles de fibra cruda y FDN que presentan el ensilaje y paja tratada en este experimento.

Múltiples estudios conducidos por Tañida y col. (1984); Beauchemin y col. (1990); Dürst y col. (1993) y Deswysen y col. (1993), han incluido dentro de sus trabajos, observaciones del comportamiento ingestivo en bovinos. Estos estudios coinciden con este trabajo en la distribución del tiempo dedicado al consumo durante el día, que se aprecia en el cuadro 6 y gráfico 4, donde el consumo se produce preferentemente durante las horas de luz. En promedio para los tres tratamientos, un 67 % del tiempo diario destinado al consumo de forrajes, se realiza durante el período diurno.

Los alimentos ácidos, como los ensilajes, son consumidos rápidamente y en comidas más cortas; se sugiere que receptores en el rumen o boca inhiben el largo de las comidas (Welch y Hooper, 1988; Albright, 1993 y Phillips, 1993).

En relación al número y duración de las comidas diarias realizadas por las vacas, Dado y Alien (1994), alimentando vaquillas y vacas Holstein Friesian a inicio de lactancia, con dietas basadas en ensilajes de alfalfa y maíz, encontraron que las vaquillas realizaban un promedio de 11,3 ciclos o períodos de consumo al día y duración de 25,9 minutos, al contrario, las vacas multíparas realizaban menos comidas (promedio 10,8) y de mayor duración (promedio 31,1 min). Estos resultados demuestran que el tamaño corporal determina la capacidad ruminal, debido a que las comidas terminan una vez que existe cierto nivel de repleción de las paredes del rumen. A partir de los datos presentados en los gráficos 1 y 2, podemos concluir que el número de comidas diarias realizadas por las vacas, se ve afectado por la inclusión de paja tratada en la dieta. Se observa que las vacas sin inclusión de paja tratada en la dieta (tratamiento 1), realizaron 13,7 comidas en promedio, las que fueron 1 y 1,7 vez más que en los tratamientos con 10 y 20 % de paja tratada incluida en la dieta, estas diferencias fueron estadísticamente significativas entre los tratamientos 1 y 3, no hay diferencia significativa entre el 2 y 3. La duración de los períodos de comida no tuvo diferencia estadísticamente significativa entre tratamientos y el promedio fue de 37,5 minutos.

La rutina diaria de consumo que realizan las vacas en los distintos tratamientos, es presentada en el gráfico 4. En general, los tres tratamientos presentan similar comportamiento. Se aprecia que durante el período diurno, se producen dos ciclos largos de consumo, el primero se inicia al amanecer y abarca toda la mañana y hasta el ordeño de la tarde. En este ciclo se presenta un pico de consumo cerca de las 12:00 horas, el que coincide con la oferta de concentrado, El segundo ciclo de consumo, de mayor amplitud que el anterior, se produce desde el

ordeño de la tarde hasta el anochecer. Durante la noche se producen tres períodos cortos de consumo. Estos resultados concuerdan con Albright (1993), quien señala que los animales confinados prefieren alimentos frescos y suelen iniciar las comidas más abundantes, cuando se distribuye alimento nuevo delante de los mismos, actitud similar mostraron las vacas en este ensayo.

Phillips (1993), señala que las vacas lecheras son consumidoras diurnas, particularmente por la mañana temprano y durante el crepúsculo, mostrando un patrón de alimentación cíclico durante el día. Al respecto Fernández (1999), al estudiar el comportamiento ingestivo en vacas en pastoreo, concluye que los períodos de pastoreo más intensos se presentan inmediatamente después de las ordeñas, tendencia similar se presentó en este ensayo.

Phillips (1993), observó que las vacas en pastoreo realizan 3 a 4 ciclos o períodos principales de pastoreo, dos entre las ordeñas, otro de mayor intensidad después de la ordeña de la tarde y un período pequeño durante la noche. Bajo las condiciones de estabulación en que se realizó este experimento, podemos decir que los resultados coinciden en parte con esta tendencia, en este caso las vacas de los tres tratamientos presentaron 3 pequeños períodos o ciclos de consumo durante la noche.

6.3.2. Tasas de consumo y tamaño de las comidas.

El cuadro 7 muestra las tasa de consumo expresada en gramos de materia seca consumida por minuto (g MS/min), se aprecia que no existieron diferencias en la tasa de consumo de los forrajes al adicionar un 10 o 20 % de paja tratada en la dieta. La velocidad de consumo para los tres tratamientos fue de 29 g MS/min para los forrajes y de 185 g MS/min para los concentrados, ésta tasa es 6,5 veces mayor que la de forrajes. Al respecto, Monta y col. (1996), señalaron que los forrajes conservados, como los ensilajes, al poseer más fibra, requieren más tiempo de masticación que los concentrados, por lo tanto, presentarían una menor tasa de consumo.

Según Dürst y col. (1993), diferentes tamaños de las comidas (kg de materia seca/comida) pueden ser relacionados con diferentes tasas de ingesta, porque pequeñas tasas son asociadas generalmente con pequeñas comidas. Los tamaños de comida obtenidos en este ensayo son mostrados en el gráfico 3. Se observa que al aumentar el porcentaje de inclusión de paja tratada en la ración, aumenta el tamaño de las comidas, aumento que es estadísticamente significativo sólo entre el tratamiento 1 y 3, en el cual las vacas aumentan de 1,4 a 1,6 kg MS/comida. Este aumento significativo se explicaría porque vacas en el tratamiento con 20 % de paja tratada incluida en la dieta (tratamiento 3) presentaron una mayor duración de las comidas y una mayor tasa de consumo. Al respecto Phillips (1993), expresa que los alimentos conservados, como los ensilajes, usualmente son consumidos más rápido y en grandes bocados lo que genera una alta tasa de ingesta.

6.3.3. Tiempos de rumia.

Los tiempos promedios expresados en minutos, dedicados a rumiar diariamente por las vacas en los distintos tratamientos, se presentan en el cuadro 9.

La principal función de la rumia señalada por Phillips (1993), es destruir la pared celular para liberar la parte soluble de las células y exponer las paredes a la digestión microbiana ruminal. Welch y Hooper (1988), señalan que el componente del forraje más íntimamente relacionado con el tiempo destinado a la rumia es la fibra detergente neutro.

Los estudios realizados por Bae y col. (1981), Welch y Hooper (1988), Teller y col. (1993), y Chermiti y col. (1994), han demostrado que vacas consumiendo dietas con alta fibra tienen altos requerimientos de rumia. En el cuadro 9, se observa que a medida que aumenta el porcentaje de inclusión de paja tratada en la ración, aumenta el tiempo dedicado a la rumia diariamente, diferencia que es estadísticamente significativa entre el tratamiento sin inclusión y el con 20 % de paja tratada en la dieta. Estos mayores requerimientos de rumia por las vacas en el tratamiento 3, se presentan durante el período nocturno, aquí las vacas con un 20 % de inclusión de paja tratada en la ración, dedicaron significativamente ($p < 0,05$) más tiempo a rumiar que en los tratamientos 1 y 2, pero las vacas en el tratamiento 2, realizaron una compensación durante el período diurno.

Teller y col. (1993), señalan que vacas en lactancia alimentadas con ensilaje de pradera de corte directo y premarchitado, dedicaron a rumiar 385 y 524 minutos al día, respectivamente. El resultado obtenido para las vacas en este experimento coinciden con el valor más alto reportado por Teller y col. (1993).

En general, se describe que el tiempo de rumia diaria varía entre 4 a 9 horas (Hafez y Schein, 1962). Las vacas en los 3 tratamientos de este estudio, dedicaron a rumiar diariamente 8,9 horas en promedio.

De Boever y col. (1993), describen que vacas en lactancia y alimentadas con ensilaje de corte directo como único alimento, con un contenido de 19,5% de materia seca y, 26,8 % y 48,3 % de fibra cruda y fibra detergente neutro, respectivamente, destinaron a rumiar 49,9 min/kg MS ingerida (43,0 - 61,9 min/kg MS). Estos valores son muy superiores a los 29,6, 31,1 y 33,0 min/kg MS obtenidos en este ensayo. Esto se podría explicar porque en este ensayo la ración contenía un 30 % de concentrado que disminuye estos promedios, al requerir menos minutos de rumia por kg de materia seca ingerida (Sauvant y col., 1995).

Los gráficos 5 y 6 muestran el número y duración de los períodos de rumia realizados por las vacas en los distintos tratamientos. El número de rumias promedio de los tres tratamientos fue de 15,5 y no presentó diferencias estadísticamente significativas ($p < 0,05$). Con respecto a la duración, los tratamientos con una mayor inclusión de paja tienen períodos de rumia significativamente ($p < 0,05$) más largos (37,2 y 36,4 minutos) que el tratamiento que no contiene paja (32,8 minutos). Los

patrones de rumia son influenciados por factores ambientales como la alimentación. Al respecto, Dado y Alien (1995), agregan que la fibra detergente neutro (FDN) adicional o voluminosos inertes, incrementan el número de rumias por día, el tiempo de masticación por unidad de ingesta de materia seca o FDN, la frecuencia de las contracciones reticulares durante la rumia y la tasa de pasaje de FDN desde el rumen.

Dado y Allen (1994), midieron el número y duración de los períodos de rumia en vacas Holstein primíparas y multíparas, alimentadas con dietas basadas en ensilajes de alfalfa y maíz, y encontraron que las vaquillas realizaron en promedio de 15,4 ciclos de rumia al día, con una duración de 29,7 minutos y las multíparas realizaron en promedio 12,9 períodos de rumia pero de una mayor duración (36,0 minutos). Al comparar estos datos con los resultados obtenidos en este ensayo, encontramos que las vacas en los tres tratamientos realizaron un número mayor de rumias (15,1-16,2) y de una duración similar a las vacas multíparas (32,8-37,2 minutos).

En una revisión de los patrones de rumia en vacas lecheras, realizada por Beauchemin y col. (1990), señalan que la rumia a través del día se presenta cíclicamente y que la gran porción de rumia diaria ocurre durante la noche, aunque también se presentan distintos períodos de rumia durante el día. Esta apreciación coincide con los resultados de este ensayo, ya que en promedio el 59 % del tiempo total de rumia diaria ocurrió durante la noche.

Al observar la gráfica de la rutina diaria de rumia en los distintos tratamientos (gráfico 7)/se puede apreciar que la curva de rumia de los tratamientos 2 y 3 que consumen paja de trigo tratada, durante el período diurno, presentan dos ciclos de rumia principalmente. En general, ambos muestran un bajo nivel de rumia durante las primeras horas de la mañana, para luego iniciar un largo período y de mayor intensidad, el que termina a las 13:00 h. Un segundo ciclo de rumia, se realizó en plena tarde, y comienza a disminuir hacia el final de la tarde y en el anochecer, otro ciclo comienza a aumentar hasta convertirse en una actividad preponderante durante la noche. En general, se observa que la rumia se inicia siempre después de realizada la ingestión de alimentos. La curva de rumia que presentan las vacas que consumen como alimento voluminoso, ensilaje de ballica solamente (tratamiento 1), presenta una similar tendencia a los tratamientos que consumen paja, sin embargo, se aprecia que durante el período diurno el nivel de rumia es alto y constante, lo que se mantiene durante las 24 h.

Seth y col. (1974), señalan que los ciclos de rumia ocurren inmediatamente después o entre los períodos de comida, lo que concuerda con los resultados obtenidos en este estudio, con lo cual la vaca puede tamponar los productos de la fermentación producidos después de las comidas, por los incrementos en la salivación durante la rumia.

6.3.4. Tiempos de masticación.

Varios autores han demostrado la importancia de la actividad masticatoria en los rumiantes. Bailey y Balch (1961), señalan que la actividad de comer y rumiar estimula la secreción de saliva y así incrementa la capacidad buffer del fluido ruminal. Chesson y col. (1995), destacan la importancia de la actividad masticatoria, en especial la que se realiza durante la rumia, en la reducción del tamaño de las partículas para que estas puedan abandonar el retículo rumen.

En el cuadro 10, se aprecia que el tiempo de masticación diaria no fue diferente estadísticamente ($p < 0,05$) entre los tratamientos. En general, los tres tratamientos dedicaron a masticar en promedio 1000 min al día, lo que representa un 69 % del día completo.

Entre los reportes de la literatura, con respecto al total de minutos que las vacas destinan a masticar diariamente, encontramos el de Teller y col. (1993), quienes reportaron que vaquillas y vacas Holstein multíparas al inicio de lactancia y alimentadas con ensilaje de pradera de corte directo y premarchito, masticaban entre 901 y 1022 minutos al día. En otro estudio realizado Chermity y col. (1994), para evaluar el efecto del tratamiento de paja con amonio y urea sobre el comportamiento masticatorio en vacas en el período seco, se obtuvo los siguientes resultados para la actividad masticatoria al alimentar con paja sin tratamiento (939 minutos), paja tratada con amonio (819 minutos) y para la paja tratada con urea (841 minutos), siendo esta reducción estadísticamente significativa. Dado y Alien (1994), al alimentar vacas Holstein primíparas y multíparas a inicio de lactancia, con dietas basadas en ensilajes de alfalfa y maíz, encontraron que las vaquillas masticaron durante 738 minutos y las multíparas 774 minutos en promedio.

Según lo anterior, el tiempo de masticación diario pareciera tener un límite máximo de tiempo de aproximadamente 15-17 horas (900 - 1020 min). Los resultados de este estudio se encuentran dentro de este margen con tiempos promedios de 997, 1011 y 995 minutos, los que no fueron diferentes significativamente ($p > 0,05$) para los tratamientos 1, 2 y 3, respectivamente (cuadro 10).

Si consideramos que la masticación es el factor determinante de la secreción de saliva y, por lo tanto, de la recirculación de buffer y control de la acidez del líquido ruminal y que necesita ser estimulada principalmente por la fibra de la dieta. Se ha propuesto por autores como Teller y col. (1993), De Boever y col. (1993), y Sauvant y col. (1995), evaluar las propiedades físicas o fibrosidad de la ración, como un índice de fibrosidad (IF), que es definido como el tiempo destinado a comer y rumiar por kg de materia seca ingerida (min masticando/kg de MS ingerida). La importancia de este índice, como señalan Sauvant y col. (1995), radica en que es un parámetro relevante para predecir acidificación ruminal, producción de ácidos grasos volátiles, utilización de metabolitos como nutrientes y el contenido de grasa de la leche.

Al analizar los resultados obtenidos en este ensayo, para las variables minutos comiendo, minutos rumiando y minutos masticando por kg de materia seca ingerida, están incluidos en los cuadros 6, 9 y 10, respectivamente. Se observa que para las actividades comiendo y rumiando existe una tendencia a aumentar, a medida que se incluye paja tratada en la dieta, pero esta diferencia no es estadísticamente significativa ($p > 0,05$). Si consideramos que este índice depende íntimamente de la calidad del forraje y en especial de la fibra detergente neutro, se esperaría que al adicionar paja de cereales existiría un aumento en los minutos dedicados a cada actividad por unidad de materia seca ingerida, por lo tanto, con los consumos de 8,7, 9,4 y 9,3 kg de FDN alcanzados en este ensayo, no aumento el índice de fibrosidad.

6.4. PRODUCCIÓN Y COMPOSICIÓN DE LECHE.

Al analizar el efecto de la inclusión de paja tratada con hidróxido de sodio sobre la producción de leche (cuadro 12), y compararla con los valores que presentaban las vacas al inicio de cada tratamiento (cuadro 11), se observa que las vacas que consumen sólo ensilaje como voluminoso producen significativamente más leche que los tratamientos 2 y 3, que incluyen paja tratada en la dieta. El consumo de paja tratada con hidróxido de sodio al 3 % p/p, en un máximo de 14,3 % del total de consumo de materia seca, produjo una disminución en la producción de leche, desde 22,5 litros a 21,4 litros al día.

Haddad y col. (1998), evaluó el efecto sobre el consumo y producción de leche en vacas Holstein Friesian en el segundo tercio de lactancia, al ofrecer dietas que contenían 0 y 20 % base materia seca de paja tratada con 3 % NaOH y 3 % $\text{Ca}(\text{OH})_2$. No encontraron diferencias estadísticamente significativas en la ingesta de materia seca (22,0 y 22,8 kg de materia seca) ni producción de leche (25,1 y 25,6 L/día), al incluir paja tratada en la dieta.

La composición de la leche para el ganado Frisón, en cuanto a los valores grasos y proteicos se deben en parte al factor genético, pero además, en alta proporción al medio ambiente, dentro de esta, principalmente la alimentación (Casado y García, 1985). El forraje es fundamental para mantener la composición grasa de la leche. Laben (1963), señala que dietas ricas en fibra, aumentan el porcentaje de materia grasa de la leche producida.

Con dietas que contenían 0 % (dieta 1) y 20 % (dieta 2) base materia seca de paja tratada con 3 % NaOH y 3 % $\text{Ca}(\text{OH})_2$, (Haddad y col. 1998), encontraron que vacas Holstein Friesian en el segundo tercio de lactancia con producciones similares de leche (25,1 y 25,6 L/día), presentaron porcentajes de materia grasa de 3,6 y 3,7 para la dieta 1 y 2, respectivamente. El contenido de proteína fue similar para las dos dietas con un 3,2 %. En este caso el consumo de fibra detergente neutra fue de 7,4 kg/día para la dieta 1 y de 8,4 kg/día para la dieta 2.

Con respecto, al porcentaje de grasa y proteína láctea que presentaron las vacas bajo los distintos tratamientos en este estudio (cuadro 12), no presentaron diferencias estadísticamente significativas al adicionar paja tratada en la dieta.

El consumo de fibra detergente neutra realizado por las vacas bajo los distintos tratamientos en este estudio fue de 8,7, 9,4 y 9,3 para los tratamientos 1, 2 y 3, respectivamente. Estos similares consumos explicarían que el contenido promedio de materia grasa y proteína para los tres tratamientos fuera de 4,30 % y 3,09 %, respectivamente.

7. CONCLUSIONES

Las conclusiones del presente estudio se obtuvieron de acuerdo a los objetivos planteados para evaluar el efecto sobre el comportamiento ingestivo, al reemplazar ensilaje de ballica por paja de trigo tratada con hidróxido de sodio en un 10 y 20 % de la materia seca ofrecida, en vacas en lactancia estabuladas.

1. El consumo de ensilaje disminuye significativamente ($p < 0,05$), pero el consumo total de forrajes no es afectado cuando se consume un 14,3 % de la materia seca de la dieta como paja tratada con NaOH al 3 % p/p.
2. La inclusión de paja en un 10 o 20 % base materia seca de la dieta, disminuye el tiempo diario destinado a comer forrajes, y el número y tamaño de las comidas (kg materia seca). La duración de las comidas y tasa de consumo fueron similares entre los tratamientos.
3. En cuanto al tiempo diario dedicado a rumiar, se encontró que éste aumenta a medida que se incluye paja tratada en la ración, diferencia que es estadísticamente significativa sólo entre los tratamiento sin inclusión y con un 20 %. El número de ciclos de rumia diario realizado por las vacas, fue similar en los tres tratamientos y la duración fue significativamente menor en el tratamiento que no recibió paja tratada en la dieta.
4. La inclusión de paja tratada no aumentó el tiempo de Masticación diaria.
5. El consumo de un 14,3 % de la materia seca de la dieta como paja tratada con NaOH al 3 % p/p, disminuye significativamente la producción de leche diaria, pero no modifica el contenido porcentual de materia grasa ni proteína en la leche.

8. BIBLIOGRAFIA.

- ALBRIGHT, J. L. 1993. Feeding behaviour of dairy cattle. *J. Dairy Sci.*, 76:485-498.
- ANRIQUE, R. 1985. Alimentación de vacas lecheras. En: Latrille, L. (editor). Alimentación de Bovinos para Producción de Leche y Carne, Valdivia, Chile, pp. 52-78.
- ANRIQUE, R., X. VALDERRAMA, R. FUCHSLOCHER. 1995. Composición de alimentos para el ganado en la zona sur. Fundación Fondo de Investigación Agropecuaria. Universidad Austral de Chile, Valdivia. 59 p.
- ANRIQUE, R., V. MOREIRA, J. C. DUMONT, D. ALOMAR. 1996. Valor energético de ensilajes de corte directo en la Zona Sur. En: Latrille, L. (editor). Avances en Producción Animal, Valdivia, Chile, pp. 131-144.
- ANRIQUE, R. 1999. Caracterización del Chile lechero. En: Latrille, L. (editor). Avances en Producción Animal, Valdivia, Chile, pp. 140-157.
- ARAVE, C. W., J. AIBRIGHT. 1981. Cattle behaviour. *J. Dairy Sci.*, 64:1318-1329.
- BAE, D. H., J. WELCH, M. SMITH. 1981. Efficiency of mastication in relation to hay intake by cattle. *J. Animal Sci.*, 52:1371-1375.
- BAILEY, C. B., C. C. BALCH. 1961. The composition and rate of secretion of parotid saliva in a small steer. *Br. J. Nutr.*, 15:371-382. Citado por De Boever, J., J. Andries, D. De Brabander, B. Cottyn, F. Buysse. 1990. Chewing activity of ruminants as a measure of physical structure - A review of factors affecting it. *Animal Feed Science and Technology*, 27:281-291.
- BALOCCHI, O. 1999. Recursos forrajeros utilizados en la producción de leche. En: Latrille, L. (editor). Avances en Producción Animal, Valdivia, Chile, pp. 186-214.
- BATEMAN, R. 1970. Nutrición animal. Manual y método analítico. Centro regional de ayuda técnica. México. 461 p.
- BEAUCHEMIN, K., R. KACHANOSKI, G. SCHAALJE, BUCHANAN-SMITH. 1990. Characterizing rumination patterns of dairy cows using spectral analysis. *J. Animal Sci.*, 68:3163-3170.
- BINES, J. A. 1992. Consumo voluntario de alimentos. En: Broster, W. H. y H. Swan.

- (editores). Estrategia de alimentación para vacas lecheras de alta producción. 1nd ed, AGT EDITOR S.A., México.
- BRYANT, A. M. 1995. La lechería en Nueva Zelanda: 1. Estructura de la industria y sistemas de producción. En: Latrille, L. (editor). Avances en producción Animal. Instituto de Producción Animal, Valdivia, Chile, pp. 1-10.
- CALCEDO, V. 1996. Base animal en las explotaciones de vacuno de leche. En: Buxadé, C. (editor). Zootecnia, bases de producción animal. Ediciones Mundi-Prensa, España.
- CAMERON, M. G., G. FAHEY, J. CLARK, N. MERCHEN, L. BERGER. 1990. Effects of feeding alkaline hydrogen peroxide-treated wheat straw-based diets on intake, digestión, ruminal fermentation, and production responses by mid-lactation dairy cows. *J. Animal Sel.*, 69:1775-1787.
- CAMERON, M. G., G. FAHEY, J. CLARK, N. MERCHEN, L. BERGER. 1990. Effects of feeding alkaline hydrogen peroxide-treated wheat straw-based diets on digestion and production by dairy cows. *J. Dairy Sci.*, 73:3544-3554.
- CANALE, C. J., S. ABRAMS, G. VARGA, L. MULLER. 1990. Alkali-treated orchardgrass and alfalfa: composition and in situ digestion of dry matter and cell wall components. *J. Dairy Sci.*, 73:2404-2412.
- CAÑAS, R. 1998. Alimentación y Nutrición Animal. Facultad de Agronomía. Pontificia Universidad Católica de Chile. Chile. 551 p.
- CASADO, P., J. A. GGARCIA. 1985. Calidad de leche. *Ind. Lacteos Españolas*. 81:1 - 300.
- CERDA, D., H. MANTEROLA, H. ALLENDE. 2000. Tratamientos químicos a pajas de trigo como un método para incrementar la digestibilidad y uso por rumiantes. En: Libro de resúmenes XXV Reunión Anual de la Sociedad Chilena de Producción Animal, Valdivia, Chile, pp. 13-14.
- CHERMITI, A., E. TELLER, M. VANBELLE, G. COLLIGNON, B. MATATU. 1994. Effect of ammonia or urea treatment of straw on chewing behaviour and ruminal digestion processes in non-lactating dairy cows. *Animal Feed Science and Technology*, 47:41-51.
- CHESSON, A., C. FORSBERG, E. GRENET. 1995. Improving the digestion of plant cell walls and fibrous feeds. In: Journet y col., (editores). Recent developments in the nutrition of herbivores. Proceeding of the IVth International symposium on the nutrition of herbivores. Clermont-Ferrand, France, pp. 249-277.

- DADO, R., M. ALLEN. 1994. Variation in and relationships among feeding, chewing, and drinking variables for lactation dairy cows. *J. Dairy Sci.*, 77:132-144.
- DADO, R., M. ALLEN. 1995. Intake limitation, feeding behaviour, and rumen function of cows challenged with rumen fill from dietary fiber or inert bulk. *J. Dairy Sci.*, 78:118-133.
- DE BOEVER, J., J. ANDRIES, D. DE BRABANDER, B. COTTYN, F. BUYSSE. 1990. Chewing activity of ruminants as a measure of physical structure - A review of factors affecting it. *Animal Feed Science and Technology*, 27:281-291.
- DE BOEVER, J., A. DE SMET, D. DE BRABANDER, C. BOUCQUE. 1993. Evaluation of physical structure. 1. Grass silage. *J. Dairy Sci.*, 76:140-153.
- DESWYSEN, A., P. DUTILLEUL, J. GODFRIN, W. ELLIS. 1993. Nycterohemeral eating and ruminating patterns in heifers fed grass or corn silage: analysis by finite Fourier transform. *J. Animal Sci.*, 71:2739-2747.
- DÜRST, B., M. SENN, W. LANGHANS. 1993. Ration patterns of lactating dairy cows of three different breeds fed grass ad lib. *Physiology and Behavior* 54:625-631.
- EGAÑA, J. C. 1980. Evaluación de diferentes procedimientos alcalinos para mejorar el valor nutritivo de la paja de trigo. Congreso Internacional de Estudios de Zonas Áridas y Semiáridas. La Serena, Chile. Citado por Egaña, J., C. Wernli. 1982. Utilización de desechos agrícolas y subproductos Agroindustriales nacionales en la alimentación de rumiantes. En: Werli, C. (editor). Utilización de Subproductos en la Alimentación del Ganado. Sociedad Chilena de Producción Animal, Santiago, Chile, pp. 11-35.
- EGAÑA, J., C. WERNLI. 1982. Utilización de desechos agrícolas y subproductos Agroindustriales nacionales en la alimentación de rumiantes. En: Wernli, C. (editor). Utilización de Subproductos en la Alimentación del Ganado. Sociedad Chilena de Producción Animal, Santiago, Chile, pp. 11-35.
- ELIZALDE, H. 1994. El valor nutritivo de los ensilajes. En: Gonzáles, M., G. Bortolameolli (editores). II Seminario Producción y Utilización de Ensilajes de Pradera para Agricultores de la Zona Sur. Serie Remehue n° 52, pp. 39-60.
- ELIZALDE, V., A. HARGREAVES, C. WERNLI. 1996. Conservación de forrajes. En: Ruiz, I. (editor). Praderas para Chile. 2ª ed., Instituto de Investigación Agropecuarias, Santiago, pp. 395-428.
- ELIZALDE, H., C. S. MAYNE. 1997. Efecto del grado de competencia por espacio

de comedero en el comportamiento del consumo voluntario de ensilaje en vacas lecheras. En: Libro de resúmenes XXII Reunión Anual de la Sociedad Chilena de Producción Animal, Valdivia, Chile, pp. 253-254.

ERDMAN, R. 1988. Forage pH Effects on Intake in Early Lactation Dairy Cows. *J. Dairy Sci*, 71:1198-1203.

FAHEY, G., L. BERGER. 1988. Los carbohidratos en la nutrición de rumiantes. En: Church, D. (editor). El rumiante fisiología digestiva y nutrición. Editorial ACRIBIA, S. A., Zaragoza, España.

FERNANDEZ, J. 1999. Comportamiento ingestivo de vacas lecheras en pastoreo con y sin suplementación con concentrados. Tesis, para el grado de Licenciado en Agronomía. Universidad Austral de Chile, Facultad de Ciencias Agrarias, Valdivia, Chile.

GARRIDO, O., E. MANN. 1981. Composición química, digestibilidad y valor energético de una pradera permanente de pastoreo a través del año. Tesis Ingeniero Agrónomo. Universidad Austral de Chile, Facultad de Ciencias Agrarias, Valdivia.

GOERING, H. K., H. VAN SOEST. 1972. Forage and fiber analyses (apparatus, reagents, procedures, and some applications). USDA Agric. Handbook 379. ARS-USDA: Washington DC. USA. 225 p.

GONZALEZ, M. 1991. Aditivos para ensilaje. Instituto de Investigaciones Agropecuaria. Estación experimental Remehue, Osorno, Chile, Boletín Técnico n° 172. 31 p.

GONZALEZ, M. 1994. Métodos para mejorar la calidad de los ensilajes. En: Gonzáles, M., G. Bortolameolli (editores). II Seminario Producción y Utilización de Ensilajes de Pradera para Agricultores de la Zona Sur. Instituto de Investigaciones Agropecuaria, Estación experimental Remehue, Osorno, Chile. Serie Remehue n° 52, pp. 3-25.

GRIFFIN, M. 1996. La influencia del hemisferio norte en futuros desarrollos del mercado lechero internacional. En: Lanuza, F. y Bortolameolli, G. (eds). III Seminario Aspectos Técnicos y perspectivas de la producción de Leche. Instituto de Investigaciones Agropecuaria, Estación experimental Remehue, Osorno, Chile. Serie Remehue N° 64, pp. 205-219.

HADDAD, S., R. GRANT, T. KLOPFENSTEIN. 1995. Digestibility of alkali-treated wheat straw measured in vitro or in vivo using Holstein heifers. *J. Animal Sci.*, 73:3258-3265.

- HADDAD, S., R. GRANT, S. KACHMAN. 1998. Effect of Wheat Staw Treated with Alkali on Ruminant Function and Lactational Performance of Dairy Cows. *J. Dairy Sci.*, 81:1956-1965.
- HAFEZ, E., M. SCHEIN. 1962. The behaviour of cattle. In: Hafez, E. (editor). The behaviour of domestic animals. London, England.
- HAZARD, S. 1988. El ensilaje: una alternativa de conservación de forraje. *Revista Investigación y Progreso Agropecuario Carillanca*. 7: 29-31.
- HUHTANEN, P. 1993. The effects of concentrate energy source and protein content on milk production in cows given grass silage ad libitum. *Grass and Forage Science.*, 48: 347-355.
- INSTITUTO DE GEOCIENCIAS, 1999. Archivos Meteorológicos del Instituto de Geociencias, Universidad Austral de Chile, Valdivia, Chile.
- JAHN, E. 1996. La pradera en los sistemas de leche bovina. En: Ruiz, I. (editor). Praderas para Chile. 2ª ed., Instituto de Investigación Agropecuarias, Santiago.
- LABEN, R. C. 1963. Factors responsible for variation in milk composition. *J. Dairy Sci.* 46:1289-1309.
- LANUZA, F. 1995. Leche Bovina un Rubro en Expansión. En: Revista Tierra Adentro n° 3. Instituto de investigaciones Agropecuarias (INIA), Ministerio de Agricultura, Chile, pp. 16-23.
- LANUZA, F. 1996. Requerimientos de suplementación para vacas lecheras a pastoreo. En: Lanuza, F., G. Bortolameolli, (Editores). III Seminario Aspectos Técnicos y Perspectivas de la Producción de Leche. Instituto de investigaciones Agropecuarias, Centro Regional de Investigaciones Remehue, Osorno, Chile. Serie Remehue N° 64, pp. 53-69.
- LANUZA, F. 1998. Introducción. En: Uribe, H. Y Bortolameolli, G. (Eds), Seminario - Taller, Tipo de animal para producción de leche bovina en el Sur de Chile. Instituto de Investigaciones Agropecuarias, Centro Regional de Investigaciones Remehue, Osorno, Chile. Serie Remehue N° 70. pp. 1-10.
- LANUZA, F. 1999. Chile en el mercado lechero internacional, Perspectiva de competitividad. En: IV Jornadas Chilenas de Buiatría, Osorno, Chile, pp. 1-18.
- LATRILLE, L. 1995. Principales tendencias en los métodos de producción de leche bovina. En: Latrille, L. (editor). Avances en producción animal. Instituto de Producción Animal, serie B-19, pp. 99-109.

- MORITA, S., S. DEVIR, C. KETELAAR-DE, A. SMITS, H. HOGVEEN, J. METZ. 1996. Effects of concentrate intake on subsequent roughage intake and eating behavior of cows in an automatic milking system. *J. Dairy Sci.*, 79:1572-1580.
- MUSLERA, E., C. RATERA. 1991. Praderas y forrajes. 2nd ed, Ediciones Mundi - Prensa, España.
- ODEPA, 1999. Boletín de la leche. Oficina de Estudios y Políticas Agrarias.
- ØRSKOV, E. R. 1990. Alimentación de los rumiantes. Editorial ACRIBIA S. A., Zaragoza.
- PHILLIPS, C. J. C. 1993. Cattle behaviour. 1nd ed., Farming Press Books, London.
- PLAYNE, A., P. MACDONALD. 1966. The buffering constituents of herbage and of silage. *Journal of the Science of Food and agriculture*, 17:264-268.
- PULIDO, R. 1999. Avances en nutrición de la vaca lechera. Consideraciones para una suplementación estratégica en vacas a pastoreo. En: IV Jornadas Chilenas de Buiatría, Osorno, Chile, pp. 51-60.
- QUINTANA, D. 1998. Evaluación de ensilaje de pradera de corte directo con aditivo absorbente y su efecto en producción de leche. Tesis, Ing. Agron., Universidad Austral de Chile, Facultad de Ciencias Agrarias, Valdivia, Chile, 72 p.
- RAE, R. C., C. THOMAS, A. REEVE, A. J. GOLIGHTLY, R. G. HODSON, R. D. BAKER. 1987. The potential of an all-grass diet for the late-winter calving dairy cows. *Grass and Forage Science*, 42:249-257. Citado por Klein, F. 1989. Ensilaje de pradera para la producción de leche. I Composición química y potencial productivo. Instituto de Investigaciones Agropecuaria, Estación experimental Remehue, Osorno, Chile. Boletín Técnico n° 144. 19 p.
- RUIZ, I. 1996. Frecuencia de utilización y residuo posutilización. En: Ruiz, I. (editor). Praderas para Chile. 2^a ed., Instituto de Investigación Agropecuarias, Santiago, pp. 210-217.
- SAS. 1993. Guía introductoria al SAS. SAS Institute Inc. (ed). Estados Unidos.
- SALCEDO, C. 1998. Efecto del tipo de proteína suplementada en vacas lecheras consumiendo ensilados de hierba de alta degradabilidad. *Invest Agr. Prod. Sanid. Anim.*, 13: 55-67.
- SAUVANT, D., J. DIJKSTRA, D. MERTENS. 1995. Optimization of ruminal digestion:

- a modelling approach. In: Journet y col., (editores). Recent developments in the nutrition of herbivores. Proceeding of the IVth International symposium on the nutrition of herbivores. Clermont-Ferrand, France, pp. 143-166.
- SETH, O. N., G. RAI, P. YADAV, M. PANDRY, J. RAWAT. 1974. Effect of diet and rumination on the rate of secretion and Chemical composition of parotid saliva of *Bubalus bubalus* and *Bos indicus*. *Indian J. Animal Sel.*, 44:717. Citado por Beauchemin, K., R. Kachanoski, G. Schaalje, Buchanan-Smith. 1990. Characterizing rumination patterns of dairy cows using spectral analysis. *J. Animal Sci.*, 68:3163-3170.
- STUVEN, H. 1968. 43 Gráficos de trayectoria solar para ciudades de Chile y Argentina. Departamento de Tecnología Arquitectónica y Ambiental de la Facultad de Arquitectura y Urbanismo de la Universidad de Chile, Santiago, Chile. 43 p.
- SUNDOL, F., E. OWEN. 1984. Straw and other fibrous byproducts as feed. *Development in Animal and Veterinary Science*, 14. Elsevier 604 p. Citado por Cañas, R. 1998. Alimentación y Nutrición Animal. Facultad de Agronomía. Pontificia Universidad Católica de Chile. Chile. 551 p.
- TAÑIDA, H., L. SWANSON, W. HOHENBOKEN. 1984. Effect of artificial photoperiod on eating behavior and other behavioral observations of dairy cows. *J. Dairy Sci.*, 67:585-591.
- TELLER, E., M. VANBELLE, P. KAMATALI. 1993. Chewing Behaviour and Voluntary Grass Silage Intake by Cattle. *Livestock Production Science*, 33:215-227.
- THOMAS, C., G. E. J. FISHER. 1991. Forage conservation and winter feeding. In: Milk from grass (2da edición). Thomas, C., Reeve, A., Fisher, G. (editores). Pp. 27-51. Citado por Elizalde, H. 1994. El valor nutritivo de los ensilajes. En: González, M., G. Bortolameolli (editores). II Seminario Producción y Utilización de Ensilajes de Pradera para Agricultores de la Zona Sur. Instituto de Investigaciones Agropecuaria, Estación experimental Remehue, Osorno, Chile. Serie Remehue n° 52, pp. 39-60.
- TORRES, B. A. 1994. Pradera para ensilaje. En: González, M. y G. Bortolameolli, (editores). II Seminario Producción y utilización de ensilajes de praderas para agricultores de la zona sur. Instituto de Investigaciones Agropecuaria, Estación experimental Remehue, Osorno, Chile. Serie Remehue 52: pp. 119-143.
- VAN SOEST, P. J. 1976. Laboratory methods for evaluating the energy value of feedstuffs. In: Feed energy sources for livestock. Pp. 83-94. Butterworth. London. Citado por Ekern, A., L. Vik-MO. 1992. Forrajes conservados como

alimento para vacas lecheras. En: Broster, W. H. y H. Swan (editores) Estrategia de alimentación para vacas lecheras de alta producción. AGT EDITOR S.A., México, pp 235-268.

VARGAS, G. 1998. Estrategias de Competencia Para La producción de leche en Chile. En: Latrille, L. (Ed), Producción Animal 1998. Universidad Austral de Chile. Facultad de Ciencias Agrarias. Instituto de Producción Animal. Serie B-22. pp. 1-18.

WEBSTER, A. J. F. 1993. Understanding the dairy cow. Blackwell Science 2nd ed, Bodmin, Cornwall, UK.

WELCH, J. G., A. P. HOOPER. 1988. Ingestión de alimentos y agua. En: Church, D. (editor). El rumiante fisiología digestiva y nutrición. Editorial ACRIBIA, S. A., Zaragoza, España.

9. ANEXOS.

Anexo 1. Número y duración de las comidas (min) realizadas por las vacas diariamente, según tratamientos.

Variables	Tratamiento 1		Tratamiento 2		Tratamiento 3	
	Prom.	d.e.	Prom.	d.e.	Prom.	d.e.
Comidas						
Número						
Diurno	7,8 ^a	1,8	6,8 ^a	1,3	7,0 ^a	1,9
Nocturno	5,8 ^a	1,1	5,9 ^a	1,4	5,0 ^b	1,2
Diario	13,7 ^a	2,2	12,7 ^{ab}	2,3	12,0 ^b	2,7
Duración						
Diurno	43,8 ^a	12,1	48,5 ^a	10,2	49,7 ^a	13,6
Nocturno	26,8 ^a	7,5	25,9 ^a	7,1	24,4 ^a	6,5
Diario	36,0 ^a	8,4	37,9 ^a	8,0	38,5 ^a	8,6

^{a,b}: letras diferentes en la fila indican diferencias significativas ($p < 0.05$).

Anexo 2. Tamaño de la comida (kg de MS/comida) realizada por las vacas, según tratamientos.

Variables	Tratamiento 1		Tratamiento 2		Tratamiento 3	
	Prom.	d.e.	Prom.	d.e.	Prom.	d.e.
Tamaño comida, kg MS						
Diurno	1,6 ^a	0,4	1,9 ^{ab}	0,4	2,1 ^b	0,7
Nocturno	1,0 ^a	0,3	1,0 ^a	0,2	1,0 ^a	0,2
Diaria	1,4 ^a	0,3	1,5 ^{ab}	0,3	1,6 ^b	0,4

^{a, b}: letras diferentes en la fila indican diferencias significativas ($p < 0.05$).

Anexo 3. Número y duración de las rumias (min) realizadas por las vacas diariamente, según tratamientos.

Variables	Tratamiento 1		Tratamiento 2		Tratamiento 3	
	Prom.	d.e.	Prom.	d.e.	Prom.	d.e.
Rumias						
Número						
Diurno	8,1 ^a	1,4	7,5 ^a	1,4	7,5 ^a	1,4
Nocturno	8,0 ^a	1,0	7,6 ^a	1,2	7,9 ^a	1,0
Diario	16,2 ^a	1,9	15,1 ^a	2,2	15,4 ^a	2,1
Duración						
Diurno	28,0 ^a	5,9	31,3 ^a	7,0	29,4 ^a	6,1
Nocturno	37,8 ^a	6,5	43,5 ^b	10,6	43,4 ^b	6,7
Diario	32,8 ^a	5,1	37,2 ^b	7,7	36,4 ^b	5,6

^{a, b, c}: letras diferentes en la fila indican diferencias significativas ($p < 0.05$).

Anexo 4. Tiempos de descanso (min) realizadas por las vacas diariamente, según tratamientos.

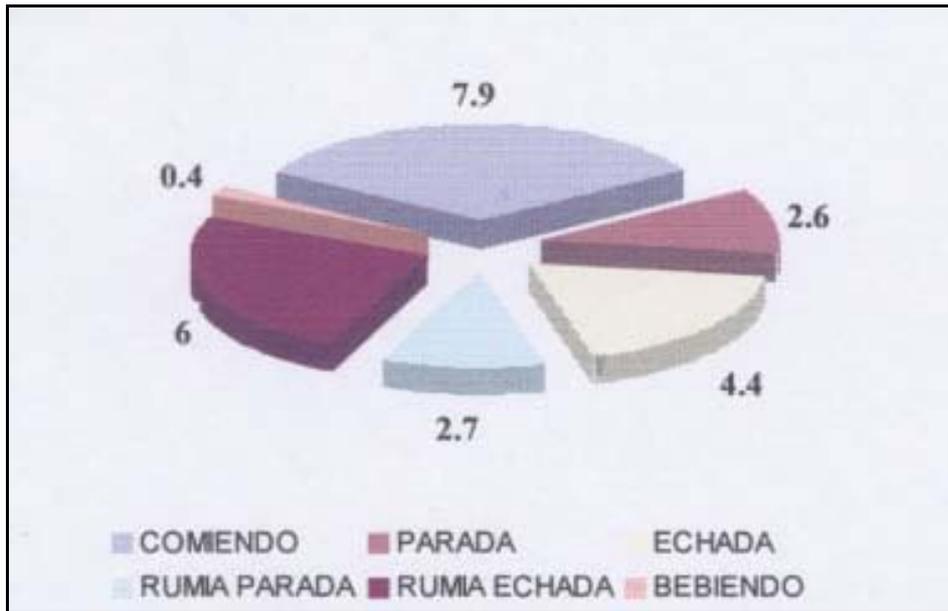
Variables	Tratamiento 1		Tratamiento 2		Tratamiento 3	
	Prom.	d.e.	Prom.	d.e.	Prom.	d.e.
Descanso, min						
Echada + parada						
Diurno	243,1 ^a	48,4	232,2 ^a	35,6	252,2 ^a	56,2
Nocturno	176,9 ^a	24,7	172,3 ^a	30,8	167,6 ^a	28,3
Diario	420,0 ^a	52,4	404,5 ^a	37,4	419,8 ^a	65,9

^{a, b}: letras diferentes en la fila indican diferencias significativas ($p < 0.05$).

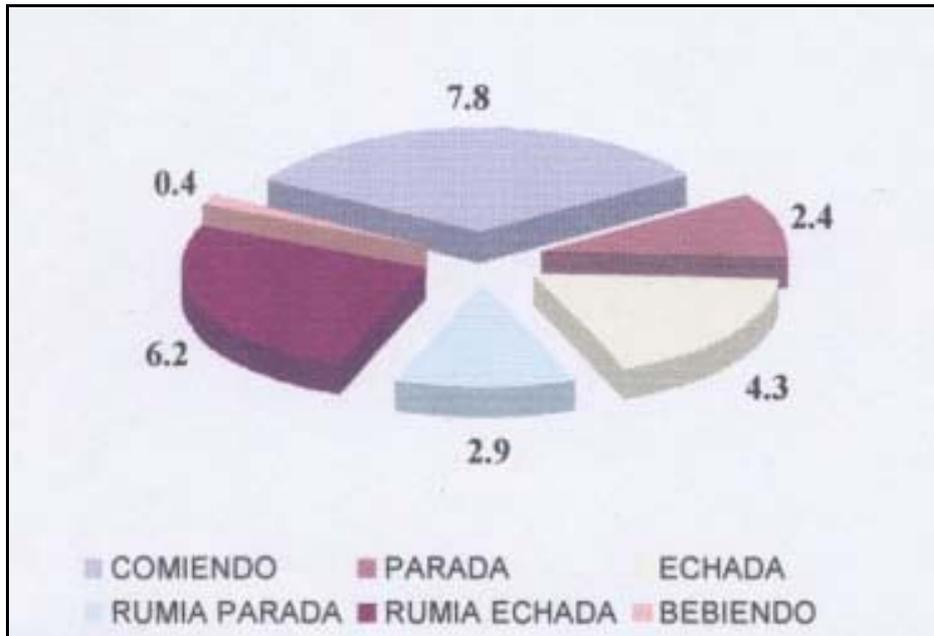
Anexo 5. Tiempos de bebida (min) realizadas por las vacas diariamente, según tratamientos.

Variables	Tratamiento 1		Tratamiento 2		Tratamiento 3	
	Prom.	d.e.	Prom.	d.e.	Prom.	d.e.
Bebiendo, min						
Diurno	21,7 ^a	6,4	23,3 ^a	8,4	23,0 ^a	6,9
Nocturno	1,5 ^a	2,1	1,4 ^a	1,5	2,3 ^a	2,3
Diario	23,2 ^a	7,2	24,7 ^a	8,4	25,4 ^a	7,8

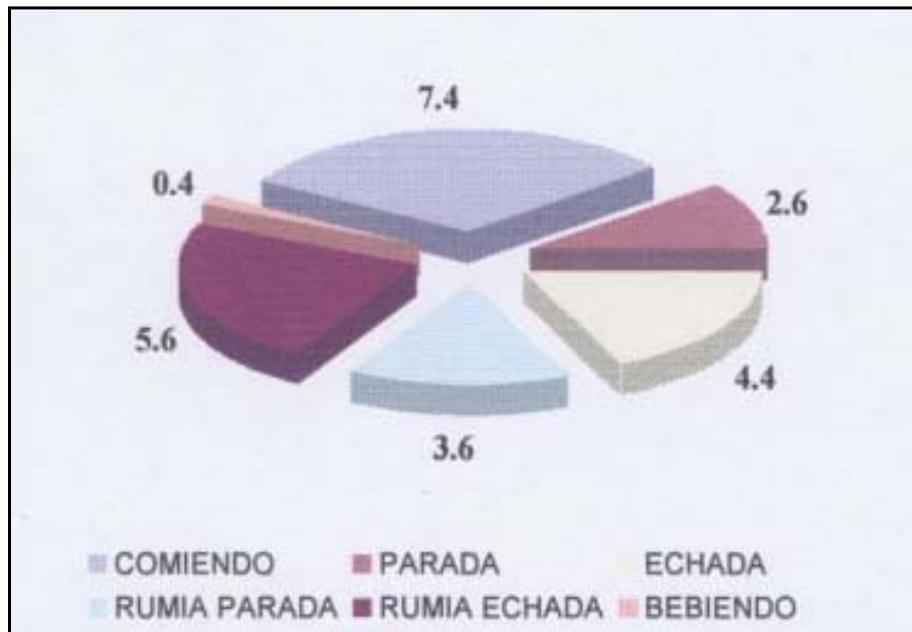
^{a, b}: letras diferentes en la fila indican diferencias significativas ($p < 0.05$).



Anexo 6. Patrón diario de comportamiento de las vacas en el tratamiento 1, expresado en horas.



Anexo 7. Patrón diario de comportamiento de las vacas en el tratamiento 2, expresado en horas.



Anexo 8. Patrón diario de comportamiento de las vacas en el tratamiento 3, expresado en horas.

Anexo 11. Planilla usada para registrar el comportamiento.

N°	TT	00/00/00												
		00:00	00	05	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55
1	T1	CAÑITA												
2	T2	PETROCA												
3	T3	CAÑADA												
4	T1	CAÑAVERAL												
5	T2	NOELIA												
6	T3	MARTILLA												
7	T1	STEANI												
8	T2	CANELA												
9	T3	FRANCINA												
10	T1	MACLOVIA												
11	T2	PETACA												
12	T3	ALCA												

C = comiendo ensilaje

Ce = comiendo concentrado

E = echada

P = parada

*** = patio de la sala de ordeña**

RP = rumiando parada

RE = rumiando echada

B = bebiendo

o = sala de ordeña

10. AGRADECIMIENTOS.

Lo primero es agradecer a mi profesor patrocinador Rubén Pulido, por el apoyo, asesoramiento y confianza depositada para la ejecución de este trabajo y otras actividades. Y especialmente por la amistad brindada.

También agradecer de forma especial al profesor Luis Latrille, docente del Instituto de Producción Animal, la invitación realizada a participar en este proyecto y su asesoramiento durante la parte experimental y los aportes al documento escrito.

De forma especial quiero agradecer a todo el personal que trabaja en el Predio Experimental "Vista Alegre" por su buena disposición.

Muchas gracias a la Sra. Mary y a don Polo por la colaboración y su amistad.

Gracias a mis amigos Alvaro Ahumada y Sergio Molina.

También agradecer al estudiante de Agronomía Cesar Muñoz por su cooperación durante la parte experimental de este estudio.