



# **UNIVERSIDAD AUSTRAL DE CHILE**

Facultad de Ciencias Agrarias

Escuela de Agronomía

## **Composición nutricional y calidad de ensilajes de la zona sur**

Tesis presentada como parte de  
los requisitos para optar al grado  
de Licenciado en Agronomía.

**Sergio Andrés Berndt Riffo**

Valdivia Chile 2002

**PROFESOR PATROCINANTE:**

René Anrique G.  
Ing. Agr., Mg. Sci., Ph. D.

---

**PROFESORES INFORMANTES:**

Daniel Alomar C.  
Ing. Agr., Mg. Sci.

---

Suzanne Marie Hodgkinson  
B. Sc., M. Sc. (Hons), Ph. D.

---

## **AGRADECIMIENTOS**

Deseo expresar mi gratitud a todas las personas que de una u otra manera contribuyeron en el desarrollo de la presente Tesis:

A mi profesor patrocinante, Sr. René Anrique, por su preocupación y constante apoyo durante la realización de la Tesis, por todo lo compartido en estos años de trabajo conjunto en ayudantías, y especialmente por los valores que me ha entregado a nivel profesional y personal.

Al Sr. Daniel Alomar, por su colaboración en el trabajo de Tesis, por todo lo aprendido en las numerosas ayudantías realizadas en conjunto, y especialmente por su amistad y la confianza depositada en mí.

A la Sra. Suzanne Hodgkinson, por la revisión de la parte estadística de la Tesis, y por todos sus valiosos aportes en la corrección del escrito.

A la Sra. Rita Fuchslocher y personal del Laboratorio de Nutrición del Instituto de Producción Animal, quienes generaron a través de los años, con talento y profesionalismo, los datos utilizados en la presente Tesis.

Al Sr. Adolfo Estai, por la rapidez en la corrección de forma del escrito.

A los Sres. Oscar Balocchi y Luis Latrille, por los consejos brindados durante la preparación de la defensa de Tesis.

A Marjorie de Pablo, mi esposa, por su gran ayuda en la toma de datos de la presente Tesis, por su constante apoyo y por todo el amor que me ha entregado durante estos años de estudio.

## INDICE DE MATERIAS

Capítulo		Página
1	INTRODUCCION	1
2	REVISION BIBLIOGRAFICA	3
2.1	Conceptos sobre composición nutricional y calidad de ensilajes	3
2.1.1	Factores	3
2.1.1.1	Especie ensilada	5
2.1.1.2	Aditivos	5
2.1.1.3	Premarchitamiento	5
2.1.2	Análisis de la composición química	6
2.1.2.1	Nutrientes y fracciones analíticas	6
2.1.2.1.1	Materia seca	7
2.1.2.1.2	Proteína cruda	7
2.1.2.1.3	Energía	7
2.1.2.1.4	Fibra	8
2.1.2.1.5	Cenizas totales	8
2.1.2.2	Parámetros fermentativos	8
2.1.2.2.1	Nitrógeno amoniacal	8
2.1.2.2.2	pH	9
2.2	Importancia de los ensilajes en la zona sur	10
2.3	Características de los ensilajes de la zona sur	12
2.3.1	Recursos forrajeros utilizados	13
2.3.2	Tecnologías aplicadas	13
2.3.2.1	Uso de aditivos	14

Capítulo		Página
2.3.2.2	Uso de premarchitamiento	14
2.3.3	Composición nutricional y calidad	15
2.3.3.1	Ensilaje de pradera	15
2.3.3.2	Ensilaje de maíz	17
2.3.3.3	Ensilaje de alfalfa	18
2.3.3.4	Ensilaje de avena y avena-pasto	19
3	MATERIAL Y METODO	21
3.1	Origen de la información	21
3.2	Recopilación de datos	21
3.2.1	Base de datos original	22
3.2.2	Ampliación de la base de datos original	22
3.2.2.1	Depuración de la información de la base de datos ampliada	22
3.2.2.2	Información final contenida en la base de datos ampliada	22
3.3	Análisis de la información	23
3.3.1	Análisis descriptivos	23
3.3.2	Análisis estadísticos	23
3.3.2.1	Evolución de la composición nutricional de ensilajes	23
3.3.2.2	Correlaciones entre parámetros composicionales de ensilajes	24
4	PRESENTACION Y DISCUSION DE RESULTADOS	25
4.1	Características de la producción de ensilajes	25
4.1.1	Tipos de ensilajes	25
4.1.2	Tecnologías empleadas	28
4.1.2.1	Uso de aditivos	28
4.1.2.2	Uso de premarchitamiento	31
4.2	Composición nutricional y calidad	34
4.2.1	Características por tipo de ensilaje	35

Capítulo	Página	
4.2.1.1	Ensilaje de alfalfa	35
4.2.1.2	Ensilaje de avena y avena-pasto	37
4.2.1.3	Ensilaje de ballica de rotación	38
4.2.1.4	Ensilaje de maíz	39
4.2.1.4.1	Categorización por nivel de materia seca	41
4.2.1.5	Ensilaje de pradera	44
4.2.1.5.1	Categorización por nivel de proteína	46
4.2.2	Comparación entre tipos de ensilajes	48
4.2.2.1	Composición nutricional	48
4.2.2.2	Calidad fermentativa	51
4.3	Evolución de la composición nutricional de ensilajes (1980-2000)	54
4.3.1	Ensilaje de alfalfa	55
4.3.2	Ensilaje de ballica de rotación	57
4.3.3	Ensilaje de maíz	61
4.3.4	Ensilaje de pradera	63
4.4	Correlaciones entre parámetros composicionales de ensilajes	66
5	CONCLUSIONES	70
6	RESUMEN	73
	SUMMARY	76
7	BIBLIOGRAFIA	79
	ANEXOS	101

## INDICE DE CUADROS

Cuadro		Página
1	Contenido de nitrógeno amoniacal en ensilajes y su relación con la calidad de fermentación y consumo animal	9
2	Indicadores globales de la importancia de la zona sur en producción de leche (% del total nacional)	11
3	Distribución relativa (%) de productores pecuarios respecto a la conservación de forrajes	12
4	Distribución relativa (%) de la superficie destinada a ensilaje	13
5	Distribución relativa (%) de la utilización de aditivos	14
6	Distribución relativa (%) de tipos de ensilajes según el nivel de materia seca	15
7	Aporte nutricional promedio de ensilaje de pradera directo	16
8	Aporte nutricional promedio de ensilaje de pradera premarchito	16
9	Aporte nutricional promedio de ensilaje de maíz	18
10	Aporte nutricional promedio de ensilaje de alfalfa directo	19
11	Aporte nutricional promedio de ensilaje de alfalfa premarchito	19
12	Aporte nutricional promedio de ensilaje de avena	20
13	Aporte nutricional promedio de ensilaje de avena-pasto	20
14	Evolución de las diferentes categorías de ensilajes de la zona sur (1980-2000)	26
15	Uso de aditivos en ensilaje de alfalfa	29
16	Uso de aditivos en ensilaje de ballica de rotación	29
17	Uso de aditivos en ensilaje de pradera	29
18	Uso de aditivos en ensilaje de maíz	31

Cuadro		Página
19	Uso de premarchitamiento en ensilaje de alfalfa	31
20	Uso de premarchitamiento en ensilaje de ballica de rotación	32
21	Uso de premarchitamiento en ensilaje de pradera	32
22	Composición nutricional de ensilaje de alfalfa directo	35
23	Composición nutricional de ensilaje de alfalfa premarchito	35
24	Composición nutricional de ensilaje de avena	37
25	Composición nutricional de ensilaje de avena-pasto	37
26	Composición nutricional de ensilaje de ballica de rotación directo	39
27	Composición nutricional de ensilaje de ballica de rotación premarchito	39
28	Composición nutricional de ensilaje de maíz	40
29	Evolución del contenido de materia seca en ensilaje de maíz	42
30	Composición nutricional de ensilaje de maíz (MS<21%)	42
31	Composición nutricional de ensilaje de maíz (MS 21-25%)	43
32	Composición nutricional de ensilaje de maíz (MS>25%)	43
33	Composición nutricional de ensilaje de pradera directo	44
34	Composición nutricional de ensilaje de pradera premarchito	44
35	Evolución del contenido de proteína cruda en ensilaje de pradera directo	46
36	Composición nutricional de ensilaje de pradera directo (PC<11%)	47
37	Composición nutricional de ensilaje de pradera directo (PC 11-13%)	47
38	Composición nutricional de ensilaje de pradera directo (PC>13%)	47
39	Nivel de nutrientes y fracciones analíticas de ensilajes	49
40	Nivel de parámetros de calidad fermentativa de ensilajes	52



Cuadro		Página
41	Tendencias de cambio en nutrientes y fracciones analíticas de ensilajes a través del tiempo (1980-2000)	55
42	Correlaciones entre componentes nutricionales de ensilajes	67

**INDICE DE FIGURAS**

Figura		Página
1	Factores que determinan la calidad de un ensilaje	4
2	Calidad de fermentación en relación con el contenido de materia seca y pH de ensilajes	10
3	Evolución del contenido de proteína cruda en ensilaje premarchito de alfalfa	56
4	Evolución del contenido de fibra cruda en ensilaje premarchito de alfalfa	57
5	Evolución del contenido de proteína cruda en ensilaje directo de ballica de rotación	58
6	Evolución del contenido de energía metabolizable en ensilaje directo de ballica de rotación	58
7	Evolución del contenido de materia seca en ensilaje premarchito de ballica de rotación	60
8	Evolución del contenido de proteína cruda en ensilaje premarchito de ballica de rotación	60
9	Evolución del contenido de fibra cruda en ensilaje premarchito de ballica de rotación	61
10	Evolución del contenido de proteína cruda en ensilaje de maíz	62
11	Evolución del contenido de fibra cruda en ensilaje de maíz	63
12	Evolución del contenido de energía metabolizable en ensilaje directo de pradera	64

Figura	Página
13 Evolución del contenido de materia seca en ensilaje premarchito de pradera	65
14 Evolución del contenido de fibra cruda en ensilaje premarchito de pradera	65
15 Evolución del contenido de energía metabolizable en ensilaje premarchito de pradera	66

**INDICE DE ANEXOS**

Anexo		Página
1	Abreviaturas que describen parámetros composicionales o estadísticos	102
2	Nomenclatura de especies vegetales usadas en la confección de ensilajes	103
3	Metodología de análisis del Laboratorio de Nutrición (Universidad Austral de Chile)	104
4	Composición nutricional de ensilajes de la zona sur (1980-2000)	105
5	Extracto etéreo (%) en diferentes ensilajes de la zona sur (1980-2000)	113
6	Microminerales en ensilajes de la zona sur (1980-2000)	114

## 1 INTRODUCCION

Las explotaciones ganaderas del sur de Chile han experimentado una serie de cambios en el manejo del proceso productivo durante las últimas dos décadas. Esta situación se relaciona con la evolución económica de los mercados de la carne y leche, lo cual ha generado una permanente necesidad de incrementar la eficiencia tecnológica y productiva a nivel predial, para hacer dichas explotaciones viables desde el punto de vista comercial.

La producción pecuaria de la zona sur se basa mayoritariamente en el uso de praderas permanentes. La estacionalidad de la producción praterense hace imprescindible la conservación de forrajes, existiendo como alternativas la generación de heno o ensilaje. Las condiciones climáticas determinan que para el caso de la zona sur el ensilaje sea la forma de conservación más segura y eficiente para lograr el mínimo de pérdidas de nutrientes desde el forraje original, siempre que el proceso sea conducido adecuadamente.

La intensificación de los rubros ganaderos ha sido más notoria en la producción de leche. Aquí, la mejora genética de los rebaños a obligado a perfeccionar las técnicas asociadas con la alimentación para poder cumplir con requerimientos nutricionales cada vez más elevados. Bajo tales circunstancias es de vital importancia confeccionar ensilajes en forma óptima para lograr aportar en cantidad suficiente los nutrientes requeridos.

Las exigencias actuales del rubro lechero también han generado la necesidad de contar con algunos recursos forrajeros para ensilaje diferentes a la pradera permanente, tales como alfalfa (*Medicago sativa* L.), maíz (*Zea mays*

L.) y ballicas de rotación (*Lolium multiflorum* Lam.), como una forma de mejorar el aporte de nutrientes en determinadas épocas del año. Además, se han difundido tecnologías como el uso de aditivos y el premarchitamiento, buscando obtener ensilajes de una mejor calidad alimenticia.

En consecuencia, es de gran relevancia poder contar con información acerca de las características y evolución de la composición nutricional de los diferentes ensilajes, y del empleo de tecnologías que propenden hacia una mejor calidad de éstos, para poder tener una visión más completa y documentada respecto de éste importante tema. Considerando los antecedentes antes mencionados se proponen los siguientes objetivos:

Objetivo general:

- Caracterizar nutricionalmente los diversos tipos de ensilajes confeccionados por productores de la zona sur durante el período 1980-2000, analizados en el Laboratorio de Nutrición, perteneciente a la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Austral de Chile.

Objetivos específicos:

- Analizar la importancia de los ensilajes según material de origen y aplicación de tecnologías (uso de aditivos y premarchitamiento).
- Estudiar la evolución de la composición nutricional de ensilajes durante el período 1980-2000.
- Establecer el grado de correlación entre parámetros composicionales dentro de tipos de ensilajes.

## 2 REVISION BIBLIOGRAFICA

### 2.1 Conceptos sobre composición nutricional y calidad de ensilajes.

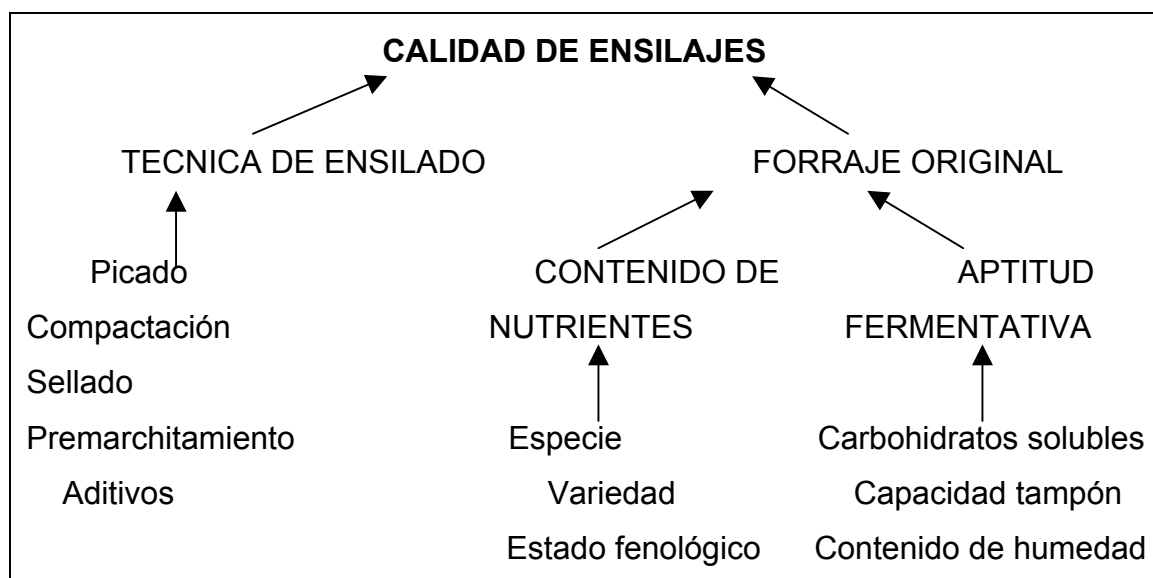
El ensilaje es un tipo de forraje conservado que se obtiene por fermentación parcial de carbohidratos solubles presentes en vegetales ricos en humedad, en los cuales se desea producir una disminución de pH para lograr su estabilización y conservación en el tiempo. Las condiciones anaeróbicas son fundamentales para un adecuado desarrollo del proceso fermentativo (MCDONALD, 1981; RIVAS, 1987; POND *et al.*, 1995; AGUILA, 1997; FORBES, 1998 y MERRY *et al.*, 2000).

La obtención de ensilajes de alto valor nutritivo se condiciona por una compleja interacción de factores. El resultado final del proceso conservativo se puede evaluar a través de análisis químicos, los cuales entregan información de los distintos parámetros composicionales y de calidad fermentativa involucrados (ELIZALDE y KLEIN, 1989; BARBER *et al.*, 1996; BEEVER, 1996 y CHERNEY, 2000).

**2.1.1 Factores.** El valor nutricional de un ensilaje está determinado principalmente por la composición del forraje al momento de la cosecha y por las modificaciones químicas acaecidas durante el proceso de ensilado. La calidad del ensilaje como alimento siempre será inferior a la del forraje fresco que le dio origen, siendo la magnitud de ésta disminución dependiente de las medidas que se adopten para conducir el proceso de conservación técnicamente en la forma más adecuada (ELIZALDE, 1994 y RUIZ, 1996). La gran diversidad de microorganismos participantes, que influyen en las

características y calidad del ensilaje, tendrán mayor o menor predominio de acuerdo al tipo de forraje y condiciones de ensilado (ANRIQUE, 1994a y MURDOCH, 1994).

BALOCCHI y LOPEZ (1991), señalan dos grupos principales de factores que determinan la calidad de un ensilaje: la técnica de ensilado y el forraje original utilizado en el proceso. La Figura 1 presenta los principales elementos asociados a dichos grupos.



**FIGURA 1 Factores que determinan la calidad de un ensilaje.**

FUENTE: BALOCCHI y LOPEZ (1991).

Como se puede apreciar en las publicaciones de BALOCCHI (1999a) y BALOCCHI (1999b), existe un gran interés por conocer el tipo de especie vegetal que está siendo destinada para la confección de ensilajes, así como también el nivel de aplicación de tecnologías que propenden hacia una mejor calidad nutricional del forraje conservado (uso de aditivos y premarchitamiento).



2.1.1.1 Especie ensilada. Según O'KIELY y MUCK (1998), los principales tipos de ensilajes confeccionados a nivel mundial se encuentran dentro de las siguientes categorías: pradera; maíz; alfalfa; cereales de aprovechamiento completo como avena (*Avena sativa* L.) y cebada (*Hordeum vulgare* L.); sorgo (*Sorghum vulgare* Pers.) y coronas de remolacha (*Beta vulgaris* L.).

En Chile, en las Regiones Novena y Décima, predomina ampliamente la pradera como recurso para confección de ensilajes, siendo complementada por cultivos forrajeros como alfalfa, avena y maíz. Esta situación se invierte en las Regiones Octava a la Metropolitana (BALOCCHI, 1999a).

2.1.1.2 Aditivos. Son compuestos específicos que se agregan durante la confección de ensilajes dentro del silo (sobre el forraje cortado) con el propósito de mejorar las condiciones de fermentación y conservación. Actúan de diferentes maneras, dependiendo del tipo utilizado (ELIZALDE et al., 1996).

Existen seis grupos principales de aditivos: (1) fuentes de carbohidratos fermentables como melaza, suero de quesería deshidratado y granos de cereales (ANRIQUE, 1991a; MARTI, 1992 y ELIZALDE et al., 1996); (2) aditivos acidificantes como ácidos minerales, ácidos orgánicos, mezclas de formaldehído con ácidos, y sales de ácidos (LATRILLE, 1991 y ELIZALDE et al., 1996); (3) aditivos biológicos como bacterias y enzimas (ANRIQUE, 1991a; MARTI, 1992; MERRY et al., 1993 y OLIVARES, 1994); (4) inhibidores del deterioro aeróbico como ácido propiónico y ácido fórmico (LATRILLE, 1991); (5) absorbentes como coseta seca de remolacha, pajas y henos (ALOMAR, 1991; HOFMANN, 1993; LATRILLE y ALOMAR, 1993 y OLIVARES, 1994); y (6) fuentes de nitrógeno no proteico como urea (PHIPPS y WILKINSON, 1985).

2.1.1.3 Premarchitamiento. Consiste en cortar el forraje y dejarlo secar en el terreno por 24 a 48 horas, para luego recolectarlo y ensilarlo con menor

contenido de humedad. El aumento en el nivel de materia seca se traduce en una mayor concentración de carbohidratos solubles y en una disminución de la capacidad tampón, todo lo cual es favorable para obtener una mejor fermentación. Además, se reducen las pérdidas totales de materia seca en el silo, mejorando en la mayoría de los casos su valor nutritivo (KLEIN, 1991).

Debido a su mayor contenido de materia seca, los ensilajes premarchitos se estabilizan a valores de pH más altos que los confeccionados por corte directo. Esto ocurre porque se produce un aumento en la presión osmótica durante el proceso fermentativo, lo que es favorable para inhibir el crecimiento y acción de bacterias perjudiciales (KLEIN, 1991 y GONZALEZ, 1994a).

El premarchitamiento reduce considerablemente la generación de efluentes desde el silo, lo cual tiene un doble efecto positivo: evita que se pierdan nutrientes y reduce la contaminación del medioambiente. Dicha menor pérdida de nutrientes se ve equiparada con cierto grado de pérdida de componentes nutricionales por respiración y fermentación durante el secado a campo (PICHARD y CUSSEN, 1994; ALOMAR, 1995 e HIRIART, 1998).

**2.1.2 Análisis de la composición química.** El análisis bromatológico de una muestra de ensilaje se efectúa para determinar la concentración de nutrientes presente en ella y medir parámetros fermentativos que son indicadores de la calidad del proceso (DUMONT, 1994).

2.1.2.1 Nutrientes y fracciones analíticas. Existen diversas metodologías y tipos de análisis aplicables a forrajes conservados (CHERNEY, 2000; DEAVILLE y FLINN, 2000; GIVENS *et al.*, 2000 y REEVES, 2000). Sin embargo, los análisis químicos tradicionales siguen siendo los de mayor uso en ensilajes, destacando

por su importancia materia seca, proteína cruda, energía, fibra y cenizas totales (RIVAS, 1985; WILKINSON, 1987; DUMONT, 1994 y CHERNEY, 2000).

2.1.2.1.1 Materia seca. El agua que posee un ensilaje no aporta nutrientes ni energía, por lo tanto debe ser excluida durante el análisis de la muestra. Usualmente indica el grado de premarchitamiento, reflejado en un valor de materia seca alto. En ensilajes de corte directo el valor absoluto de materia seca es menor al esperado, debido al arrastre de nutrientes generado por los efluentes (OWEN, 1994; PATTERSON y STEEN, 1994; MCDONALD *et al.*, 1999 y CHERNEY, 2000).

Según DUMONT (1994), la materia seca puede ser considerada como un indicador de calidad fermentativa en función de su relación con el valor final de pH alcanzado por los forrajes ensilados (ver en la sección donde se explica el pH, en la Figura 2).

2.1.2.1.2 Proteína cruda. Se determina el nitrógeno de la muestra y se multiplica por el factor 6,25. El resultado se calcula como un valor porcentual respecto de la materia seca. No todo el nitrógeno contenido en ensilajes es proteína, ya que existe una degradación de la fracción proteica conducente a la generación de nitrógeno no proteico (BEEVER, 1996 y CHERNEY, 2000).

2.1.2.1.3 Energía. La concentración de energía se calcula sometiendo la muestra de ensilaje a digestibilidad *in vitro* para determinar el porcentaje de materia orgánica digestible en la materia seca (“valor D”). Luego se usa dicho valor en ecuaciones de regresión o se multiplica por coeficientes. Normalmente se calcula como energía metabolizable por kilogramo de materia seca. La energía también puede ser estimada a través del contenido de fibra (ANRIQUE, 1987a; WERNLI, 1987; ANRIQUE, 1994b y ANRIQUE *et al.*, 1996).

2.1.2.1.4 Fibra. Existen tres tipos de análisis para la fibra presente en ensilajes: (1) fibra detergente ácido, la cual representa a la celulosa, lignina y sílice; (2) fibra detergente neutro, que representa el total de las paredes celulares (celulosa, hemicelulosa y lignina); y (3) fibra cruda, la cual no representa a ninguna fracción química definida, ponderando en forma solo parcial los contenidos de lignina, hemicelulosa y celulosa. Los análisis señalados entregan sus resultados expresados como porcentaje de la materia seca (VAN SOEST, 1994 y CHERNEY, 2000).

2.1.2.1.5 Cenizas totales. Representan el contenido de minerales y son determinadas por calcinación de la muestra a 550-600°C por 5 horas. Ensilajes que están contaminados con suelo aparecen normalmente altos en cenizas, con valores superiores a 10% (DUMONT, 1994 y CHERNEY, 2000).

2.1.2.2 Parámetros fermentativos. Los parámetros asociados con la calidad del proceso de fermentación son nitrógeno amoniacal y pH (WILKINSON, 1984; WILKINSON, 1987 y DUMONT, 1994).

2.1.2.2.1 Nitrógeno amoniacal. Según WILKINSON (1987), PICHARD y RYBERTT (1993) y BEEVER (1996), el nitrógeno amoniacal es uno de los indicadores principales de la calidad de fermentación, el cual se expresa como porcentaje del nitrógeno total. Debe ser medido en ensilajes que han estado cerrados como mínimo tres meses. La relación entre nitrógeno amoniacal, calidad de fermentación y consumo en ganado bovino se puede apreciar en el Cuadro 1.

CUADRO 1 Contenido de nitrógeno amoniacal en ensilajes y su relación con la calidad de fermentación y consumo animal.

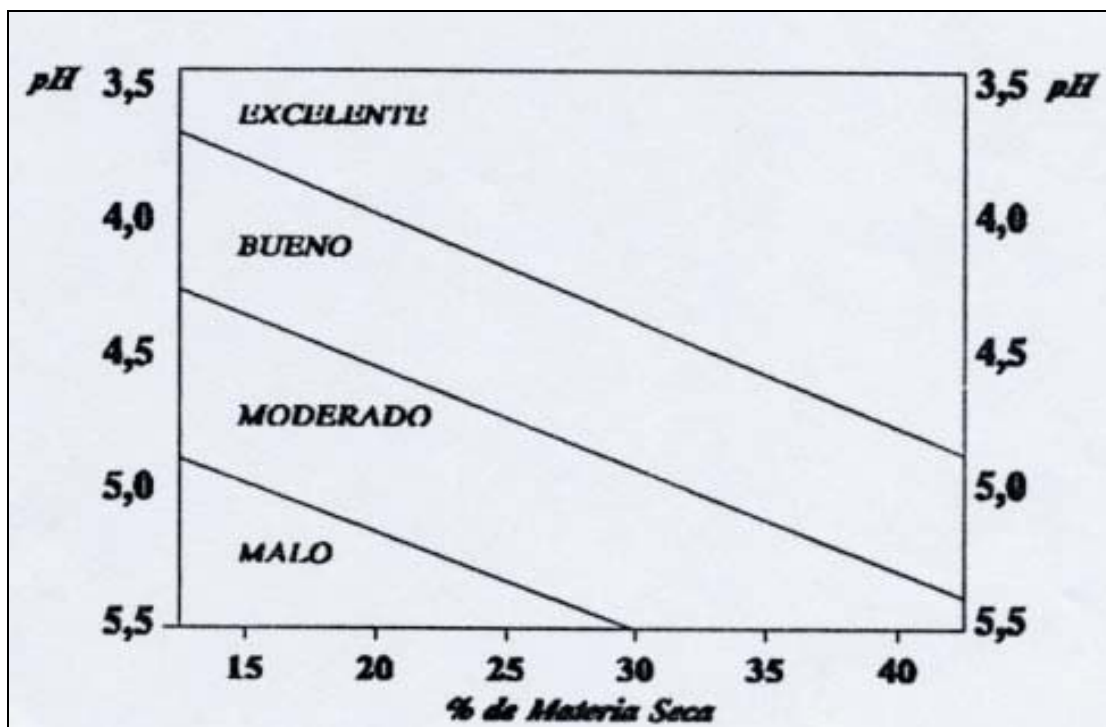
Nitrógeno amoniacal (% del nitrógeno total)	Calidad de fermentación	Consumo relativo (%)
0-5	Excelente	100
5-10	Buena	98
10-15	Moderada	95
>15	Deficiente	90

FUENTE: WILKINSON (1987).

2.1.2.2.2 pH. Es un indicador de la extensión de la fermentación. Cuanto más bajo sea su valor, mayor será la acidez presente en el ensilaje. Puede indicar calidad de preservación, pero no tan fidedignamente como el nitrógeno amoniacal (DUMONT, 1994).

El valor de pH final normalmente será más alto cuando se incrementa el contenido de materia seca, reflejando el hecho de que en forrajes con menor nivel acuoso la actividad bacteriana está más limitada, debido a la carencia de agua disponible para sus funciones vitales. La excepción ocurre en ensilajes que han sufrido fermentación secundaria, la cual genera un incremento gradual del valor de pH durante la permanencia del forraje dentro del silo (WILKINSON, 1987 y PICHARD y CUSSEN, 1994).

DUMONT (1994), indica que el pH es dependiente del contenido de materia seca del forraje ensilado. La relación entre estos dos parámetros, y su significado respecto de la calidad fermentativa se presentan en la Figura 2.



**FIGURA 2** Calidad de fermentación en relación con el contenido de materia seca y pH de ensilajes.

FUENTE: Thomas *et al.* (1991), citados por DUMONT (1994).

## 2.2 Importancia de los ensilajes en la zona sur.

La zona sur (Novena y Décima Regiones) es el área de mayor importancia en cuanto a producción láctea, concentrando el 77% de la producción nacional, generada por el 88% de los productores del país (ANRIQUE, 1999a y ANRIQUE, 1999b). En el Cuadro 2 se aprecia la relevancia de la zona sur dentro del territorio nacional respecto a dicho rubro pecuario, el cual genera una enorme demanda de alimentos de calidad, principalmente forrajes tanto frescos como conservados.

CUADRO 2 Indicadores globales de la importancia de la zona sur en producción de leche (% del total nacional).

	X Región	IX Región	Total zona sur
Productores	81	7	88
Vacas	62	12	74
Producción	64	13	77
Superficie	67	13	80

FUENTE: ANRIQUE (1999a).

Debido a las condiciones climáticas imperantes en la zona sur, existe una marcada estacionalidad en la producción de praderas permanentes, las cuales son el principal recurso alimenticio de la ganadería presente en dicho territorio. Esto obliga a conservar el excedente primaveral para suplir los requerimientos nutricionales del ganado en las épocas de menor crecimiento praterense. El período de suplementación invernal fluctúa generalmente entre 100 y 150 días, dependiendo de la zona agroecológica, las condiciones climáticas del año en particular y del tipo de sistema de producción (KLEIN, 1989a; KLEIN, 1990a; PICHARD, 1993; GONZALEZ, 1994b; NAVARRO, 1994; TORRES, 1994 y LANUZA *et al.*, 1996a).

A medida que los sistemas ganaderos han evolucionado hacia la intensificación, las necesidades y exigencias de la conservación de forrajes han cambiado drásticamente. En sistemas de tipo extensivo la cosecha de un determinado volumen de forraje de calidad media era tradicionalmente apropiada. Sin embargo, en rubros de elevadas exigencias, como la lechería, se ha generado la creciente necesidad de producir forrajes conservados de alto valor alimenticio (ELIZALDE y KLEIN, 1989; KLEIN, 1989b; STEHR, 1990; ANRIQUE, 1993; GONZALEZ y NAVARRO, 1993; KLEIN, 1994a; SIEBALD, 1994 y KLEIN, 1995).

KLEIN (1989a), señala que debido a la inestabilidad climática de primavera es común que no se disponga de tiempo suficiente para cortar y secar a campo la pradera para elaborar henos de calidad. Por este motivo la forma de conservación más recomendada es el ensilaje. LANUZA (1988), afirma que bajo las condiciones climáticas del sur se considera al ensilaje como la forma de conservación más segura y eficiente para lograr la menor pérdida de nutrientes desde el forraje original. Al respecto, BALOCCHI (1999a) concuerda con lo anterior, señalando que en la zona sur se acepta de manera creciente el ensilado como la técnica más conveniente de conservación.

BALOCCHI (1999a), indica que los productores pecuarios de la zona sur mayoritariamente realizan conservación de forrajes. La proporción y maneras de realizar dicha conservación se presentan en el Cuadro 3.

**CUADRO 3 Distribución relativa (%) de productores pecuarios respecto a la conservación de forrajes.**

	X Región sur •	X Región norte ••	IX Región
No conserva	14	12	5
Conserva	86	88	95
(a) Solo ensilaje	25	19	27
(b) Solo heno	9	16	21
(c) Ensilaje y heno	52	53	47

• X Región sur: provincias de Osorno y Llanquihue.

•• X Región norte: provincia de Valdivia.

FUENTE: BALOCCHI (1999a).

### **2.3 Características de los ensilajes de la zona sur.**

Son diversos los forrajes y tecnologías que se pueden usar en la confección de ensilajes. En la zona sur existen cultivos forrajeros alternativos



como alfalfa, avena, ballicas de rotación y maíz, pero la pradera permanente constituye el recurso más utilizado. Las tecnologías como el empleo de aditivos y premarchitamiento, en general no han tenido una difusión mayoritaria en el sur del país (GOIC e HIRIART, 1981; ELIZALDE *et al.*, 1990; KLEIN, 1990b; ANRIQUE, 1991b; ANRIQUE *et al.*, 1995 y BALOCCHI, 1999a).

**2.3.1 Recursos forrajeros utilizados.** Según BALOCCHI (1999a), la materia prima usada en la confección de ensilajes en las Regiones Novena y Décima proviene en más de un 90% de praderas rezagadas y en menos de un 10% de cultivos forrajeros, situación que se puede apreciar en el Cuadro 4.

**CUADRO 4 Distribución relativa (%) de la superficie destinada a ensilaje.**

	X Región sur	X Región norte	IX Región
<b>Pradera total</b>	92,8	87,1	91,1
(a) Artificial 1 año	9,6	12,7	28,0
(b) Artificial 2-3 años	25,9	18,0	39,8
(c) Artificial 4-5 años	17,9	15,9	12,2
(d) Mejorada	43,3	31,6	11,1
(e) Natural	0,5	8,9	0
<b>Cultivos total</b>	7,2	12,9	8,9
(a) Alfalfa	4,1	4,1	8,3
(b) Avena	1,6	0,5	0,6
(c) Maíz	1,5	3,4	0
% Superficie ensilada	27,3	32,9	30,9

FUENTE: BALOCCHI (1999a).

**2.3.2 Tecnologías aplicadas.** En la zona sur existen reportes del uso de aditivos y premarchitamiento desde el año 1980 en adelante, aunque con escasa difusión entre los productores (SANCHEZ, 1984; ANRIQUE, 1987b; ANRIQUE, 1987c; ANRIQUE, 1987d y CHILE, CORPORACION DE FOMENTO

DE LA PRODUCCION y COOPERATIVA AGRICOLA Y LECHERA DE LA UNION (CORFO-COLUN), 1988). Desde 1990 en adelante ambas tecnologías han aumentado en importancia, sin embargo no han alcanzado los niveles de uso y aprovechamiento experimentados en Norteamérica y Europa (JARRIGE *et al.*, 1984; ZIMMER y WILKINS, 1984; MARAMBIO, 1987; ANRIQUE *et al.*, 1995; GORDON, 1996 y BALOCCHI, 1999a).

2.3.2.1 Uso de aditivos. BALOCCHI (1999a), indica que el 23% de los productores pecuarios de las Regiones Novena y Décima utilizan aditivos, predominando los tipos absorbentes y biológicos, situación que se expone en el Cuadro 5.

**CUADRO 5 Distribución relativa (%) de la utilización de aditivos.**

	X Región sur	X Región norte	IX Región
No utiliza	88,3	67,8	73,3
Utiliza	11,7	32,2	26,7
(a) Biológico	3,1	11,1	0
(b) Coseta	2,7	8,0	6,7
(c) Heno	0,4	3,0	6,7
(d) Melaza	3,1	1,0	0
(e) Otros	2,4	9,1	13,3

FUENTE: BALOCCHI (1999a).

2.3.2.2 Uso de premarchitamiento. BALOCCHI (1999a), señala que la utilización de esta técnica en la zona sur abarca a menos de un 25% del total de productores. Los tipos de ensilajes según el nivel de materia seca del forraje conservado son presentados en el Cuadro 6.

**CUADRO 6 Distribución relativa (%) de tipos de ensilajes según el nivel de materia seca.**

	X Región sur	X Región norte	IX Región
Directo	83,4	73,6	59,1
Premarchito	13,8	26,4	22,7
Henilaje •	0,6	0	0
Directo y premarchito	2,2	0	18,2

• Ensilaje con alto grado de premarchitamiento (materia seca mayor a 55-60%).

FUENTE: BALOCCHI (1999a).

**2.3.3 Composición nutricional y calidad.** Los principales tipos de ensilajes utilizados en la zona sur son los de pradera permanente, maíz, alfalfa y avena (sola o asociada con pradera), además de ballicas de rotación y algunos recursos de importancia reciente como triticale (*Triticum aestivum* L. x *Secale cereale* L.) y cebada (CUEVAS, 1987; STEHR, 1987; STEHR, 1991; KLEIN, 1992; HARGREAVES, 1994a; HARGREAVES, 1994b; LANUZA *et al.*, 1996b; ROJAS *et al.*, 1997; GOIC y PONCE, 1999 y ROJAS y CATRILEO, 2000).

2.3.3.1 Ensilaje de pradera. Estudios realizados en la zona sur (SANCHEZ, 1984; ANRIQUE *et al.*, 1987 y ANRIQUE *et al.*, 1995) demuestran que más de la mitad de los ensilajes de pradera poseen menos de 10% de proteína cruda. Al respecto, KLEIN (1989a) concuerda con este bajo tenor proteico, y agrega que la energía es generalmente moderada a baja.

Una recopilación de valores de diferentes publicaciones respecto a la composición nutricional de ensilajes de pradera de la zona sur son presentados en el Cuadro 7 (las abreviaturas utilizadas para los nutrientes y fracciones analíticas se explican en el Anexo 1).

**CUADRO 7 Aporte nutricional promedio de ensilaje de pradera directo.**

MS	PC	FC	EM	pH	N-NH <sub>3</sub>	Ca	P	FUENTE
%	%	%	Mcal/kg		%	%	%	
20,0	9,5	32,0	1,90	-----	-----	0,40	0,20	ANRIQUE (1981)
24,4	9,2	-----	-----	4,4	10,3	0,50	0,10	SANCHEZ (1984)
26,0	9,7	35,0	2,22	-----	-----	0,56	0,16	ANRIQUE <u>et al.</u> (1985)
19,2	12,4	32,7	2,46	-----	-----	0,57	0,21	ANRIQUE <u>et al.</u> (1985)
21,8	11,0	32,2	2,22	-----	-----	0,57	0,21	ANRIQUE <u>et al.</u> (1987)
19,5	7,5	-----	2,24	3,8	9,1	-----	-----	CORFO-COLUN (1988)
20,4	11,9	33,2	2,29	-----	-----	-----	-----	KLEIN (1989a)
21,7	12,0	-----	2,16	4,3	9,5	0,60	0,26	DUMONT (1994)
22,1	9,2	34,8	2,20	4,2	9,5	0,53	0,22	ANRIQUE <u>et al.</u> (1995)
19,8	12,3	32,6	2,35	4,1	9,6	0,59	0,30	ANRIQUE <u>et al.</u> (1995)
20,0	15,9	28,5	2,50	4,2	10,2	0,62	0,28	ANRIQUE <u>et al.</u> (1995)

El uso de premarchitamiento en ensilajes de pradera ha producido resultados favorables, mejorando el contenido de nutrientes y la calidad fermentativa, aunque no en todos los casos se cumple dicha situación (ANRIQUE, 1987c y ANRIQUE et al., 1995). Algunos ejemplos son presentados en el Cuadro 8.

**CUADRO 8 Aporte nutricional promedio de ensilaje de pradera premarchito.**

MS	PC	FC	EM	pH	N-NH <sub>3</sub>	Ca	P	FUENTE
%	%	%	Mcal/kg		%	%	%	
34,0	10,0	-----	-----	4,1	7,7	0,40	0,20	SANCHEZ (1984)
25,9	12,1	-----	2,31	3,9	5,1	-----	-----	CORFO-COLUN (1988)
28,1	11,9	29,4	2,46	4,1	8,8	0,53	0,28	ANRIQUE <u>et al.</u> (1995)
31,1	14,3	-----	-----	4,4	9,6	-----	-----	LANUZA <u>et al.</u> (1996a)

2.3.3.2 Ensilaje de maíz. El ensilaje de maíz ha sido empleado en la zona sur desde hace varias décadas, especialmente por productores de mayores recursos económicos. Sin embargo, existe poca información respecto de su composición nutricional y calidad actual, de acuerdo con las nuevas variedades híbridas desarrolladas en el país (CORTES y SILVA, 1995; LOPEZ, 1995 y KLEIN et al., 1996).

Según LANUZA (1990), RUIZ (1991) y KLEIN (1994b), el contenido de materia seca está bajo el rango óptimo (27-32%), perjudicando el aporte energético. Además, el nivel proteico es reducido (7-9%), aunque dentro de los valores normales para la especie.

En el Cuadro 9 se resumen valores de composición nutricional obtenidos por agricultores de la zona sur en diferentes épocas.

**CUADRO 9 Aporte nutricional promedio de ensilaje de maíz.**

MS	PC	FC	EM	pH	N-NH <sub>3</sub>	Ca	P	FUENTE
%	%	%	Mcal/kg		%	%	%	
21,6	8,4	27,8	2,53	----	----	0,28	0,20	ANRIQUE (1981)
26,0	8,4	26,0	2,57	----	----	0,28	0,20	ANRIQUE (1981)
19,1	9,0	32,0	2,45	----	----	0,27	0,13	ANRIQUE <u>et al.</u> (1985)
24,6	8,4	27,2	2,69	----	----	0,26	0,13	ANRIQUE <u>et al.</u> (1985)
31,1	8,7	25,4	2,69	----	----	0,26	0,13	ANRIQUE <u>et al.</u> (1985)
18,0	8,6	31,2	2,45	----	----	----	----	ANRIQUE <u>et al.</u> (1987)
22,5	8,1	26,7	2,51	----	----	0,28	0,16	ANRIQUE <u>et al.</u> (1987)
29,0	8,0	23,9	2,55	----	----	----	----	ANRIQUE <u>et al.</u> (1987)
22,2	7,5	----	2,45	3,7	9,4	----	----	CORFO-COLUN (1988)
26,7	8,5	----	2,58	3,9	7,6	0,22	0,17	KLEIN (1991)
28,1	8,1	----	2,40	3,9	7,3	0,20	0,16	DUMONT (1994)
25,0	7,2	----	2,75	----	----	0,13	0,14	KLEIN (1994b)
18,6	8,4	29,9	2,49	3,7	10,0	0,26	0,17	ANRIQUE <u>et al.</u> (1995)
23,7	8,1	25,9	2,58	3,9	9,6	0,26	0,17	ANRIQUE <u>et al.</u> (1995)
30,0	7,6	22,7	2,61	3,9	8,2	0,23	0,15	ANRIQUE <u>et al.</u> (1995)
21,8	9,2	----	2,49	3,8	7,9	----	----	KLEIN <u>et al.</u> (1996)
25,5	8,5	----	2,57	3,9	11,1	----	----	KLEIN <u>et al.</u> (1996)
30,0	8,1	----	2,62	3,9	9,1	----	----	KLEIN <u>et al.</u> (1996)

2.3.3.3 Ensilaje de alfalfa. Desde el año 1990 en adelante se ha difundido la alfalfa como cultivo forrajero en las Regiones Novena y Décima (SOTO, 1990 y KLEIN, 1991). El nivel proteico está bajo su potencial, desaprovechándose la principal ventaja que el recurso ofrece (ROMERO, 1990; KLEIN, 1991 y KLEIN, 1994c). Los Cuadros 10 y 11 presentan su composición nutricional en la zona sur, demostrando los beneficios de premarchitar, debido a la obtención de mayores valores de proteína cruda y energía metabolizable, además de una superior calidad fermentativa.

**CUADRO 10 Aporte nutricional promedio de ensilaje de alfalfa directo.**

MS	PC	FC	EM	pH	N-NH <sub>3</sub>	Ca	P	FUENTE
%	%	%	Mcal/kg		%	%	%	
20,2	17,7	-----	2,02	5,3	18,5	1,39	0,26	KLEIN (1991)
19,9	17,8	-----	2,02	5,3	19,9	-----	-----	KLEIN (1994c)
20,0	18,4	-----	2,16	4,5	10,7	-----	-----	KLEIN (1994c)
19,2	20,3	30,6	2,15	5,0	9,4	1,39	0,30	ANRIQUE <u>et al.</u> (1995)

**CUADRO 11 Aporte nutricional promedio de ensilaje de alfalfa premarchito.**

MS	PC	FC	EM	pH	N-NH <sub>3</sub>	Ca	P	FUENTE
%	%	%	Mcal/kg		%	%	%	
34,4	22,4	-----	2,51	4,5	8,8	-----	-----	KLEIN (1994c)
34,0	20,0	-----	2,27	4,5	9,0	-----	-----	KLEIN (1994c)
35,8	20,6	-----	2,24	4,5	9,0	-----	-----	KLEIN (1994c)
33,3	20,9	28,0	2,24	4,4	11,5	1,82	0,29	ANRIQUE <u>et al.</u> (1995)
35,7	20,4	-----	2,26	4,7	8,3	-----	-----	KLEIN (1998)

2.3.3.4 Ensilaje de avena y avena-pasto. La avena, sola o asociada a pradera, se ha caracterizado por dar origen a ensilajes que poseen niveles proteicos reducidos, acompañados de un contenido energético que es moderado a bajo (ANRIQUE et al., 1983; SANCHEZ, 1984; ANRIQUE et al., 1985; BALOCCHI, 1987 y ANRIQUE et al., 1995).

Según lo reportado por ANRIQUE (1987b) y ANRIQUE et al. (1995), sobre un 80% de los ensilajes de avena y avena-pasto poseen menos de 10% de proteína cruda. Los Cuadros 12 y 13 presentan valores composicionales característicos para la zona sur.

**CUADRO 12 Aporte nutricional promedio de ensilaje de avena.**

MS	PC	FC	EM	pH	N-NH <sub>3</sub>	Ca	P	FUENTE
%	%	%	Mcal/kg		%	%	%	
20,0	7,0	34,6	1,90	-----	-----	0,31	0,37	ANRIQUE (1981)
24,6	6,6	-----	-----	4,0	8,2	0,30	0,10	SANCHEZ (1984)
24,9	7,5	36,5	2,16	-----	-----	0,32	0,14	ANRIQUE <u>et al.</u> (1987)
18,8	11,4	34,1	2,38	-----	-----	0,32	0,14	ANRIQUE <u>et al.</u> (1987)
24,0	6,3	-----	2,41	4,2	8,2	-----	-----	CORFO-COLUN (1988)
23,9	7,7	36,1	2,11	4,2	7,5	0,59	0,37	ANRIQUE <u>et al.</u> (1995)
17,9	14,1	35,6	2,52	4,6	7,1	-----	-----	ANRIQUE <u>et al.</u> (1995)

**CUADRO 13 Aporte nutricional promedio de ensilaje de avena-pasto.**

MS	PC	FC	EM	pH	N-NH <sub>3</sub>	Ca	P	FUENTE
%	%	%	Mcal/kg		%	%	%	
23,9	8,6	34,7	2,19	-----	-----	0,30	0,18	ANRIQUE (1981)
24,3	7,0	-----	-----	4,2	9,1	0,50	0,20	SANCHEZ (1984)
25,1	8,9	37,7	2,15	-----	-----	0,34	0,12	ANRIQUE <u>et al.</u> (1985)
22,9	9,9	34,1	2,32	-----	-----	0,44	0,21	ANRIQUE <u>et al.</u> (1985)
22,3	7,9	36,6	2,18	-----	-----	0,51	0,17	ANRIQUE <u>et al.</u> (1987)
21,5	11,7	33,2	2,38	-----	-----	0,51	0,17	ANRIQUE <u>et al.</u> (1987)
18,6	9,0	-----	2,28	4,0	8,2	-----	-----	CORFO-COLUN (1988)
22,4	8,3	35,9	2,23	4,2	14,4	0,58	0,15	ANRIQUE <u>et al.</u> (1995)
22,0	12,0	32,6	2,41	4,0	-----	1,12	0,25	ANRIQUE <u>et al.</u> (1995)



## MATERIAL Y METODO

### 3.1 Origen de la información.

El Laboratorio de Nutrición del Instituto de Producción Animal, perteneciente a la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Austral de Chile, ha generado una gran cantidad de información de la composición nutricional de ensilajes durante el período 1980-2000, la cual tiene su origen mayoritariamente en muestras de agricultores de la zona sur.

Parte de esta información fue recopilada en las tablas de composición de alimentos para el ganado en la zona sur (ANRIQUE et al., 1985 y ANRIQUE et al., 1995). El resto de los datos no incluidos en dichas publicaciones, junto con los análisis posteriores a ellas (hasta diciembre de 2000), constituyen una interesante fuente de información para actualizar los conocimientos que se tienen respecto del tema de los ensilajes en el sur de Chile.

### 3.2 Recopilación de datos.

El proceso de recopilación de información consideró la composición nutricional de ensilajes de la base de datos original, usada en las publicaciones de ANRIQUE et al. (1985) y ANRIQUE et al. (1995), y la toma de datos desde los informes de laboratorio de aquellas muestras no incluidas en dicha base y de todas las correspondientes al período 1994-2000. La información se acopió en el programa computacional Microsoft Excel 97 para Windows 98.

**3.2.1 Base de datos original.** Constituida por 45 tipos y categorías diferentes de ensilajes, con un número total de 1364 muestras analizadas. Cada muestra incluye año y número correlativo de ingreso, con el detalle individual de los siguientes nutrientes y fracciones analíticas: materia seca, cenizas totales, proteína cruda, extracto etéreo, fibra cruda, fibra detergente ácido, energía metabolizable, nitrógeno amoniacal, pH, calcio, fósforo, magnesio y potasio.

**3.2.2 Ampliación de la base de datos original.** La toma de datos se realizó desde formularios de recepción de muestras e informes de resultados de análisis, documentos archivados en orden correlativo en el Laboratorio de Nutrición.

En la base de datos ampliada se incluyeron todas las muestras correspondientes al período 1994-2000, además de aquellas no incluidas en la base original, incorporando el detalle individual de los parámetros composicionales señalados para la base preexistente. Además, se incluyeron análisis adicionales como fibra detergente neutro y minerales de determinación poco frecuente tales como cobre, hierro, manganeso y zinc.

3.2.2.1 Depuración de la información de la base de datos ampliada. Se procedió a revisar individualmente las muestras de la base de datos ampliada. Aquellas con identificación dudosa o con información analítica incompleta fueron eliminadas. Además, se encontraron muestras mal clasificadas, las cuales se trasladaron a las categorías pertinentes.

3.2.2.2 Información final contenida en la base de datos ampliada. La base ampliada y revisada se utilizó como fuente de información para el presente estudio, quedando constituida por 3918 muestras, distribuidas en 46 tipos y categorías diferentes de ensilajes, con un total de 26447 datos analíticos.

### **3.3 Análisis de la información.**

Los análisis se dividieron en dos modalidades: descriptivos y estadísticos.

**3.3.1 Análisis descriptivos.** Se realizaron cuadros para destacar la importancia absoluta y relativa a través del tiempo según tipo de ensilaje, uso de tecnologías (aditivos y premarchitamiento) y nivel de algunos parámetros composicionales específicos (contenido de materia seca en ensilaje de maíz y contenido de proteína cruda en ensilaje de pradera directa).

**3.3.2 Análisis estadísticos.** Dentro de cada tipo y categoría de ensilaje se procedió a calcular el valor promedio, la desviación estándar del promedio y el número de muestras en que se basaron los cálculos, para los diferentes nutrientes y fracciones analíticas. Para ello se utilizaron las fórmulas del programa computacional Microsoft Excel 97 para Windows 98.

También se usó la estadística para determinar la evolución de la composición nutricional y para establecer correlaciones entre diferentes parámetros composicionales. Los análisis se efectuaron con el programa computacional SAS System para Windows (v 6.12) y se aplicaron en aquellos tipos y categorías de ensilajes con un número de muestras elevado (alfalfa, ballica de rotación y pradera, cada uno confeccionado por corte directo y premarchito, además de maíz).

**3.3.2.1 Evolución de la composición nutricional de ensilajes.** Se realizaron análisis de regresión lineal para los siguientes nutrientes y fracciones analíticas en relación con los años: materia seca, cenizas totales, proteína cruda, fibra cruda, energía metabolizable, nitrógeno amoniacal y pH.

La fórmula que se utilizó en cada caso fue la siguiente:

$$y = a + bx \quad (3.1)$$

donde:  $y$  = nivel del componente (nutriente o fracción analítica).

$x$  = año.

$a$  = intercepto.

$b$  = coeficiente de regresión (tasa de cambio).

En cada caso el programa computacional calculó el coeficiente de determinación ( $r^2$ ), el cual representa el grado de explicación o influencia de  $x$  sobre  $y$ . Además, se calculó la probabilidad ( $p$ ) de que la pendiente sea igual a cero, para determinar si existen tendencias de cambio a través del tiempo (STEEL y TORRIE, 1997 y DEVORE, 2001).

El teorema del límite central, planteado por DEVORE (2001), indica que si en una muestra aleatoria se supera el número mínimo de 120 datos dicha muestra posee una distribución normal (situación que se favorece en la medida que el número de datos sea mayor). De acuerdo a esto, como el conjunto de datos usado en el desarrollo de cada regresión fue ampliamente superior a la cifra antes señalada, se consideró que se cumple con las condiciones de normalidad.

3.3.2.2 Correlaciones entre parámetros composicionales de ensilajes. Se realizaron correlaciones para medir el grado de asociación lineal entre pares de variables, considerando los siguientes nutrientes y fracciones analíticas: materia seca, cenizas totales, proteína cruda, fibra cruda, fibra detergente ácido, fibra detergente neutro, energía metabolizable, nitrógeno amoniacal, pH, calcio, fósforo, magnesio y potasio. En cada caso se calculó la probabilidad ( $p$ ) de que no exista correlación entre las variables estudiadas (STEEL y TORRIE, 1997 y DEVORE, 2001).

## 4 PRESENTACION Y DISCUSION DE RESULTADOS

### 4.1 Características de la producción de ensilajes.

En esta sección se expone información referente a los cambios que han acaecido en la producción de ensilajes durante el período 1980-2000. La realidad presentada corresponde principalmente a la de agricultores medianos y grandes de la Novena y Décima Regiones, los cuales envían sus muestras para ser analizadas en el Laboratorio de Nutrición de la Universidad Austral de Chile. El aporte de información desde la pequeña agricultura es escaso o nulo.<sup>1</sup>

**4.1.1 Tipos de ensilajes.** El número de muestras de ensilaje analizadas entre los años 1980 y 2000 permite señalar que las categorías más importantes según el tipo de recurso ensilado y en orden de importancia decreciente son pradera permanente, maíz, ballica de rotación, alfalfa, avena-pasto y avena. Estas categorías representan en conjunto un 93% del total de muestras analizadas en dicho período (3655 muestras de un total de 3918).

La importancia de estas categorías a través del período estudiado se puede observar en el Cuadro 14, donde se presentan las frecuencias absolutas (número total de muestras analizadas de cada tipo de ensilaje dentro del período correspondiente) y relativas (porcentaje de cada tipo de ensilaje dentro del total de muestras analizadas en cada período) para los principales recursos forrajeros utilizados.

---

<sup>1</sup> FUCHSLOCHER, R. (2001). Tec. Med. Directora del Laboratorio de Nutrición, Universidad Austral de Chile. Comunicación personal.

**CUADRO 14 Evolución de las diferentes categorías de ensilajes de la zona sur (1980-2000).**

Tipo de ensilaje	Frecuencia absoluta					Frecuencia relativa (%)				
	1980	1985	1990	1995	1980	1980	1985	1990	1995	1980
	1984	1989	1994	2000	2000	1984	1989	1994	2000	2000
Alfalfa	0	1	52	184	237	0	0	6	9	6
Avena	14	30	20	16	80	5	5	2	1	2
Avena-pasto	32	62	35	35	164	12	11	4	1	4
Ballica rotación•	1	27	72	316	416	0	5	8	15	11
Maíz	106	98	153	243	600	38	17	16	11	15
Pradera	118	334	537	1169	2158	43	57	58	55	55
Otros**	5	30	54	174	263	2	5	6	8	7
Total período	276	582	923	2137	3918	100	100	100	100	100

• Ballicas anuales y bianuales.

\*\* Categorías de ensilajes con número de muestras reducido (ver en Anexo 4).

El análisis del Cuadro 14 permite señalar que a través de los años se ha incrementado el número de muestras de ensilaje recibidas por el Laboratorio de Nutrición, lo cual posiblemente es un reflejo del creciente empleo del ensilado como método de conservación en el sur de Chile, hecho que es corroborado por BALOCCHI (1999a), y/o que ha aumentado el interés por conocer su composición nutricional. Se observa que en el período comprendido entre 1980 y 1984 se recibieron solo 276 muestras, las cuales representan un 7% de las 3918 muestras del período completo (1980-2000). Entre 1985 y 1989 se recibieron 582 muestras (15%), cifra que aumentó a 923 muestras (24%) entre 1990 y 1994. Finalmente, en el período comprendido entre 1995 y 2000 se llegó a 2137 muestras (54%).

Este incremento sostenido concuerda con lo señalado por LANUZA (1988), KLEIN (1989a) y BALOCCHI (1999a), respecto a que el ensilado constituye el método de conservación de forrajes más recomendado de acuerdo con la realidad climática y productiva ganadera de la zona sur de Chile, y que

éste debería utilizarse en mayor cantidad que los forrajes conservados como heno.

Asimismo, el Cuadro 14 indica que en términos absolutos el número de muestras de ensilajes de alfalfa, ballica de rotación, maíz y pradera ha aumentado a través del tiempo. Los ensilajes de avena y avena-pasto han quedado relegados, con recepciones de muestras moderadas. En términos relativos el número de muestras de ensilajes de alfalfa, ballica de rotación y pradera ha aumentado a través del tiempo (especialmente en los dos primeros) y los ensilajes de avena, avena-pasto y maíz han experimentado una disminución de su importancia dentro del total.

También se aprecia la preferencia de los productores de la zona sur por la pradera permanente como recurso para ensilar (55% del total de muestras del período 1980-2000). Le siguen en orden de importancia decreciente los ensilajes de maíz (15%), ballica de rotación (11%), alfalfa (6%), avena-pasto (4%) y avena (2%).

La importancia del ensilaje de pradera se ha mantenido a través de los años. Esto se debe a una serie de razones, señaladas por CUEVAS (1987) y ratificadas por BALOCCHI (1999a): (1) la pradera es el recurso forrajero más abundante en la mayoría de los predios (en muchos casos es el único recurso disponible); (2) el costo del ensilaje producido a partir de praderas es inferior al de otros recursos; (3) el valor nutritivo obtenido es alto cuando el manejo técnico y la época de corte son óptimos; y (4) la confección de ensilaje es parte de una estrategia de manejo racional de la pradera.

El ensilaje de maíz sigue siendo un alimento importante en la zona sur, especialmente con el desarrollo de híbridos precoces de período de crecimiento inferior a 130-150 días, los cuales permiten una cosecha con adecuado nivel de

materia seca, factor que es determinante del contenido energético el cual representa el principal aporte nutricional de éste recurso (KLEIN, 1994b y CORTES y SILVA, 1995).

Otros recursos de creciente difusión, especialmente en los últimos años, son las ballicas de rotación y la alfalfa. En el Cuadro 14 se puede apreciar que en el último período (1995-2000) hubo un aumento en su utilización, debido principalmente a la introducción de nuevas variedades mejoradas de ballicas anuales y bianuales (DEMANET, 1994 y LOPEZ, 1996) y a la consolidación de tecnologías que permiten un adecuado aprovechamiento de la alfalfa, como el premarchitamiento y en menor grado el uso de aditivos (KLEIN, 1991 y KLEIN, 1994c).

La disminución de los ensilajes de avena (sola o asociada a pradera), tradicionalmente de gran popularidad en la zona sur por su diversidad de usos y fácil establecimiento (BALOCCHI, 1987), puede atribuirse a su bajo aporte de proteína y energía, nutrientes que son fundamentales en la producción lechera intensiva actual.

**4.1.2 Tecnologías empleadas.** Los ensilajes se pueden intentar mejorar a través del uso de tecnologías tales como el empleo de aditivos y premarchitamiento, las cuales propenden hacia un mayor valor alimenticio del forraje conservado y también hacia un consumo más alto por parte del ganado (LATRILLE, 1987; GONZALEZ, 1994a y GORDON, 1996).

4.1.2.1 Uso de aditivos. La evolución en el empleo de aditivos en ensilajes de alfalfa, ballica de rotación y pradera se presenta en los Cuadros 15, 16 y 17 respectivamente.



**CUADRO 15 Uso de aditivos en ensilaje de alfalfa.**

Período	Frecuencia absoluta		Frecuencia relativa (%)	
	Sin aditivo	Con aditivo	Sin aditivo	Con aditivo
1980-1984	0	0	0	0
1985-1989	1	0	100	0
1990-1994	52	0	100	0
1995-2000	163	21	89	11

**CUADRO 16 Uso de aditivos en ensilaje de ballica de rotación.**

Período	Frecuencia absoluta		Frecuencia relativa (%)	
	Sin aditivo	Con aditivo	Sin aditivo	Con aditivo
1980-1984	1	0	100	0
1985-1989	27	0	100	0
1990-1994	71	1	99	1
1995-2000	279	37	88	12

**CUADRO 17 Uso de aditivos en ensilaje de pradera.**

Período	Frecuencia absoluta		Frecuencia relativa (%)	
	Sin aditivo	Con aditivo	Sin aditivo	Con aditivo
1980-1984	117	0	100	0
1985-1989	333	0	100	0
1990-1994	522	8	98	2
1995-2000	1048	81	93	7

En términos tanto absolutos como relativos la utilización de aditivos en ensilajes de alfalfa, ballica de rotación y pradera ha aumentado a través del tiempo. Se aprecia que en los tres casos no existe un uso reportado anterior a 1990, y es en el período comprendido entre 1995 y 2000 donde se alcanza el mayor empleo de dicha tecnología (11%, 12% y 7% respectivamente).

A pesar de la tendencia al aumento, el uso de aditivos no ha alcanzado el nivel de difusión y aprovechamiento experimentado en Norteamérica y Europa (JARRIGE *et al.*, 1984; MARAMBIO, 1987; WILKINSON, 1987 y GORDON, 1996). BALOCCHI (1999a), concuerda con lo anterior y señala que la utilización promedio en el medio nacional puede considerarse como baja.

El aumento observado se explica debido al hecho que en la zona sur los ensilajes se confeccionan mayoritariamente por corte directo (ANRIQUE *et al.*, 1996) y como lo señala BALOCCHI (1999a), los elevados niveles de agua incluidos en éstos forrajes diluyen los carbohidratos solubles, lo cual dificulta la fermentación, y contribuye a incrementar las pérdidas de materia seca a través de la generación de efluentes. En este tipo de situaciones se realza el valor del uso de aditivos apropiados, ya sean del tipo absorbente, acidificante o biológico.

El uso de aditivos es particularmente importante en el ensilaje de alfalfa, ya que ésta especie posee menor cantidad de carbohidratos solubles comparada con la pradera permanente (dominada por gramíneas) y con las ballicas de rotación, además de manifestar una mayor resistencia a la disminución de pH (alta capacidad tampón). Lo señalado implica que si la alfalfa es ensilada en forma directa, obligatoriamente necesita de aditivos apropiados para evitar fermentaciones de tipo clostridial, las cuales generan elevadas pérdidas de materia seca y nutrientes (KLEIN, 1991 y KLEIN, 1992).

El reducido nivel proteico del ensilaje de maíz no es suficiente para sostener un alto nivel productivo (especialmente en el rubro lechero) y hace necesaria la suplementación con éste nutriente (CHURCH, 1993 y KLEIN, 1994b). Al respecto, existen varias alternativas para solucionar dicho problema, las cuales según LANUZA (1990) y KLEIN (1994b) son la utilización de: (1) suplementos de tipo proteico; (2) forrajes ricos en proteína; y (3) nitrógeno no proteico (urea).

La evolución en el empleo de urea como aditivo en ensilaje de maíz se presenta en el Cuadro 18.

**CUADRO 18 Uso de aditivos en ensilaje de maíz.**

Período	Frecuencia absoluta		Frecuencia relativa (%)	
	Sin aditivo	Con aditivo urea	Sin aditivo	Con aditivo urea
1980-1984	97	9	92	8
1985-1989	96	2	98	2
1990-1994	148	5	97	3
1995-2000	239	4	98	2

Se aprecia que en forma tanto absoluta como relativa el uso de urea en ensilajes de maíz ha disminuido a través del tiempo. En términos relativos descendió de un 8% entre 1980 y 1984, a un 2% entre 1995 y 2000. Esta situación se explica, según KLEIN (1994b), por el uso creciente de otros alimentos (forrajes o concentrados ricos en proteína) como complemento al ensilaje de maíz en raciones para ganado lechero.

4.1.2.2 Uso de premarchitamiento. La evolución del premarchitamiento como tecnología aplicada en ensilajes de alfalfa, ballica de rotación y pradera se presenta en los Cuadros 19, 20 y 21 respectivamente.

**CUADRO 19 Uso de premarchitamiento en ensilaje de alfalfa.**

Período	Frecuencia absoluta		Frecuencia relativa (%)	
	Directo	Premarchito	Directo	Premarchito
1980-1984	0	0	0	0
1985-1989	0	0	0	0
1990-1994	25	27	48	52
1995-2000	49	115	30	70

**CUADRO 20 Uso de premarchitamiento en ensilaje de ballica de rotación.**

Período	Frecuencia absoluta		Frecuencia relativa (%)	
	Directo	Premarchito	Directo	Premarchito
1980-1984	1	0	100	0
1985-1989	26	1	96	4
1990-1994	63	8	89	11
1995-2000	171	108	61	39

**CUADRO 21 Uso de premarchitamiento en ensilaje de pradera.**

Período	Frecuencia absoluta		Frecuencia relativa (%)	
	Directo	Premarchito	Directo	Premarchito
1980-1984	111	6	95	5
1985-1989	320	13	96	4
1990-1994	464	58	89	11
1995-2000	856	192	82	18

En términos tanto absolutos como relativos la utilización de premarchitamiento en ensilajes de alfalfa, ballica de rotación y pradera se ha incrementado a través del tiempo, destacando el período comprendido entre 1995 y 2000 donde se alcanza la mayor incidencia de dicha tecnología (70%, 39% y 18% respectivamente).

Esta situación es consistente con lo indicado por BALOCCHI (1999a), el cual afirma que el uso de esta técnica está incrementando su importancia en la zona sur del país, situación que contrasta con la realidad del período anterior al año 1990, donde su utilización era escasa, de 6% y 3% para ensilajes de pradera según SANCHEZ (1984) y CORFO-COLUN (1988) respectivamente.

El premarchitamiento es una técnica de gran importancia en la confección de ensilajes de alfalfa, debido a su escaso nivel de azúcares y su

elevada capacidad tampón (KLEIN, 1992). Es común que cuando éstos ensilajes se realizan por corte directo y sin aditivos, se genere un material con deficiente calidad de fermentación, hecho que se refleja en un pH final alto y en un mayor contenido de nitrógeno amoniacal (KLEIN, 1991). Por esta razón es entendible que cuando se comenzó con el uso de alfalfa en la zona sur (período 1990-1994) la mitad de los ensilajes ya eran de tipo premarchito, valor que posteriormente se incrementó a más de dos tercios en el período 1995-2000.

El uso de premarchitamiento ha aumentado en los ensilajes antes señalados, pero aun se puede considerar como bajo en ensilajes de ballica de rotación y especialmente de pradera.

El mayor nivel de carbohidratos solubles presente en gramíneas, además de su baja resistencia al cambio de pH, permite obtener ensilajes de buena calidad nutricional y fermentativa realizados tanto por corte directo como premarchitos, no manifestándose diferencias tan marcadas como en el caso de la alfalfa (GONZALEZ, 1994a).

GONZALEZ (1994a), señala que los ensilajes premarchitos presentan algunas ventajas como mejor calidad fermentativa y mayor consumo voluntario en rumiantes, pero no han demostrado una clara superioridad en producción animal si se les compara con los de corte directo sin aditivos.

Al respecto, ANRIQUE (1987c) indica que los ensilajes directos sin aditivos tienen similar valor para producción de leche que los premarchitos. ZIMMER y WILKINS (1984), han constatado una pequeña superioridad de los ensilajes directos con aditivos en producción láctea. Por otra parte Steen (1984), citado por GORDON (1996), ha precisado una leve mejor ganancia de peso diario en ganado de carne en crecimiento con ensilajes directos respecto a los premarchitos.

El mayor uso del premarchitamiento en Norteamérica y Europa respecto a la realidad de la zona sur de Chile está relacionado posiblemente más con aspectos medioambientales que netamente productivos, asociados al control de la producción de efluentes, ya que el efecto que éstos generan sobre cursos de agua (demanda biológica de oxígeno) los convierte probablemente en el desecho más contaminante producido en rubros pecuarios (PATTERSON y STEEN, 1994; ALOMAR, 1995 y MERRY *et al.*, 2000).

#### **4.2 Composición nutricional y calidad.**

En esta sección se indican las principales características composicionales de los tipos y categorías de ensilajes con mayor número de muestras analizadas durante el período comprendido entre los años 1980 y 2000. Además, se realiza un estudio comparativo entre los parámetros nutricionales y de calidad fermentativa de dichos ensilajes.

Los ensilajes se presentan ordenados alfabéticamente, por tipo de recurso y uso de tecnologías. Las abreviaturas utilizadas para identificar los diversos parámetros composicionales y estadísticos se explican en el Anexo 1. La nomenclatura de los recursos ensilados se presenta en el Anexo 2 y la metodología por medio de la cual se efectuaron los análisis químicos de laboratorio para los nutrientes y fracciones analíticas se resume en el Anexo 3.

La composición nutricional de todos los ensilajes recopilados en el presente estudio se encuentra disponible en el Anexo 4. Algunos análisis químicos particulares, de los cuales existe poca información por la baja solicitud por parte de los productores, como extracto etéreo y microminerales, son presentados en los Anexos 5 y 6 respectivamente.

**4.2.1 Características por tipo de ensilaje.** La composición nutricional y calidad de ensilajes de la zona sur es comentada en esta sección empleando como referente comparativo otros valores nacionales, así como de la realidad norteamericana y europea. Se utilizan valores promedio obtenidos en el presente estudio y en la literatura, reconociendo que la comparación entre éstos es solo indicativa en forma aproximada, ya que existe una gran dispersión de datos en cada caso.

4.2.1.1 Ensilaje de alfalfa. Las características composicionales del ensilaje de alfalfa realizado por corte directo y premarchito se detallan respectivamente en los Cuadros 22 y 23.

**CUADRO 22 Composición nutricional de ensilaje de alfalfa directo.**

	MS	CT	PC	FC	FDA	FDN	EM	N-NH <sub>3</sub>	pH	Ca	P	Mg	K
	%	%	%	%	%	%	Mcal/kg	%		%	%	%	%
X	19,26	9,58	19,47	30,46	39,04	43,20	2,23	15,37	4,56	1,34	0,29	0,21	2,42
S	3,15	1,54	2,51	5,02	4,80	4,04	0,17	8,18	0,50	0,18	0,04	0,03	0,14
n	74	65	74	25	53	19	65	57	52	16	16	7	4

**CUADRO 23 Composición nutricional de ensilaje de alfalfa premarchito.**

	MS	CT	PC	FC	FDA	FDN	EM	N-NH <sub>3</sub>	pH	Ca	P	Mg	K
	%	%	%	%	%	%	Mcal/kg	%		%	%	%	%
X	35,46	9,47	19,63	28,28	36,33	43,90	2,28	9,52	4,47	1,53	0,28	0,24	1,96
S	8,38	1,06	2,45	3,15	3,55	4,31	0,15	3,21	0,34	0,29	0,06	0,03	0,66
n	142	113	142	60	89	46	111	112	98	27	27	16	11

En los Cuadros 22 y 23 se destaca el mayor nivel de materia seca del ensilaje de alfalfa premarchito. Sin embargo, la composición nutricional es similar entre éstos y los directos, hecho que se asocia probablemente con un corte más tardío (con la planta más madura) en los premarchitos, buscando las condiciones climáticas apropiadas para su secado a campo (ROMERO, 1990).

Una diferencia importante entre ensilajes de alfalfa radica en la calidad fermentativa, donde el premarchito alcanza un valor considerado como bueno y el directo en cambio es deficiente (ver clasificación según contenido de nitrógeno amoniacal en el Cuadro 1). Esto es consecuente con lo indicado por KLEIN (1992), el cual señala que cuando la alfalfa se ensila por corte directo sin aditivos, es normal que se genere un material con deficiente calidad de fermentación debido a su escaso nivel de carbohidratos solubles y elevada capacidad tampón, hecho que se refleja en un mayor pH final y un alto contenido de nitrógeno amoniacal.

Los contenidos promedio de proteína cruda de ensilajes de alfalfa directos (19,47%) y premarchitos (19,63%) de la zona sur están dentro del rango de valores indicados respectivamente en los Cuadros 10 y 11 (recopilaciones de estudios anteriores), pero son superiores a la cifra señalada por HIRSCH-REINSHAGEN (1992) para la zona centro sur del país (13,1%).

Existe gran similitud entre los valores de proteína cruda de ensilajes de alfalfa recopilados por NATIONAL RESEARCH COUNCIL (NRC) (1996) en Norteamérica (19,5%) y por MINISTRY OF AGRICULTURE, FISHERIES AND FOOD (MAFF) (1986) y MAFF (1990) en el Reino Unido (19,5 y 19,4% respectivamente) y los determinados en el presente estudio.

Los promedios de energía metabolizable de estudios anteriores (ver en Cuadros 10 y 11) indican valores inferiores a los de ensilajes directos del presente estudio (2,23 Mcal/kg), y más similares a los encontrados en los premarchitos (2,28 Mcal/kg). En la zona centro sur el promedio (2,07 Mcal/kg) es en general inferior a los de la zona sur (HIRSCH-REINSHAGEN, 1992).

NRC (1996), indica un nivel de energía metabolizable promedio (2,28 Mcal/kg) que es similar a los obtenidos en la zona sur. Sin embargo, los valores



indicados por MAFF (1986) y MAFF (1990) tienden a ser inferiores (2,10 y 1,91 Mcal/kg respectivamente).

El contenido promedio de calcio de ensilajes directos (1,34%) y premarchitos (1,53%) es alto, situación que es característica de leguminosas como la alfalfa. Los valores de los demás minerales también manifiestan la misma tendencia. Los Cuadros 10 y 11 confirman esta situación, así como también los valores de calcio entregados por HIRSCH-REINSHAGEN (1992) (1,48%), NRC (1996) (1,32%) y MAFF (1990) (1,76%).

De acuerdo con los antecedentes presentados anteriormente, se puede decir que el ensilaje de alfalfa de la zona sur ha llegado a tener un adecuado nivel de proteína, energía y minerales, característico para la especie.

4.2.1.2 Ensilaje de avena y avena-pasto. La composición de ensilajes de avena (sola y asociada a pasto) se presenta en los Cuadros 24 y 25 respectivamente.

**CUADRO 24 Composición nutricional de ensilaje de avena.**

	MS	CT	PC	FC	FDA	FDN	EM	N-NH <sub>3</sub>	pH	Ca	P	Mg	K
	%	%	%	%	%	%	Mcal/kg	%		%	%	%	%
X	22,29	7,68	9,06	35,40	43,69	-----	2,26	8,34	4,32	0,62	0,36	0,17	-----
S	6,34	2,24	2,94	4,20	4,45	-----	0,25	3,17	0,72	0,32	0,47	0,01	-----
n	80	47	80	58	51	0	66	16	41	7	7	4	0

**CUADRO 25 Composición nutricional de ensilaje de avena-pasto.**

	MS	CT	PC	FC	FDA	FDN	EM	N-NH <sub>3</sub>	pH	Ca	P	Mg	K
	%	%	%	%	%	%	Mcal/kg	%		%	%	%	%
X	21,42	7,08	9,41	34,70	42,89	60,78	2,33	9,83	4,12	0,55	0,19	0,17	-----
S	3,85	1,14	2,39	3,61	4,09	5,58	0,23	5,30	0,36	0,18	0,05	0,02	-----
n	164	90	164	128	99	5	106	40	71	16	15	5	0

El análisis de los Cuadros 24 y 25 permite señalar que los ensilajes de avena (sola o asociada con pradera) poseen un contenido promedio de proteína cruda bajo, inferior a 10%. El nivel energético en general es moderado y presentan un alto contenido de fibra.

La composición del ensilaje de avena-pasto sugiere una tendencia a tener un mayor contenido energético que los de avena sola. La calidad fermentativa, medida a través del contenido de nitrógeno amoniacal, es considerada como buena en ambos recursos según la clasificación presentada en el Cuadro 1.

Los contenidos de proteína cruda en promedio de los ensilajes de avena y avena-pasto (9,06 y 9,41% respectivamente) están por debajo de lo posible de lograr a la luz de algunos otros valores medidos en la zona sur (ver en Cuadros 12 y 13) y de los recopilados para ensilajes de avena por OLTJEN y BOLSEN (1980) y NRC (1996) en Norteamérica (12,6 y 12,7% respectivamente) y MCCARTNEY y VAAGE (1994) en Canadá (11,5%). Sin embargo, los valores promedio de energía metabolizable que aportan respectivamente (2,26 y 2,33 Mcal/kg) son similares a los entregados por las publicaciones antes mencionadas, hecho que puede explicarse por diferencias en el estado fenológico al momento del corte.

4.2.1.3 Ensilaje de ballica de rotación. La composición nutricional de los ensilajes de ballica de rotación, confeccionados por corte directo y por premarchitamiento, se presenta respectivamente en los Cuadros 26 y 27.

**CUADRO 26 Composición nutricional de ensilaje de ballica de rotación directo.**

	MS	CT	PC	FC	FDA	FDN	EM	N-NH <sub>3</sub>	pH	Ca	P	Mg	K
	%	%	%	%	%	%	Mcal/kg	%		%	%	%	%
X	19,36	8,25	12,00	32,53	38,79	55,94	2,41	9,27	4,04	0,58	0,26	0,20	1,70
S	3,99	1,53	3,01	3,97	4,76	7,52	0,21	5,99	0,37	0,31	0,17	0,05	0,11
n	261	182	261	158	126	56	226	153	158	53	51	15	2

**CUADRO 27 Composición nutricional de ensilaje de ballica de rotación premarchito.**

	MS	CT	PC	FC	FDA	FDN	EM	N-NH <sub>3</sub>	pH	Ca	P	Mg	K
	%	%	%	%	%	%	Mcal/kg	%		%	%	%	%
X	33,42	9,14	12,28	27,94	34,22	52,04	2,49	7,08	4,22	0,55	0,24	0,20	2,05
S	7,41	1,65	2,92	3,63	3,96	6,78	0,18	2,11	0,25	0,14	0,05	0,03	0,54
n	117	87	117	97	60	42	109	89	93	12	12	31	28

El análisis de los Cuadros 26 y 27 muestra que el ensilaje de ballica de rotación premarchito presenta una tendencia a poseer una mejor composición nutricional que el de corte directo, observándose junto al evidente mayor contenido de materia seca, un menor contenido de fibra y un leve valor superior de proteína y energía. La calidad fermentativa, medida según el contenido de nitrógeno amoniacal (Cuadro 1), en ambos casos es considerada como buena.

Los niveles promedio de proteína cruda de ensilajes directos (12,00%) y premarchitos (12,28%) de la zona sur son inferiores a los reportados por ZIMMER y WILKINS (1984) para ensilajes de ballica de rotación premarchitos representativos de Europa (13,2%), hecho que indica que aun es factible mejorar respecto del contenido de este nutriente.

4.2.1.4 Ensilaje de maíz. Las características composicionales del ensilaje de maíz se muestran en el Cuadro 28.

**CUADRO 28 Composición nutricional de ensilaje de maíz.**

	MS	CT	PC	FC	FDA	FDN	EM	N-NH <sub>3</sub>	pH	Ca	P	Mg	K
	%	%	%	%	%	%	Mcal/kg	%		%	%	%	%
X	26,72	4,68	7,52	24,09	32,01	49,91	2,59	6,94	3,83	0,24	0,16	0,11	0,85
S	5,56	1,17	1,28	4,21	4,89	4,95	0,13	2,72	0,38	0,12	0,03	0,08	0,21
n	580	424	573	396	268	57	461	215	313	84	83	59	9

La información presentada en el Cuadro 28 permite afirmar que el ensilaje de maíz es un recurso alimenticio rico en energía pero escaso en proteína y minerales. Posee una calidad fermentativa catalogada como buena, según lo señalado en el Cuadro 1.

El contenido de materia seca es fundamental para el ensilaje de maíz, siendo determinante de su valor nutritivo. Se aprecia que el valor promedio obtenido en la zona sur (26,72%) está prácticamente en el límite inferior del rango óptimo señalado por KLEIN (1994b), de entre 27 y 32%. Los ensilajes de la zona centro sur del país, presentados por HIRSCH-REINSHAGEN (1992), tienen promedios que tienden a ser superiores (28,7-31,0%), así como los reportados por MAFF (1986) y NRC (1996), de 30,4 y 34,6% respectivamente.

El bajo contenido promedio de proteína cruda encontrado en el presente estudio (7,52%) concuerda con los indicados para la zona centro sur del país por HIRSCH-REINSHAGEN (1992) (7,1-7,4%), pero es inferior a gran parte de los señalados por diversos autores para la zona sur (ver en Cuadro 9) y a los recopilados por MAFF (1986) (8,8%) y NRC (1996) (8,65%).

La situación descrita previamente se explica con el creciente empleo de variedades de maíz que pueden ser cosechadas con un mayor contenido de materia seca (CORTES y SILVA, 1995 y SOTO, 1996), hecho que según LANUZA (1990), genera un menor contenido proteico del producto ensilado.

Además, el uso de urea ha disminuido en el tiempo (ver en Cuadro 18) y esto también repercute en un menor porcentaje de proteína de los ensilajes de maíz.

La energía metabolizable, con un contenido promedio de 2,59 Mcal/kg, representa un nivel semejante y comparable a muchos de los valores planteados por diversos autores en el Cuadro 9 y a los señalados por NRC (1996) (2,60 Mcal/kg).

De acuerdo a los antecedentes presentados, y en concordancia con lo señalado por LANUZA (1990) y KLEIN (1994b), se puede afirmar que aun es factible mejorar el nivel energético del ensilaje de maíz por medio de variedades híbridas que permitan una cosecha con un mayor contenido de materia seca, hecho que está asociado con una alta proporción de grano dentro del total de materia seca producida.

4.2.1.4.1 Categorización por nivel de materia seca. Como se ha señalado previamente, el contenido de materia seca es fundamental en el ensilaje de maíz, debido a que refleja la madurez del grano al momento de la cosecha, y esto determina el nivel energético, principal elemento nutricional que el recurso entrega (LANUZA, 1990; ANRIQUE *et al.*, 1995; LOPEZ, 1995 y SOTO, 1996).

Maíces cosechados con un valor adecuado de materia seca (27-32%) permiten lograr altos rendimientos por hectárea, asegurar una buena fermentación, obtener una alta proporción de grano, maximizar el consumo por parte del ganado y obtener el mejor nivel energético en el forraje ensilado. Porcentajes de materia seca superiores a 33-35% no son recomendables, debido a una disminución en la estabilidad aeróbica del ensilaje una vez que éste ha sido abierto, y a un incremento en las pérdidas de granos duros (no digeridos) en las fecas (KLEIN, 1994b).

ANRIQUE *et al.* (1995) segregaron los ensilajes de maíz en grupos de acuerdo a su nivel de materia seca (menor a 21%, entre 21 y 25%, y superior a 25%). Usando un criterio de clasificación similar se presenta el Cuadro 29, en el cual se aprecia la variación de estas categorías a través del tiempo.

**CUADRO 29 Evolución del contenido de materia seca en ensilaje de maíz.**

Período	Frecuencia absoluta			Frecuencia relativa (%)		
	MS<21%	MS 21-25%	MS>25%	MS<21%	MS 21-25%	MS>25%
1980-1984	33	33	31	34	34	32
1985-1989	30	26	40	31	27	42
1990-1994	18	32	98	12	22	66
1995-2000	8	44	187	3	19	78

En el Cuadro 29 se destaca el hecho de que la categoría con mayor contenido de materia seca ha incrementado su importancia tanto absoluta como relativa. En términos relativos aumentó de un 32% en el período 1980-1984 a un 78% entre los años 1995 y 2000. Las categorías de contenido de materia seca intermedio y bajo han disminuido en importancia relativa (decrecieron en conjunto de un 68% en el período 1980-1984 a solo 22% durante el período 1995-2000), y esta última muestra una tendencia a desaparecer.

La composición nutricional de las tres categorías de ensilajes de maíz señaladas en el Cuadro 29 se presenta en los Cuadros 30, 31 y 32.

**CUADRO 30 Composición nutricional de ensilaje de maíz (MS<21%).**

	MS	CT	PC	FC	FDA	FDN	EM	N-NH <sub>3</sub>	pH	Ca	P	Mg	K
	%	%	%	%	%	%	Mcal/kg	%		%	%	%	%
X	18,70	5,23	8,42	29,76	37,57	-----	2,50	8,96	3,68	0,26	0,16	0,17	1,06
S	1,57	1,35	1,55	4,07	4,47	-----	0,12	3,75	0,20	0,09	0,04	0,02	0,00
n	89	43	85	68	59	0	53	7	36	12	12	3	1

**CUADRO 31 Composición nutricional de ensilaje de maíz (MS 21-25%).**

	MS	CT	PC	FC	FDA	FDN	EM	N-NH <sub>3</sub>	pH	Ca	P	Mg	K
	%	%	%	%	%	%	Mcal/kg	%		%	%	%	%
X	23,36	4,86	7,85	25,41	33,08	54,90	2,55	7,20	3,80	0,21	0,16	0,14	0,79
S	1,20	1,31	1,34	2,70	2,91	4,39	0,13	2,82	0,40	0,12	0,03	0,01	0,12
n	135	87	135	99	78	8	99	44	77	7	8	3	2

**CUADRO 32 Composición nutricional de ensilaje de maíz (MS>25%).**

	MS	CT	PC	FC	FDA	FDN	EM	N-NH <sub>3</sub>	pH	Ca	P	Mg	K
	%	%	%	%	%	%	Mcal/kg	%		%	%	%	%
X	30,00	4,55	7,18	21,83	28,87	49,10	2,62	6,78	3,87	0,24	0,15	0,11	0,84
S	4,26	1,06	1,02	2,68	3,22	4,55	0,12	2,60	0,39	0,12	0,03	0,09	0,22
n	356	294	353	229	131	49	309	164	200	65	63	53	6

El análisis de los Cuadros 30, 31 y 32 permite afirmar que a medida que se incrementa el contenido de materia seca de los ensilajes de maíz, la proteína cruda disminuye, la energía metabolizable aumenta y los valores de fibra se reducen. Lo señalado es concordante con valores composicionales presentados por ensilajes de maíz de diferente nivel de materia seca indicados en diversas publicaciones (LANUZA, 1990; ANRIQUE *et al.*, 1995 y SOTO, 1996).

LANUZA (1990) presenta la realidad de los ensilajes de maíz utilizados en la zona sur en el período comprendido entre 1980 y 1989, los cuales estaban caracterizados por un contenido de materia seca insuficiente para obtener un producto final de alto valor nutricional. Esto concuerda con la información presentada en los Cuadros 9, 29, 30 y 31.

En la década siguiente diversos autores como KLEIN (1994b), CORTES y SILVA (1995), LOPEZ (1995), KLEIN *et al.* (1996) y SOTO (1996), han señalado que la introducción de variedades de maíces híbridos ha contribuido

para acercarse a los valores óptimos de materia seca, aseveración que es consecuente con la información de los Cuadros 29 y 32.

4.2.1.5 Ensilaje de pradera. La composición nutricional de ensilajes de pradera, confeccionados por corte directo o por premarchitamiento, se detalla en los Cuadros 33 y 34 respectivamente.

**CUADRO 33 Composición nutricional de ensilaje de pradera directo.**

	MS	CT	PC	FC	FDA	FDN	EM	N-NH <sub>3</sub>	pH	Ca	P	Mg	K
	%	%	%	%	%	%	Mcal/kg	%		%	%	%	%
X	20,32	8,05	11,38	32,39	40,14	59,41	2,34	9,87	4,13	0,57	0,25	0,20	1,50
S	3,87	1,63	2,39	3,95	4,70	5,53	0,20	5,80	0,44	0,21	0,13	0,06	0,48
n	1751	1313	1751	1349	775	266	1556	856	1047	420	420	183	37

**CUADRO 34 Composición nutricional de ensilaje de pradera premarchito.**

	MS	CT	PC	FC	FDA	FDN	EM	N-NH <sub>3</sub>	pH	Ca	P	Mg	K
	%	%	%	%	%	%	Mcal/kg	%		%	%	%	%
X	31,50	8,54	12,12	28,17	35,08	53,39	2,47	7,76	4,18	0,58	0,26	0,20	1,77
S	5,78	1,38	2,63	3,02	3,45	5,08	0,21	2,26	0,30	0,31	0,07	0,04	0,63
n	269	193	268	226	132	72	251	169	177	59	74	41	33

En los Cuadros 33 y 34 se puede apreciar que el ensilaje de pradera premarchito presenta una composición nutricional que tiende a ser superior al de corte directo, observándose junto al evidente mayor contenido de materia seca, un menor contenido de fibra y un valor superior de proteína y energía (el aporte de minerales es similar en ambos casos). El contenido de nitrógeno amoniacal indica una calidad de fermentación clasificada como buena tanto en directos como premarchitos (según el Cuadro 1).

La situación descrita anteriormente se explicaría debido a que los ensilajes premarchitos son confeccionados normalmente de praderas cortadas



en estado fenológico más temprano que las ensiladas en forma directa. Esta situación afecta la composición nutricional positivamente, ya que praderas más tiernas presentan menor contenido de fibra y mayores niveles de proteína y energía (ANRIQUE, 1987c; MINSON, 1990 y MERRY *et al.*, 2000).

Los niveles promedio de proteína cruda encontrados en el presente estudio para ensilajes directos (11,38%) y premarchitos (12,12%) se insertan entre los señalados para la zona sur por otros autores, aunque el rango es muy variable (ver en los Cuadros 7 y 8), pero son marcadamente inferiores a los indicados por MAFF (1986), para directos y premarchitos en diferentes grados del Reino Unido (15,1-17,1%). ZIMMER y WILKINS (1984), determinaron un valor representativo para ensilajes de pradera premarchitos europeos (14,9%) que también supera a los del sur de Chile.

Los contenidos promedio de energía metabolizable de ensilajes directos (2,34 Mcal/kg) y premarchitos (2,47 Mcal/kg) del estudio en curso se encuentran dentro del rango de valores reportados en el Reino Unido por MAFF (1986), para directos y premarchitos en diferentes niveles (2,17-2,56 Mcal/kg). ZIMMER y WILKINS (1984), indican un valor representativo para ensilajes de pradera premarchitos europeos (2,55 Mcal/kg), el cual tiende a ser levemente superior a los encontrados en la zona sur.

Del anterior análisis emana la observación de que los ensilajes de pradera de la zona sur, directos y premarchitos, están bajo el potencial nutricional que es posible obtener, especialmente en contenido proteico. Se debe hacer un esfuerzo a nivel de investigación y transferencia de tecnología para que los productores reciban, en forma clara y precisa, información útil que les permita mejorar la técnica del manejo de las praderas y posterior confección de ensilajes. Los principales factores que permitirían obtener una mejoría en la calidad nutricional de praderas ensiladas son presentados en la Figura 1.

4.2.1.5.1 Categorización por nivel de proteína. ANRIQUE *et al.* (1995), consideran de gran importancia el nivel de proteína cruda del ensilaje de pradera directa (por ser el recurso de mayor difusión en la zona sur), y dada la alta variabilidad encontrada separan grupos de acuerdo a su contenido (menor a 11%, entre 11 y 13%, y superior a 13%). Utilizando el mismo criterio de clasificación, el Cuadro 35 presenta la evolución en la importancia de dichas categorías durante el período estudiado.

**CUADRO 35 Evolución del contenido de proteína cruda en ensilaje de pradera directa.**

Período	Frecuencia absoluta			Frecuencia relativa (%)		
	PC<11%	PC 11-13%	PC>13%	PC<11%	PC 11-13%	PC>13%
1980-1984	71	24	16	64	22	14
1985-1989	155	97	68	49	30	21
1990-1994	190	139	135	41	30	29
1995-2000	393	268	195	46	31	23

Analizando el Cuadro 35 se observa que en términos absolutos las tres categorías han aumentado en número de muestras, pero la importancia relativa entre ellas se ha modificado. El grupo de menor contenido proteico sigue siendo el más importante, pero ha decrecido de un 64% en el período 1980-1984 a un 46% entre los años 1995 y 2000. Los grupos de contenido intermedio y alto han aumentado de 22% y 14% respectivamente entre los años 1980 y 1984, a 31% y 23% entre 1995 y 2000.

La composición nutricional de las tres categorías de ensilajes de pradera directos señaladas en el Cuadro 35 se presenta en los Cuadros 36, 37 y 38.

**CUADRO 36 Composición nutricional de ensilaje de pradera directo (PC<11%).**

	MS	CT	PC	FC	FDA	FDN	EM	N-NH <sub>3</sub>	pH	Ca	P	Mg	K
	%	%	%	%	%	%	Mcal/kg	%		%	%	%	%
X	21,53	7,63	9,34	33,74	42,01	61,84	2,26	9,44	4,13	0,53	0,22	0,18	1,40
S	4,30	1,71	1,19	3,70	4,17	5,05	0,20	5,97	0,48	0,18	0,06	0,05	0,44
n	809	567	809	634	351	114	708	357	490	185	182	84	14

**CUADRO 37 Composición nutricional de ensilaje de pradera directo (PC 11-13%).**

	MS	CT	PC	FC	FDA	FDN	EM	N-NH <sub>3</sub>	pH	Ca	P	Mg	K
	%	%	%	%	%	%	Mcal/kg	%		%	%	%	%
X	19,30	8,16	11,93	32,57	40,30	60,26	2,36	10,09	4,11	0,57	0,25	0,22	1,25
S	3,00	1,61	0,59	3,82	4,88	4,35	0,19	6,30	0,44	0,22	0,06	0,08	0,27
n	528	399	528	384	217	75	467	274	298	134	134	57	12

**CUADRO 38 Composición nutricional de ensilaje de pradera directo (PC>13%).**

	MS	CT	PC	FC	FDA	FDN	EM	N-NH <sub>3</sub>	pH	Ca	P	Mg	K
	%	%	%	%	%	%	Mcal/kg	%		%	%	%	%
X	19,25	8,62	14,64	29,60	36,80	55,00	2,46	10,28	4,17	0,64	0,29	0,21	1,90
S	3,21	1,30	1,34	2,99	3,32	4,55	0,16	4,77	0,34	0,24	0,24	0,04	0,45
n	414	347	414	331	207	77	381	225	259	101	104	42	11

Los Cuadros 36, 37 y 38 indican que en ensilajes de pradera directos con mayor nivel de proteína, la materia seca es levemente menor, hecho que es indicativo de una cosecha en estado fenológico más temprano, lo que se refleja en un menor valor de fibra y mejores aportes energéticos. Esto es concordante con valores composicionales presentados por ensilajes de pradera directos de diferente nivel proteico señalados por KLEIN (1989a) y ANRIQUE *et al.* (1995).

El contenido proteico de los ensilajes de pradera está influenciado por diversos factores: el estado fenológico de las especies integrantes al momento de la cosecha, la fecha de inicio del rezago y el nivel de fertilización nitrogenada (ELIZALDE y KLEIN, 1989), además del contenido de leguminosas dentro del conjunto de especies que la integran (ALOMAR, 1992 y BALOCCHI y OLIVARES, 1992).

Como en el presente estudio se desconoce el manejo que cada productor realiza a nivel predial, no es posible indicar cuales de los factores antes señalados han tenido una mayor influencia sobre la evolución en el contenido proteico de los ensilajes de pradera de la zona sur.

**4.2.2 Comparación entre tipos de ensilajes.** En esta sección se presenta un análisis comparativo de la composición nutricional y calidad fermentativa de ensilajes de la zona sur, ordenados según tipo de recurso y tecnología utilizada.

4.2.2.1 Composición nutricional. Los promedios y rangos para los principales tipos de nutrientes y fracciones analíticas se presentan en el Cuadro 39.

**CUADRO 39 Nivel de nutrientes y fracciones analíticas de ensilajes.**

		Alfalfa directo	Alfalfa premar.	Avena	Avena pasto	Ballica rotación directo	Ballica rotación premar.	Maíz	Pradera directo	Pradera premar.
PC	X	19,47	19,63	9,06	9,41	12,00	12,28	7,52	11,38	12,12
	Rango	14,13	14,04	4,91	4,25	5,21	6,03	3,87	4,70	6,60
		26,34	25,04	16,50	17,52	20,52	23,75	10,53	19,72	19,94
EM	X	2,23	2,28	2,26	2,33	2,41	2,49	2,59	2,34	2,47
	Rango	1,72	1,98	1,69	1,71	1,84	2,07	2,12	1,57	1,86
		2,56	2,84	2,86	2,85	2,87	2,90	2,91	2,88	2,91
FC	X	30,46	28,28	35,40	34,70	32,53	27,94	24,09	32,39	28,17
	Rango	20,95	20,96	26,50	25,49	18,90	19,84	15,43	15,65	20,86
		41,08	34,01	44,02	47,00	47,38	41,68	38,82	44,73	36,44
FDA	X	39,04	36,33	43,69	42,89	38,79	34,22	32,01	40,14	35,08
	Rango	24,72	27,90	33,62	32,51	28,13	25,55	22,02	21,75	26,05
		46,73	43,35	52,78	56,04	50,13	43,78	47,09	53,55	44,49
FDN	X	43,20	43,90	----	60,78	55,94	52,04	49,91	59,41	53,39
	Rango	37,77	29,63	----	53,58	42,48	33,26	38,28	41,96	43,07
		50,87	56,28	----	68,35	68,97	65,05	62,58	77,46	62,04
CT	X	9,58	9,47	7,68	7,08	8,25	9,14	4,68	8,05	8,54
	Rango	7,44	6,39	5,30	3,65	3,70	5,46	2,15	4,16	3,40
		15,10	12,02	18,15	10,74	14,05	13,43	11,74	15,60	13,41
Ca	X	1,34	1,53	0,62	0,55	0,58	0,55	0,24	0,57	0,58
	Rango	1,03	0,91	0,21	0,32	0,26	0,31	0,10	0,17	0,24
		1,70	2,14	1,26	1,12	1,42	0,72	0,46	1,08	1,21
P	X	0,29	0,28	0,36	0,19	0,26	0,24	0,16	0,25	0,26
	Rango	0,22	0,15	0,12	0,13	0,11	0,14	0,07	0,07	0,11
		0,39	0,39	0,48	0,26	0,39	0,33	0,24	0,52	0,48
Mg	X	0,21	0,24	0,17	0,17	0,20	0,20	0,11	0,20	0,20
	Rango	0,18	0,20	0,16	0,14	0,15	0,15	0,00	0,11	0,08
		0,26	0,31	0,18	0,20	0,31	0,28	0,32	0,55	0,33
K	X	2,42	1,96	----	----	1,70	2,05	0,85	1,50	1,77
	Rango	2,23	1,60	----	----	1,59	1,50	0,60	0,64	0,91
		2,61	2,78	----	----	1,81	2,84	1,22	2,86	2,82

Nota: premar. = premarchito. Todos los valores en %, excepto en EM (Mcal/kg).

El Cuadro 39 tiene por finalidad puntualizar el aporte de nutrientes (promedio, mínimo y máximo) de los diferentes tipos de ensilajes de la zona sur, información que puede ser útil al momento de formular raciones. Dicha información, usada como referencia general, puede ser considerada para evitar riesgos de deficiencias o excesos que puedan generar problemas productivos (CHAMBERLAIN *et al.*, 1996 y MERRY *et al.*, 2000) o de salud animal (ARAYA, 1994 y LANUZA, 1994).

Se debe considerar que la comparación entre promedios es solo indicativa de una tendencia aproximada, ya que existe una elevada dispersión de datos, reflejada en los correspondientes valores extremos del rango en cada caso. Así, las diferencias detectadas no están demostradas desde el punto de vista estadístico.

Por contenido de proteína cruda destacaron los ensilajes de alfalfa, confeccionados por corte directo o premarchitos, con valores promedio de 19,47 y 19,63% respectivamente, los cuales fueron superiores a los demás tipos de ensilajes, que presentaron promedios menores a 13% en todos los casos. La avena (sola o asociada con pradera) y especialmente el maíz fueron los de menor nivel proteico, con promedios inferiores a 10%.

El mayor aporte de energía metabolizable en promedio lo realizó el ensilaje de maíz (2,59 Mcal/kg), seguido por ensilajes premarchitos de ballica de rotación y pradera (2,49 y 2,47 Mcal/kg respectivamente). Los demás tipos de ensilajes estuvieron todos por debajo de 2,45 Mcal/kg, destacando como más deficientes los de alfalfa y avena (menores a 2,3 Mcal/kg).

Los mayores contenidos de fibra (FC, FDA, FDN) se encontraron en ensilajes de avena (sola y asociada con pradera), con valores promedio superiores a 34, 42 y 60% respectivamente. Esta situación explica en parte el

bajo aporte nutricional de estos ensilajes, hecho que es ampliamente reconocido en la zona sur (BALOCCHI, 1987), ya que un alto nivel de fibra es normalmente indicativo de una cosecha en estado fenológico demasiado tardío (DUMONT, 1987).

Los ensilajes premarchitos presentaron los contenidos promedio de fibra más reducidos (fibra cruda menor a 29%), situación que denota un corte en estado fenológico más temprano que los de tipo directo.

El caso de la fibra en ensilajes de maíz es diferente al de otros recursos, ya que a medida que la planta madura se produce una disminución de su contenido relativo en favor de la acumulación de materia seca en la forma de almidón, lo cual es bueno porque aumenta el nivel energético (STEHR, 1987).

Los valores promedio de cenizas totales para los distintos ensilajes fueron todos inferiores a 10%. Esto es positivo e indicador de un buen manejo de confección, ya que según WILKINSON (1987), cifras mayores al valor señalado implican normalmente una contaminación con suelo del forraje fresco al momento de ensilar.

Los ensilajes de alfalfa (directos y premarchitos) presentaron un alto contenido promedio de minerales, teniendo en general los mayores niveles de calcio, fósforo, magnesio y potasio. El caso opuesto fue el ensilaje de maíz, donde el nivel de almidón de los granos al momento de la cosecha influyó en la manifestación de valores promedio reducidos de cenizas totales (4,68%) y de todos los minerales individuales antes señalados.

4.2.2.2 Calidad fermentativa. En el Cuadro 40 se presentan los valores promedio y rangos de indicadores de la calidad fermentativa para diferentes categorías de ensilajes.

**CUADRO 40 Nivel de parámetros de calidad fermentativa de ensilajes.**

		Alfalfa directo	Alfalfa premar.	Avena	Avena pasto	Ballica rotación directo	Ballica rotación premar.	Maíz	Pradera directo	Pradera premar.
<b>MS</b>	X	19,26	35,46	22,29	21,42	19,36	33,42	26,72	20,32	31,50
	Rango	13,90	20,00	12,65	11,89	10,99	20,40	14,83	10,80	19,20
		30,48	54,77	38,10	34,40	30,13	53,82	48,29	38,70	44,91
N-NH <sub>3</sub>	X	15,37	9,52	8,34	9,83	9,27	7,08	6,94	9,87	7,76
	Rango	1,39	2,80	4,42	2,71	2,14	3,64	2,10	2,27	2,68
		42,07	27,79	19,11	34,77	36,86	20,02	14,70	48,41	24,43
pH	X	4,56	4,47	4,32	4,12	4,04	4,22	3,83	4,13	4,18
	Rango	3,93	3,96	3,31	3,38	3,38	3,40	3,10	3,10	3,41
		5,59	5,70	6,66	5,40	5,61	5,23	6,18	6,50	5,03

Nota: premar. = premarchito. Valores en %, excepto en pH (escala 1-14).

Un alto contenido de materia seca, como el presentado por los ensilajes premarchitos de alfalfa, ballica de rotación y pradera (todos mayores a 30% en promedio) es favorable desde el punto de vista de la calidad de fermentación, debido a que se produce una mayor concentración de carbohidratos solubles, disminuyendo la capacidad tampón (KLEIN, 1994c).

El contenido promedio de nitrógeno amoniacal fue menor en los ensilajes premarchitos de alfalfa (9,52%), ballica de rotación (7,08%) y pradera (7,76%) que en los correspondientes realizados por corte directo (15,37; 9,27 y 9,87% respectivamente). Esto ocurrió posiblemente por una reducción en el crecimiento y actividad de clostridios, producida por la disminución del contenido de humedad en los premarchitos (RIVAS, 1987 y ANRIQUE, 1994a). Al respecto, Zimmer (1967), citado por SANCHEZ (1984) y RIVAS (1987), señalan que un nivel de materia seca de 30% es suficiente para inhibir el desarrollo de bacterias indeseables de tipo clostridial.



En el caso del pH, se apreció que los valores promedio de ensilajes directos de ballica de rotación (4,04) y pradera (4,13) tienden a ser menores que sus correspondientes premarchitos (4,22 y 4,18 respectivamente). Esto concuerda con lo señalado por MCDONALD (1981), ANRIQUE (1987c) y DUMONT (1994), en cuanto a que la reducción en el contenido de agua es favorable para alcanzar la estabilización del forraje ensilado a valores de pH más altos, mejorando además la calidad fermentativa (ver en Figura 2).

La excepción a lo señalado anteriormente se dio en ensilajes de alfalfa, donde la comparación de los valores de pH entre directos (4,56) y premarchitos (4,47) indicó una cifra mayor en los primeros. Esta situación se produjo porque la alfalfa ensilada en forma directa sin aditivos genera una fermentación deficiente (secundaria, de tipo clostridial), la cual provoca elevadas pérdidas de materia seca y nutrientes, además de valores superiores de nitrógeno amoniacal y pH (KLEIN, 1994c).

Los ensilajes de avena (sola o asociada con pradera) presentaron valores de materia seca, nitrógeno amoniacal y pH similares a los de ensilajes de ballica de rotación y pradera confeccionados por corte directo. El uso de premarchitamiento en ensilajes de avena es nulo en la zona sur (DUMONT, 1987), e informaciones experimentales nacionales y extranjeras indican que su aplicación no sería beneficiosa, habiendo incluso perjudicado en algunos casos la producción de leche y carne en bovinos (Fisher *et al.*, 1974 y Aguila, 1980, citados por DUMONT, 1987).

Los promedios más reducidos de contenido de nitrógeno amoniacal (6,94%) y pH (3,83) se encontraron en el ensilaje de maíz, situación que se asocia con una excelente fermentación (predominantemente láctica), debido a su baja capacidad tampón en comparación con los demás recursos forrajeros presentados en esta sección (MCDONALD, 1981 y BALOCCHI, 1987).

### 4.3 Evolución de la composición nutricional de ensilajes (1980-2000).

El análisis de la evolución de la composición nutricional de ensilajes a través del tiempo se basó en ecuaciones de regresión, las cuales no pretendieron tener una finalidad predictiva (en general los coeficientes de determinación fueron bajos, menores a 0,4 en todos los casos).

Se utilizó como referente indicativo el valor de probabilidad ( $p$ ) de que la pendiente sea igual a cero, para demostrar si hubo cambios en ciertos parámetros composicionales a través de los años. Para ello se consideró que valores de  $p$  menores a 0,1 indican una tendencia de cambio <sup>2</sup>, inferiores a 0,05 señalan un cambio significativo y menores a 0,01 indican un cambio altamente significativo (STEEL y TORRIE, 1997 y DEVORE, 2001).

Cuando la probabilidad fue menor a los valores previamente señalados, se empleó el coeficiente de regresión, dado que este representa la tasa de cambio anual de cada nutriente o fracción analítica, medida en unidades porcentuales o megacalorías por kilogramo de materia seca según corresponda (STEEL y TORRIE, 1997 y DEVORE, 2001).

En el Cuadro 41 y Figuras 3 a la 15 se presentan los casos en que se encontraron cambios. Los análisis se indican para el período 1980-2000, pero se debe tener en cuenta que en algunas categorías los datos son posteriores al año 1980 (en cada gráfico la curva se inició con la información analítica más antigua disponible). Se incluye la ecuación de regresión y el valor de  $p$  en cada caso, pero no el valor del coeficiente de determinación, puesto que es poco relevante dado el propósito de lo que se quiere indicar con el análisis realizado.

---

<sup>2</sup> HODGKINSON, S. M. (2001). Ph. D. Docente del Instituto de Producción Animal, Universidad Austral de Chile. Comunicación personal.

**CUADRO 41 Tendencias de cambio en nutrientes y fracciones analíticas de ensilajes a través del tiempo (1980-2000).**

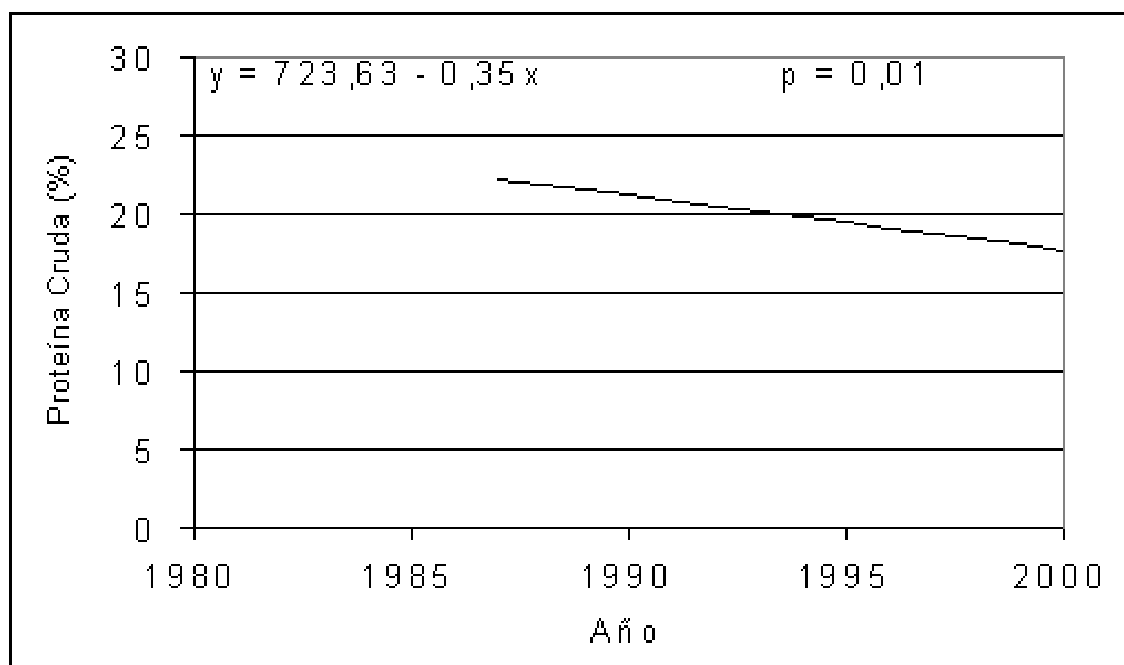
Tipo de ensilaje	Parámetro evaluado	Ecuación de regresión lineal •	Probabilidad (p)
Alfalfa premarchito	PC	$y = 723,63 - 0,35x$	0,01
Alfalfa premarchito	FC	$y = -754,09 + 0,39x$	0,04
Ballica de rotación directo	PC	$y = -500,40 + 0,26x$	0,06
Ballica de rotación directo	EM	$y = -43,83 + 0,02x$	0,01
Ballica de rotación premarchito	MS	$y = -1364,22 + 0,70x$	0,06
Ballica de rotación premarchito	PC	$y = -885,97 + 0,45x$	0,02
Ballica de rotación premarchito	FC	$y = 914,75 - 0,44x$	0,05
Maíz	PC	$y = 115,76 - 0,05x$	0,09
Maíz	FC	$y = 665,97 - 0,32x$	0,00
Pradera directo	EM	$y = -31,92 + 0,02x$	0,00
Pradera premarchito	MS	$y = -851,52 + 0,44x$	0,07
Pradera premarchito	FC	$y = 628,35 - 0,30x$	0,01
Pradera premarchito	EM	$y = -24,64 + 0,01x$	0,09

• La ecuación de regresión posee la forma  $y = a + bx$ , donde:  $y$  = nivel del nutriente o de la fracción analítica;  $x$  = año;  $a$  = intercepto;  $b$  = coeficiente de regresión (en unidades porcentuales ó Mcal/kg según corresponda).

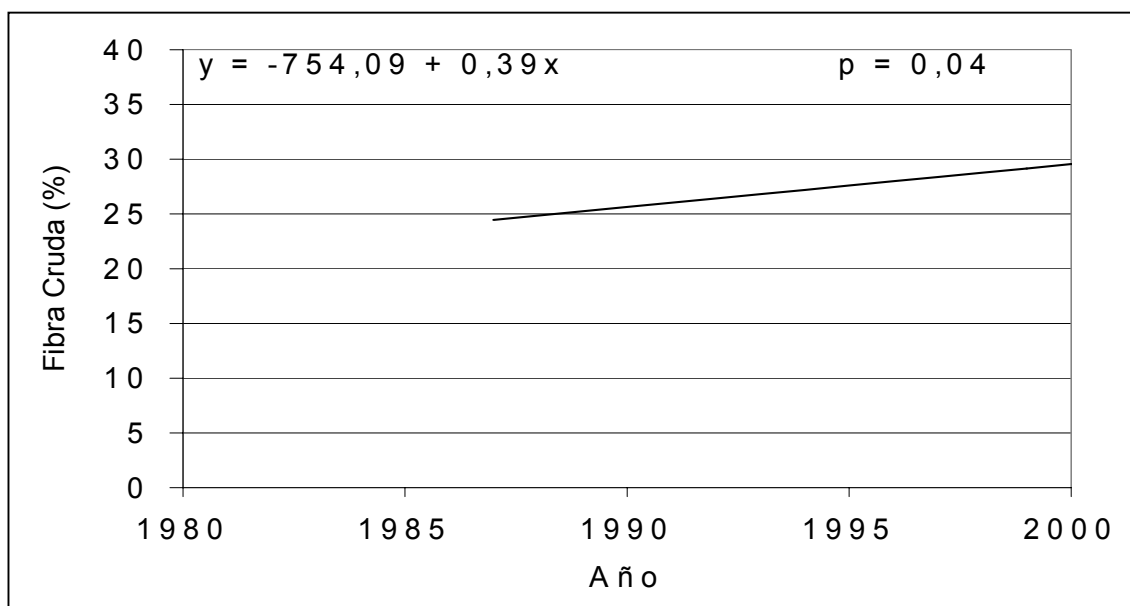
**4.3.1 Ensilaje de alfalfa.** Solo se experimentaron cambios composicionales en los ensilajes premarchitos, donde el contenido proteico manifestó una disminución altamente significativa ( $p = 0,01$ ), de 0,35 unidades porcentuales por año. Este hecho es coherente con el aumento en el contenido de fibra (0,39 unidades porcentuales por año), el cual fue significativo ( $p = 0,04$ ). Sin embargo, los cambios antes mencionados no se vieron reflejados en una disminución significativa del contenido energético, el cual no varió dentro del período estudiado.

La situación presentada sugiere que la alfalfa se está cortando para premarchitar en un estado de madurez más avanzado, posiblemente esperando obtener un mayor volumen, hecho que es común en las explotaciones ganaderas de la zona sur. Además, KLEIN (1992) indica que cortes con mayor madurez favorecen la persistencia del cultivo, lo que también podría estar afectando la decisión de los productores de cortar más tardíamente.

La situación descrita para proteína cruda y fibra cruda se presenta en las Figuras 3 y 4 respectivamente.



**FIGURA 3** Evolución del contenido de proteína cruda en ensilaje premarchito de alfalfa.

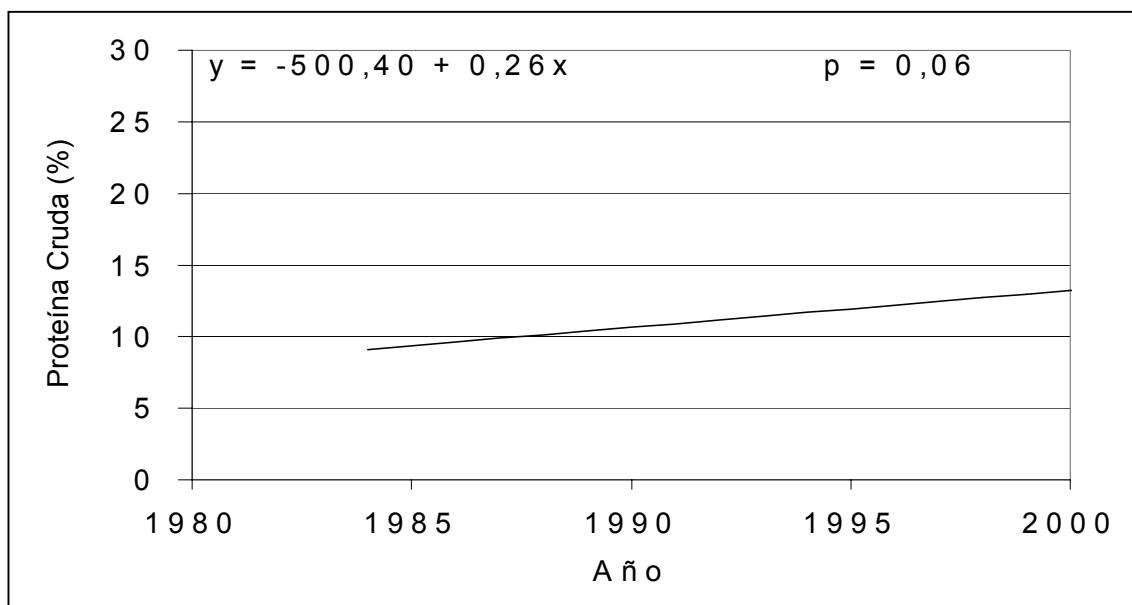


**FIGURA 4 Evolución del contenido de fibra cruda en ensilaje premarchito de alfalfa.**

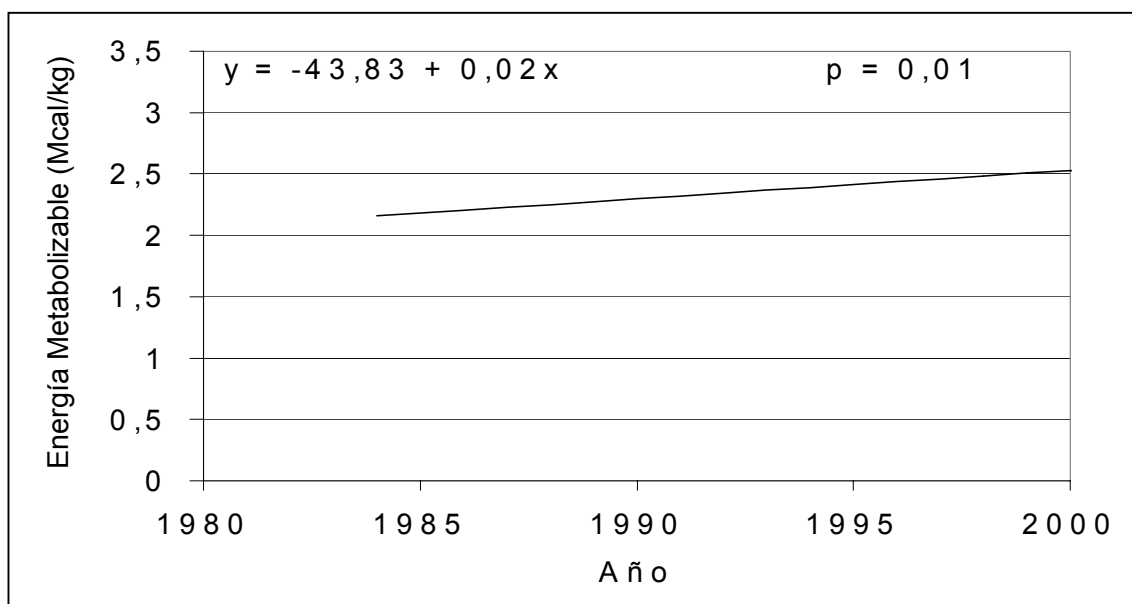
**4.3.2 Ensilaje de ballica de rotación.** Los ensilajes confeccionados por corte directo presentaron un incremento en el contenido de proteína y energía. La proteína manifestó una tendencia al aumento ( $p = 0,06$ ) de 0,26 unidades porcentuales por año, y la energía aumentó en forma altamente significativa ( $p = 0,01$ ) en un valor anual de 0,02 Mcal/kg. A pesar que era esperable una disminución significativa del contenido de fibra cruda, esta no ocurrió, siendo estadísticamente similar durante el período analizado.

El alza de los contenidos de proteína y energía se explica con el hecho de que las variedades comerciales de ballicas de rotación, tanto anuales como bianuales, han sufrido un proceso de mejoramiento genético importante (DEMANET, 1994 y LOPEZ, 1996), el cual permitiría justificar en parte esta situación. Factores de manejo de la confección de ensilajes, como los presentados en la Figura 1, también podrían asociarse con las tendencias descritas.

La evolución del contenido de proteína cruda y energía metabolizable se muestra en las Figuras 5 y 6 respectivamente.



**FIGURA 5** Evolución del contenido de proteína cruda en ensilaje directo de ballica de rotación.



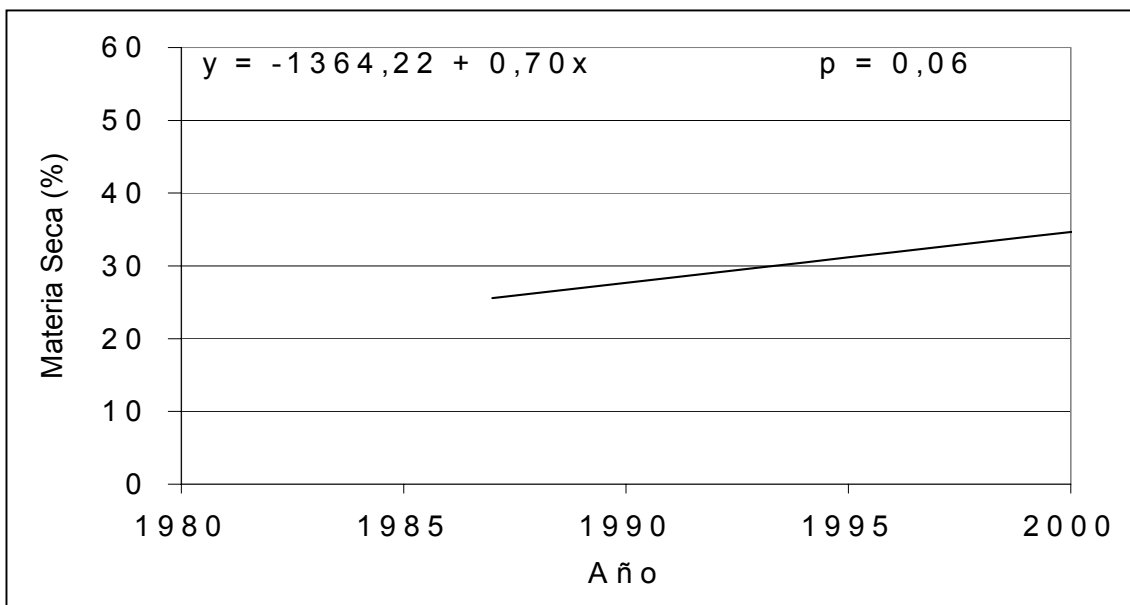
**FIGURA 6** Evolución del contenido de energía metabolizable en ensilaje directo de ballica de rotación.

Los ensilajes premarchitos han manifestado una tendencia ( $p = 0,06$ ) a incrementar su contenido de materia seca a una tasa anual de 0,70 unidades porcentuales. Esto puede ser indicativo de un mejor uso de esta técnica a través de los años, debido a que los agricultores han ido adquiriendo más experiencia y mejor maquinaria para su desarrollo, lo que llevaría a disminuir las pérdidas a nivel de campo (PICHARD y CUSSEN, 1994).

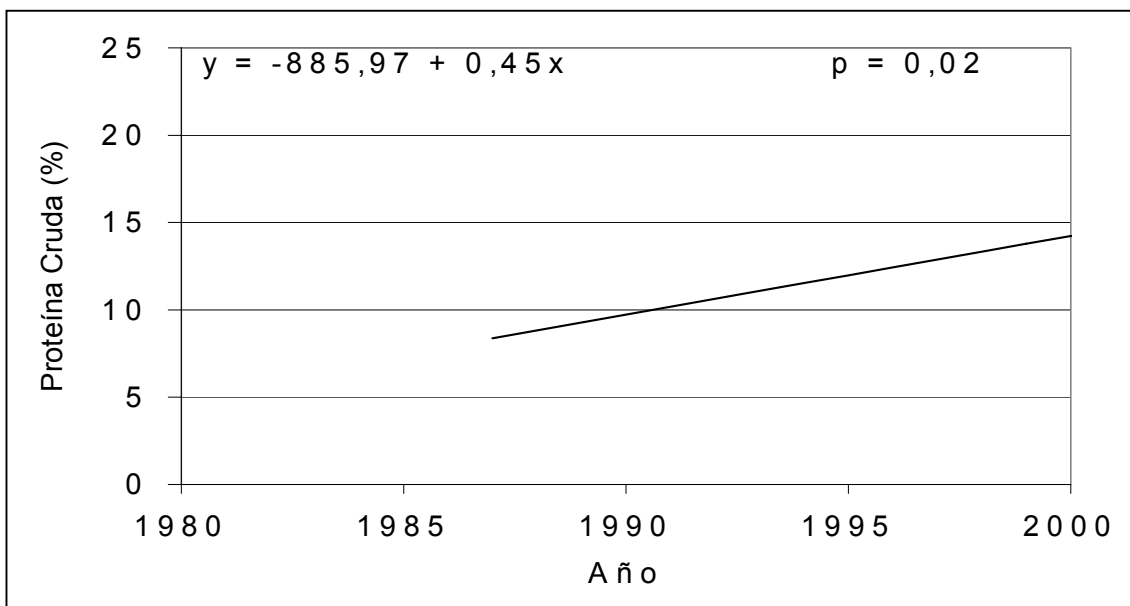
En ensilajes premarchitos aumentó significativamente el contenido proteico ( $p = 0,02$ ), en 0,45 unidades porcentuales anualmente, valor que fue superior al incremento de la proteína de los confeccionados por corte directo. Este hecho es coherente con la disminución significativa del contenido de fibra, de 0,44 unidades porcentuales por año ( $p = 0,05$ ). Ambas situaciones se asocian posiblemente al corte en estados fenológicos más tempranos y a un perfeccionamiento del manejo tecnológico para realizar el premarchitamiento.

A pesar de los cambios antes mencionados, el contenido energético no manifestó un aumento estadísticamente válido durante el segmento de años considerados.

La evolución respectiva de los contenidos de materia seca, proteína cruda y fibra cruda se visualiza en las Figuras 7, 8 y 9.

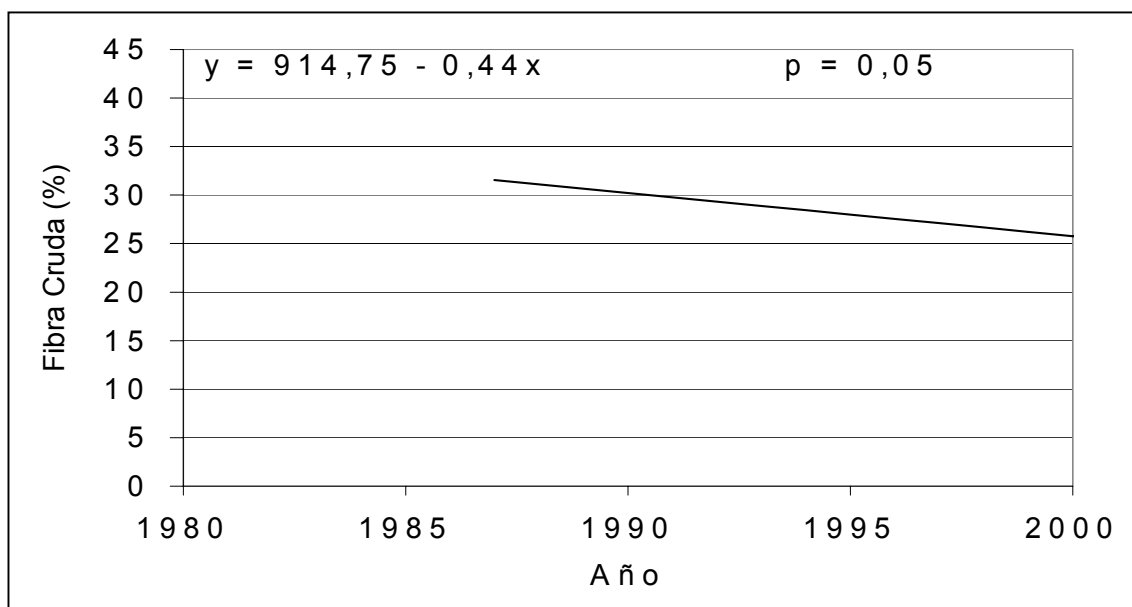


**FIGURA 7** Evolución del contenido de materia seca en ensilaje premarchito de ballica de rotación.



**FIGURA 8** Evolución del contenido de proteína cruda en ensilaje premarchito de ballica de rotación.





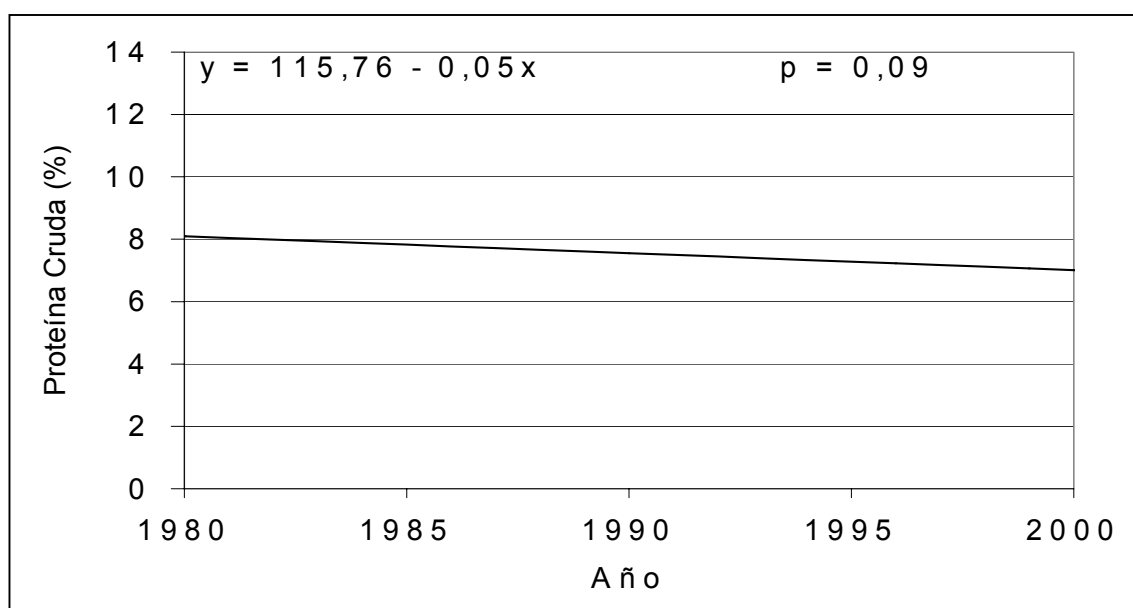
**FIGURA 9** Evolución del contenido de fibra cruda en ensilaje premarchito de ballica de rotación.

**4.3.3 Ensilaje de maíz.** El contenido de proteína manifestó una tendencia a la disminución ( $p = 0,09$ ), de 0,05 unidades porcentuales por año, hecho que es coincidente con la reducción anual del contenido de fibra, de 0,32 unidades porcentuales, valor que fue altamente significativo ( $p = 0,00$ ). Esto es coherente con la información presentada en los Cuadros 30, 31 y 32, donde se aprecia que a medida que ocurre una disminución del contenido proteico, la fibra también se reduce.

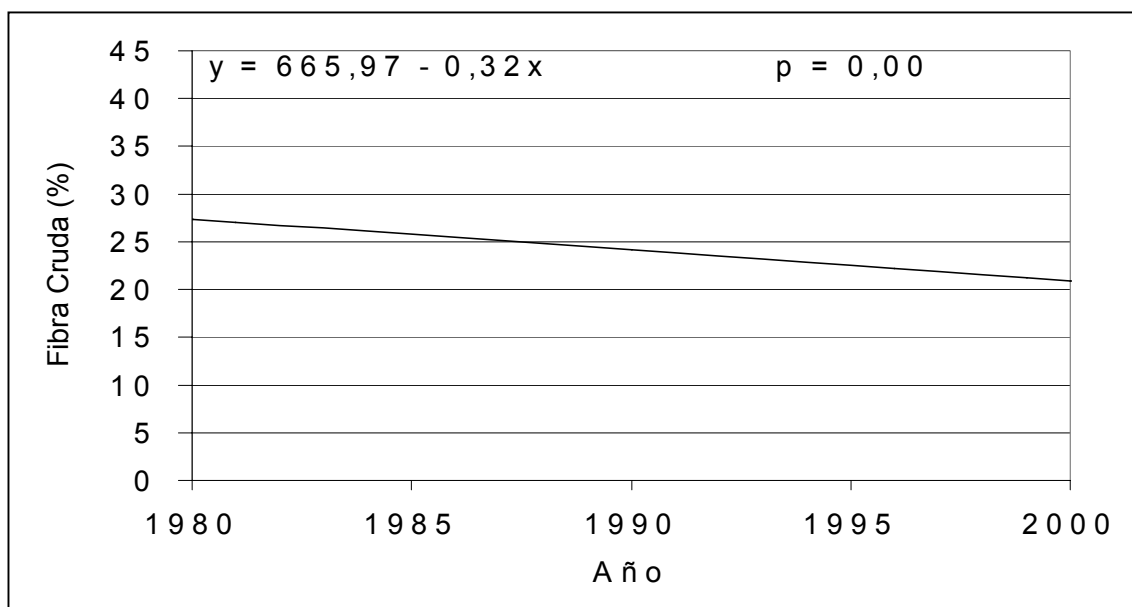
Sin embargo, el contenido de materia seca en si mismo no presentó una tendencia estadística al aumento. Esta información contrasta con la presentada en el Cuadro 29, donde se puede observar que la categoría con mayor nivel de materia seca aumentó en importancia relativa de 32 a 78% entre los períodos 1980-1984 y 1995-2000, hecho según el cual era presumible un mayor nivel de significancia. La energía tampoco aumentó en forma significativa, situación que está asociada a lo señalado previamente para el contenido de materia seca.

El esfuerzo por introducir variedades de maíces híbridos adaptados a la zona sur, hecho que es reportado por KLEIN (1994b), CORTES y SILVA (1995), LOPEZ (1995), KLEIN *et al.* (1996) y SOTO (1996), ha tenido como propósito lograr mayores valores de materia seca que permitan la obtención de un alto nivel energético. Esta situación se aprecia en los Cuadros 29, 30, 31 y 32, donde al incrementarse el contenido de materia seca por categorías ha existido también una predisposición de aumento en el nivel promedio de energía metabolizable.

La evolución en el contenido de proteína cruda y fibra cruda se presenta en las Figuras 10 y 11 respectivamente.



**FIGURA 10** Evolución del contenido de proteína cruda en ensilaje de maíz.

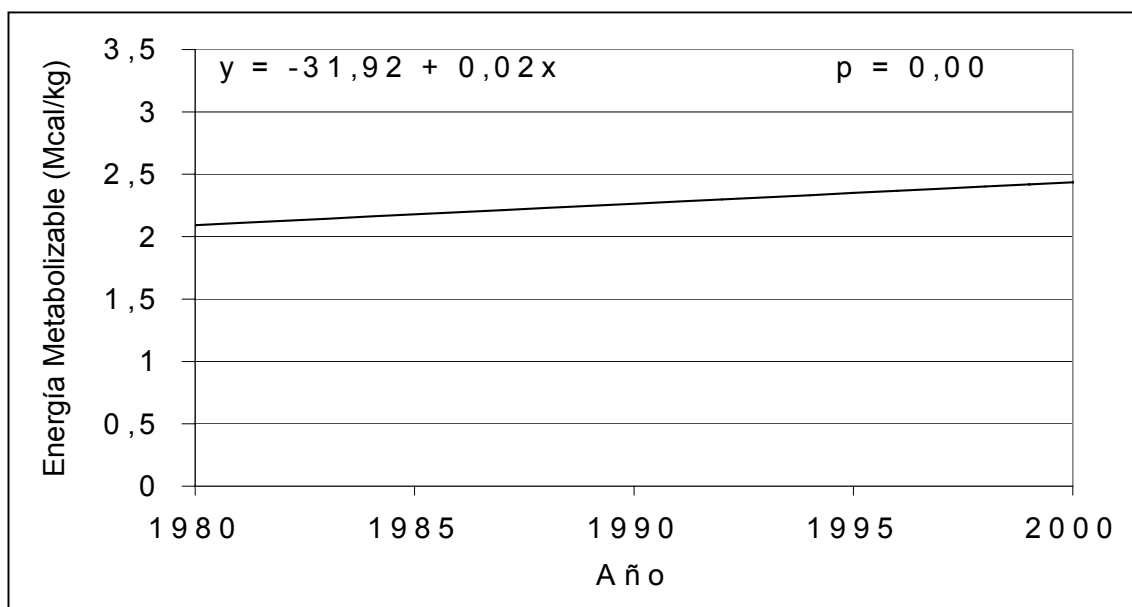


**FIGURA 11 Evolución del contenido de fibra cruda en ensilaje de maíz.**

**4.3.4 Ensilaje de pradera.** Los ensilajes confeccionados por corte directo presentaron una importante variación a través de los años en el contenido de energía, la cual fue altamente significativa ( $p = 0,00$ ), con un incremento anual de  $0,02$  Mcal/kg. Sin embargo, este cambio no se vio reflejado en una disminución significativa del contenido de fibra cruda, la cual se mantuvo estable dentro del período estudiado.

La proteína no aumentó en forma significativa. Esta situación se explicaría en parte por la gran heterogeneidad de datos y también al analizar el Cuadro 35 (ensilajes directos de pradera segregados por nivel de proteína), donde se aprecia que el grupo de menor contenido proteico aún sigue siendo el más importante (aunque ha decrecido de 64 a 46% del total entre los períodos 1980-1984 y 1995-2000).

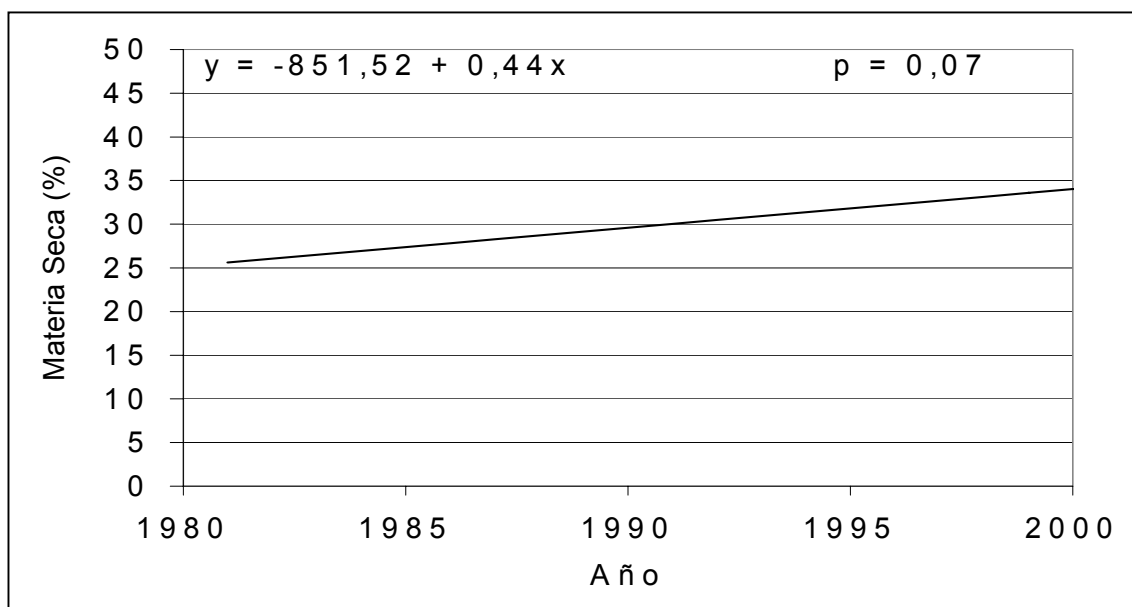
La evolución en el nivel de energía metabolizable se muestra en la Figura 12.



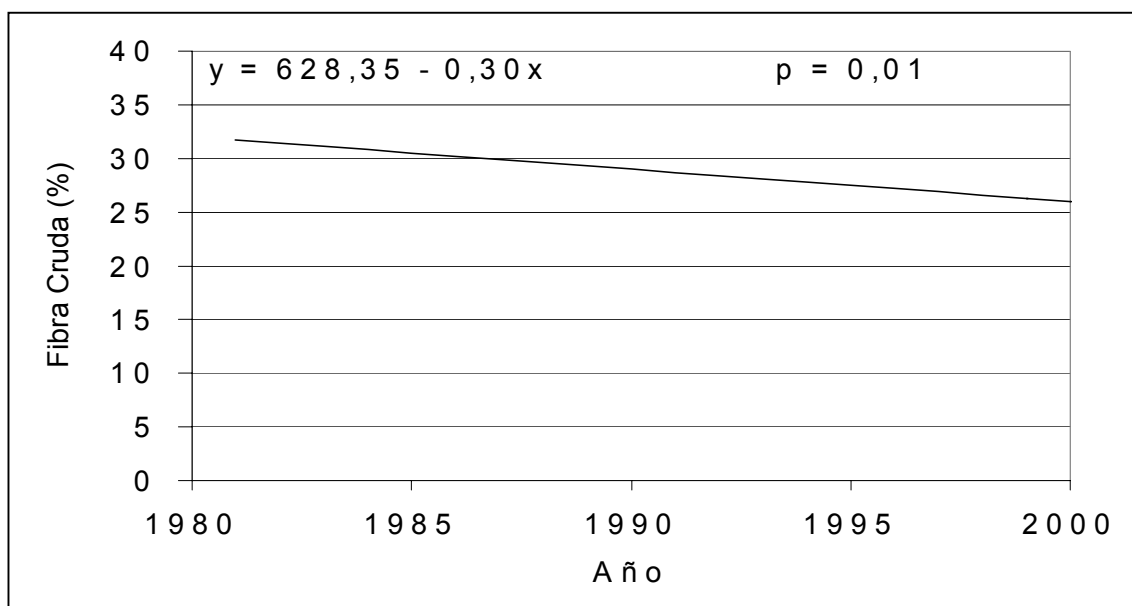
**FIGURA 12 Evolución del contenido de energía metabolizable en ensilaje directo de pradera.**

Los ensilajes premarchitos presentaron una tendencia ( $p = 0,07$ ) a elevar su contenido de materia seca en un valor anual de 0,44 unidades porcentuales. También se manifestó una tendencia al aumento del contenido energético ( $p = 0,09$ ), de 0,01 Mcal/kg por año (valor inferior al incremento de la energía observado en los de corte directo), situación que es coherente con una disminución altamente significativa en el contenido de fibra, de 0,30 unidades porcentuales al año ( $p = 0,01$ ). Sin embargo, los cambios antes mencionados no se vieron reflejados en un incremento significativo del contenido proteico, el cual no varió dentro del período analizado. El mayor nivel energético y el menor contenido de fibra se deben posiblemente al corte en un estado fenológico más temprano y a un mejor manejo de la tecnología del premarchitamiento por parte de los agricultores de la zona sur (caso similar al comentado para el ensilaje de ballica de rotación premarchito).

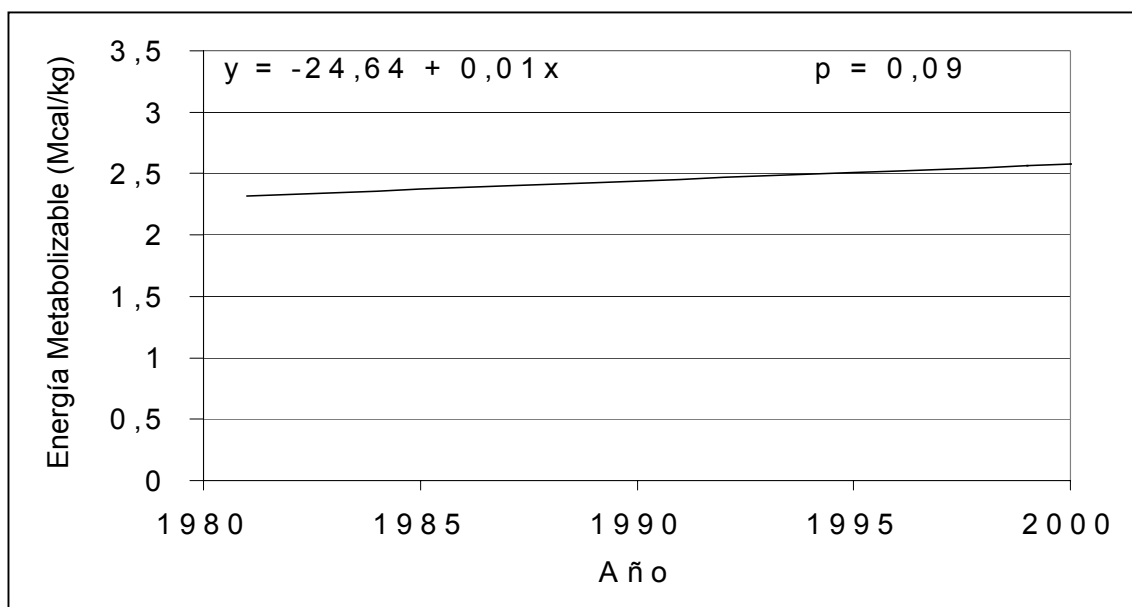
La evolución respectiva de los contenidos de materia seca, fibra cruda y energía metabolizable se muestra en las Figuras 13, 14 y 15.



**FIGURA 13** Evolución del contenido de materia seca en ensilaje premarchito de pradera.



**FIGURA 14** Evolución del contenido de fibra cruda en ensilaje premarchito de pradera.



**FIGURA 15** Evolución del contenido de energía metabolizable en ensilaje premarchito de pradera.

#### 4.4 Correlaciones entre parámetros composicionales de ensilajes.

A medida que las especies forrajeras maduran, avanzando desde etapas vegetativas hacia reproductivas, se produce un incremento en el contenido de materia seca y fibra, el cual va acompañado por un descenso en los niveles de proteína y energía (MINSON, 1990 y MERRY *et al.*, 2000).

La situación del maíz es diferente, ya que para dicha especie la acumulación de materia seca que acompaña a la madurez (fundamentalmente almidón) se asocia con un menor contenido de fibra y proteína, y con un mayor aporte energético (KLEIN, 1994b y SOTO, 1996).

Las determinaciones de fibra (FC, FDA, FDN) miden el contenido de pared celular, alcanzando distintos niveles de precisión. Existe una correlación alta y positiva entre dichas determinaciones, lo que permite realizar ecuaciones de predicción entre ellas (VAN SOEST, 1994 y ANRIQUE *et al.*, 1995).

En el Cuadro 42 se presentan las correlaciones entre los parámetros composicionales antes señalados, y su respectiva significancia estadística, para los principales tipos de ensilajes de la zona sur.

En cada caso se calculó la probabilidad (p) de que no exista correlación entre las variables analizadas. Valores menores a 0,05 se usaron como indicativos de una correlación estadísticamente significativa entre los parámetros composicionales estudiados (STEEL y TORRIE, 1997 y DEVORE, 2001). Se consideraron como altas las correlaciones iguales o mayores a 0,7.<sup>3</sup>

**CUADRO 42 Correlaciones entre componentes nutricionales de ensilajes.**

	Alfalfa directo	Alfalfa premar.	Ballica rotación directo	Ballica rotación premar.	Maíz	Pradera directo	Pradera premar.
PC-EM	0,19	0,21	0,49*	0,41*	-0,09	0,42*	0,41*
PC-FC	-0,93	-0,47*	-0,55*	-0,56*	0,32*	-0,44*	-0,44*
PC-FDA	-0,61*	-0,46*	-0,68*	-0,61*	0,22*	-0,51*	-0,42*
PC-FDN	-0,76*	-0,77*	-0,79*	-0,82*	0,13	-0,55*	-0,54*
EM-FC	-0,42*	-0,55*	-0,51*	-0,55*	-0,48*	-0,44*	-0,58*
EM-FDA	-0,16	-0,70*	-0,78*	-0,82*	-0,48*	-0,59*	-0,72*
EM-FDN	-0,49*	-0,47*	-0,77*	-0,64*	-0,33	-0,55*	-0,65*
FC-FDA	0,96*	0,93*	0,84*	0,86*	0,89*	0,76*	0,82*
FC-FDN	0,93*	0,77*	0,87*	0,85*	0,69	0,81*	0,82*
FDA-FDN	0,92*	0,73*	0,93*	0,83*	0,64	0,79*	0,80*

Nota: premar. = premarchito. \* =  $p < 0,05$ .

<sup>3</sup> HODGKINSON, S. M. (2001). Ph. D. Docente del Instituto de Producción Animal, Universidad Austral de Chile. Comunicación personal.

Según STEEL y TORRIE (1997) y DEVORE (2001), el signo de las correlaciones es importante solo cuando éstas son significativas ( $p < 0,05$ ). En el Cuadro 42 se pueden revisar los casos donde se cumple con la condición señalada.

Como se aprecia en el Cuadro 42, la proteína y energía se correlacionaron con valores que en general fueron medios a bajos, inferiores a 0,5 en todos los casos estudiados. Solo se obtuvieron valores significativos en ensilajes de ballica de rotación y de pradera (directos y premarchitos), en los cuales la correlación fue positiva.

La proteína presentó un diferente nivel de correlación con las determinaciones de fibra, el cual alcanzó valores medios y altos, negativos y significativos, en los ensilajes de pradera y de ballica de rotación (entre -0,42 y -0,82). En ensilajes de alfalfa la correlación fue negativa (-0,46 a -0,93), siendo significativa en todos los casos, excepto en el valor mayor del rango (PC-FC en los de corte directo). En ensilajes de maíz las correlaciones fueron bajas (0,13 a 0,32), siendo positivas y significativas, a excepción del valor menor del rango (PC-FDN).

La correlación entre energía y fibra se manifestó con diferentes valores, todos negativos (entre -0,16 y -0,82), siendo significativa en la mayoría de los casos (ver en Cuadro 42). Las cifras más altas se presentaron en los ensilajes directos y premarchitos de ballica de rotación, y en los premarchitos de pradera. Los únicos casos no significativos fueron EM-FDA en ensilajes de alfalfa directos y EM-FDN en ensilajes de maíz.

Las mejores correlaciones se obtuvieron entre las determinaciones de fibra (FDA, FDN, FC), siendo mayoritariamente significativas. Estas fueron de signo positivo en todos los casos, y en general superiores a 0,7. En ensilajes



directos y premarchitos de ballica de rotación, y en los premarchitos de pradera, las correlaciones fueron mayores a 0,8 y en el caso de los ensilajes de alfalfa confeccionados por corte directo mayores a 0,9. Los únicos dos casos en que se encontraron correlaciones menores a 0,7 y no significativas ocurrieron en ensilajes de maíz (específicamente entre FC-FDN y FDA-FDN).

En el presente estudio no se encontraron correlaciones altas (mayores a 0,7) entre combinaciones que incluyeran materia seca, cenizas totales, nitrógeno amoniacal, pH y minerales individuales tales como calcio, fósforo, magnesio y potasio. Por ésta razón, y en general por su baja significancia, fueron omitidas del Cuadro 42.

## CONCLUSIONES

En base a los resultados obtenidos en el presente estudio se plantean las siguientes conclusiones:

- Respecto de la importancia de los ensilajes según material de origen y aplicación de tecnologías (período 1980-2000):
  - Se detectó un considerable aumento en la cantidad de muestras de ensilaje recibidas por el Laboratorio de Nutrición de la Universidad Austral de Chile a través de los años.
  - La importancia relativa de los recursos utilizados para confeccionar ensilajes varió en el tiempo, con un incremento en el uso de pradera, alfalfa y ballica de rotación, y una disminución en el empleo de avena, avena-pasto y maíz.
  - El ensilaje de pradera representó el 55% del total de muestras analizadas, siendo el de mayor difusión en la zona sur. Siguen, en orden de importancia decreciente, los ensilajes de maíz (15%), ballica de rotación (11%), alfalfa (6%), avena-pasto (4%) y avena (2%).
  - Los ensilajes directos y sin aditivos constituyeron las categorías más numerosas, sin embargo se constató una variación en el uso de tecnologías, aumentando la importancia de los ensilajes premarchitos y con aplicación de aditivos, principalmente en ensilajes de alfalfa, ballica de rotación y pradera. En el caso del ensilaje de maíz el empleo de aditivos (urea) disminuyó.

- El contenido de materia seca de los ensilajes de maíz varió a través del tiempo. Los grupos de nivel bajo (MS<21%) e intermedio (MS 21-25%), que en conjunto representaban un 68% del total de muestras de dichos ensilajes durante el período 1980-1984, disminuyeron a solo 22% entre los años 1995 y 2000, tendiendo a desaparecer la categoría de nivel bajo. El grupo de contenido alto (MS>25%) aumentó de 32 a 78% en similar lapso de tiempo.
  
- Respecto de la caracterización nutricional y evolución de parámetros composicionales de ensilajes confeccionados por productores de la zona sur (período 1980-2000):
  - Los ensilajes directos y premarchitos de alfalfa se caracterizaron por presentar el mayor contenido promedio de proteína cruda (PC = 19,5%), seguidos por los ensilajes directos y premarchitos de ballica de rotación y de pradera (PC 11-12%). Los promedios más reducidos se encontraron en los ensilajes de avena, avena-pasto y maíz (PC<10%).
  
  - En el ensilaje de pradera directo la categoría de menor contenido proteico (PC<11%), que representaba un 64% del total de muestras de dicho tipo de ensilaje durante el período 1980-1984, disminuyó a 46% entre 1995 y 2000; y las categorías intermedia (PC 11-13%) y alta (PC>13%) aumentaron en similar lapso de tiempo de 22 a 31% y de 14 a 23% respectivamente.
  
  - El ensilaje de maíz se caracterizó por presentar el mayor contenido promedio de energía metabolizable (EM = 2,59 Mcal/kg), seguido por los ensilajes de ballica de rotación (directos y premarchitos) y premarchitos de pradera (EM 2,4-2,5 Mcal/kg). Los ensilajes de avena-pasto y de pradera directos manifestaron cifras intermedias (EM 2,3-2,4 Mcal/kg), y los de alfalfa (directos y premarchitos) y de avena presentaron los niveles más bajos (EM<2,3 Mcal/kg).

- Se encontraron tendencias de cambio a través del tiempo ( $p < 0,1$ ) en parámetros composicionales de ensilajes en los siguientes casos: alfalfa premarchito (aumento de FC, disminución de PC); ballica de rotación directo (aumento de PC y EM); ballica de rotación premarchito (aumento de MS y PC, disminución de FC); maíz (disminución de PC y FC); pradera directo (aumento de EM) y pradera premarchito (aumento de MS y EM, disminución de FC).
  
- La calidad fermentativa, medida a través del contenido promedio de nitrógeno amoniacal, fue catalogada como buena ( $N-NH_3$  5-10%) en los ensilajes de alfalfa premarchito, avena, avena-pasto, ballica de rotación (directo y premarchito), maíz y pradera (directo y premarchito). En el ensilaje de alfalfa directo el promedio obtenido fue deficiente ( $N-NH_3 > 15\%$ ). Los valores promedio, sin embargo, provienen de conjuntos de datos sujetos a una alta variación, por lo cual existe una proporción de ensilajes deficientes en todas las categorías estudiadas.
  
- Respecto del grado de correlación entre parámetros composicionales de ensilajes:
  - La asociación entre parámetros composicionales dentro de recursos (ensilajes directos y premarchitos de alfalfa, ballica de rotación y pradera; y ensilaje de maíz), demuestra una correlación significativa ( $p < 0,05$ ), positiva y alta (mayor a 0,7), entre determinaciones de fibra (FDA, FDN, FC). En cambio, la correlación entre energía y fibra fue negativa dentro de un rango amplio (-0,16 a -0,82) siendo significativa en la mayoría de los casos, y lo mismo ocurrió entre proteína y fibra (-0,42 a -0,93), a excepción del ensilaje de maíz en el cual fue positiva (0,13 a 0,32). Entre proteína y energía el nivel de correlación fue medio a bajo (inferior a 0,5), siendo positivo y significativo solo en los ensilajes de ballica de rotación y de pradera.

## RESUMEN

En el Laboratorio de Nutrición, perteneciente a la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Austral de Chile, se acumuló una considerable cantidad de información de la composición nutricional de ensilajes de la zona sur, durante un período de veintiún años (1980-2000). Para utilizar dicha información se creó una base de datos, la cual quedó constituida por 3918 muestras de ensilaje, con un total de 26447 datos analíticos.

El objetivo general del estudio fue caracterizar nutricionalmente los diversos tipos de ensilajes. Los objetivos específicos fueron: (1) analizar la importancia de los ensilajes según material de origen y aplicación de tecnologías (uso de premarchitamiento y aditivos), (2) estudiar la evolución de la composición nutricional de ensilajes, y (3) calcular la correlación entre parámetros composicionales dentro de tipos de ensilajes.

Se examinó la importancia absoluta y relativa según tipo de ensilaje y uso de tecnologías, y también dentro de categorías (de acuerdo al contenido de materia seca (MS) en ensilajes de maíz y de proteína cruda (PC) en ensilajes de pradera directos). Dentro de cada tipo de ensilaje se incluyó para los diversos parámetros composicionales el valor promedio, la desviación estándar del promedio y el número de datos en que se basaron los cálculos. Además, se estudió la evolución de la composición nutricional de ensilajes usando análisis de regresión, y se estableció el grado de correlación entre parámetros composicionales.

El número total de muestras de ensilaje por año creció a través del tiempo. También aumentó la importancia relativa de los ensilajes de pradera, alfalfa y ballica de rotación, y disminuyó la de los ensilajes de avena, avena-pasto y maíz. El uso de tecnologías varió a través del tiempo, con un incremento en la importancia del premarchitamiento y aditivos, principalmente en ensilajes de alfalfa, ballica de rotación y pradera. En ensilajes de maíz el uso de aditivos (urea) disminuyó.

El 55% del total de muestras de ensilaje analizadas durante el período 1980-2000 correspondió a pradera, seguido por maíz (15%), ballica de rotación (11%), alfalfa (6%), avena-pasto (4%) y avena (2%).

Se observó una variación en el contenido de MS de ensilajes de maíz, donde las categorías baja (MS<21%) e intermedia (MS 21-25%) decrecieron en conjunto de 68% del total de muestras de dicho ensilaje durante el período 1980-1984 a 22% entre 1995-2000; y la categoría de alto contenido (MS>25%) aumentó de 32 a 78% en similar lapso de tiempo. En los ensilajes de pradera directos la categoría de bajo contenido proteico (PC<11%) disminuyó de 64% durante el período 1980-1984 a 46% entre 1995-2000; y en similar lapso de tiempo las categorías intermedia (PC 11-13%) y alta (PC>13%) aumentaron respectivamente de 22 a 31% y de 14 a 23%.

Los contenidos promedio de PC (%) y energía metabolizable (EM) (Mcal/kg) fueron respectivamente: alfalfa directo (19,47 y 2,23), alfalfa premarchito (19,63 y 2,28), avena (9,06 y 2,26), avena-pasto (9,41 y 2,33), ballica de rotación directo (12,00 y 2,41), ballica de rotación premarchito (12,28 y 2,49), maíz (7,52 y 2,59), pradera directo (11,38 y 2,34) y pradera premarchito (12,12 y 2,47).

Una tendencia significativa de cambio composicional ( $p < 0,1$ ) se observó en los siguientes ensilajes: alfalfa premarchito (aumento de fibra cruda (FC), disminución de PC); ballica de rotación directo (aumento de PC y EM); ballica de rotación premarchito (aumento de MS y PC, disminución de FC); maíz (disminución de PC y FC); pradera directo (aumento de EM) y pradera premarchito (aumento de MS y EM, disminución de FC).

La calidad de fermentación, en relación con el contenido promedio de nitrógeno amoniacal, fue considerada como buena ( $N-NH_3$  5-10%) en ensilajes de alfalfa premarchito, avena, avena-pasto, ballica de rotación (directo y premarchito), maíz y pradera (directo y premarchito); y como deficiente ( $N-NH_3 > 15\%$ ) en el ensilaje de alfalfa directo.

Existió una gran variabilidad en los valores composicionales de ensilajes y por lo tanto, los promedios obtenidos deben ser usados con cautela y solo como referencia.

La correlación entre parámetros composicionales dentro de ensilajes (directos y premarchitos de alfalfa, ballica de rotación y pradera; y de maíz) fue significativa ( $p < 0,05$ ), positiva y alta (mayor a 0,7), en todos los casos entre determinaciones de fibra (fibra detergente ácido (FDA), fibra detergente neutro (FDN), FC). Entre energía y fibra la correlación fue negativa (-0,16 a -0,82), siendo significativa en la mayoría de los casos y lo mismo ocurrió entre proteína y fibra (-0,42 a -0,93), con la excepción del ensilaje de maíz (0,13 a 0,32). Entre proteína y energía la correlación fue inferior a 0,5 en todos los casos, siendo positiva y significativa solo en los ensilajes de ballica de rotación y de pradera.

## SUMMARY

In the Nutrition Laboratory of the Agricultural Sciences Faculty, Universidad Austral de Chile, information was accumulated about the nutritional composition of silages from southern Chile, during a period of twenty-one years (1980-2000). A database was created for this information and included a total of 26,447 analytical data from 3,918 silage samples.

The general objective of the study was to nutritionally characterize the types of silages. The specific objectives were: (1) to analyze the importance of silages according to the origin of the raw materials and application of technologies (use of wilting and additives), (2) to study the evolution of silage's nutritional composition, and (3) to calculate the correlation among compositional parameters within silage type.

The absolute and relative importance of silage types and use of technologies, and also within categories according to dry matter (DM) content in maize silages and crude protein (CP) content in unwilted grass silages, were examined. The average, standard deviation and numbers of data used for calculations were included for compositional parameters within silage type. The evolution of the nutritional composition of silages was also studied by regression analysis, and correlation rank among compositional parameters was established.

The total number of silage samples per year increased throughout time. The relative importance of grass, alfalfa and short-rotation ryegrass silages also increased, and in maize, oats and oat-grass silages decreased. The use of



technologies also changed over time with an increasing importance of wilting and use of additives, mainly for alfalfa, short-rotation ryegrass and grass silages. In maize silages the use of additives (urea) decreased.

A total of 55% of the analyzed silage samples during the 1980-2000 period belonged to grass, with 15% maize, 11% short-rotation ryegrass, 6% alfalfa, 4% oats-grass and 2% oats.

A variation over time was observed in the DM content of maize silages, with low content (DM<21%) and intermediate categories (DM 21-25%) decreasing from 68% in the 1980-1984 period to 22% in the 1995-2000 period; in the same interval the high content category (DM>25%) increased from 32 to 78%. In unwilted grass silages, the low protein category (CP<11%) decreased from 64% in the 1980-1984 period to 46% in the 1995-2000 period; in the same interval intermediate (CP 11-13%) and high content categories (CP>13%) increased from 22 to 31% and from 14 to 23%, respectively.

Average contents of CP (%) and metabolizable energy (ME) (Mcal/kg) respectively were: alfalfa, unwilted (19.47 and 2.23); alfalfa, wilted (19.63 and 2.28); oats (9.06 and 2.26); oats-grass (9.41 and 2.33); short-rotation ryegrass, unwilted (12.00 and 2.41); short-rotation ryegrass, wilted (12.28 and 2.49); maize (7.52 and 2.59); grass, unwilted (11.38 and 2.34); and grass, wilted (12.12 and 2.47).

A significant tendency towards changes in composition ( $p<0.1$ ) was observed in the following silages: alfalfa, wilted (increased crude fiber (CF), decreased CP); short-rotation ryegrass, unwilted (increased CP y ME); short-rotation ryegrass, wilted (increased DM and CP, decreased CF); maize (decreased CP and CF); grass, unwilted (increased ME); and grass, wilted (increased DM and ME, decreased CF).

The silage's fermentation quality, related to average content of ammonia-N, was considered as good (ammonia-N 5-10%) in alfalfa, wilted; oats, oat-grass, short-rotation ryegrass (unwilted and wilted), maize and grass (unwilted and wilted); and as deficient (ammonia-N>15%) in alfalfa, unwilted.

There was a large degree of variation in silage's compositional values and, therefore, average values should be used with caution and only as a reference.

Correlation among compositional parameters within categories (unwilted and wilted silages of alfalfa, short-rotation ryegrass and grass; and maize silage) was significant ( $p<0.05$ ), positive and high (higher than 0.7) in all cases among fiber determinations (acid-detergent fiber (ADF), neutral-detergent fiber (NDF), CF). Between energy and fiber the correlation was negative (-0.16 to -0.82) and significant in the majority of the cases and the same happened between protein and fiber (-0.42 to -0.93), with the exception of maize silage (0.13 to 0.32). Between protein and energy the correlation was lower than 0.5 in all cases, and positive and significant only in short-rotation ryegrass and grass silages.

## 7 BIBLIOGRAFIA

AGRICULTURAL DEVELOPMENT AND ADVISORY SERVICE. 1985. The analysis of agricultural materials. 3<sup>a</sup> ed. Reference book 427. London, UK. 248 p.

AGUILA, H. 1997. Pastos y empastadas. 8<sup>a</sup> ed. Universitaria. Santiago, Chile. 314 p.

ALOMAR, D. 1991. Efluentes del ensilaje y aditivos absorbentes. In: Latrille, L. (ed.) Avances en Producción Animal. Universidad Austral de Chile, Facultad de Ciencias Agrarias, Instituto de Producción Animal. Serie B-15. Valdivia, Chile. pp: 63-75.

ALOMAR, D. 1992. Valor nutritivo de las leguminosas forrajeras. In: Latrille, L. y Balocchi, O. (eds.) Producción Animal. Universidad Austral de Chile, Facultad de Ciencias Agrarias, Instituto de Producción Animal. Serie B-16. Valdivia, Chile. pp: 154-172.

ALOMAR, D. 1995. Efluentes de ensilajes: características, aspectos productivos e impacto ambiental. In: Dumont, J. C. (ed.) Mesa redonda: Impacto de la producción agropecuaria en el medio ambiente de Chile. Sociedad Chilena de Producción Animal. Serie de simposios y compendios, volumen 3. Coquimbo, Chile. pp: 67-91.

ANRIQUE, R. 1981. Tablas de requerimientos y composición de alimentos para animales. Universidad Austral de Chile, Facultad de Ciencias Agrarias, Instituto de Producción Animal. Serie B-6. Valdivia, Chile. 50 p.

ANRIQUE, R.; ALOMAR, D.; ARAYA, O.; BALOCCHI, O.; CUEVAS, E.; FUCHSLOCHER, R.; RIVAS, A. y SALAS, C. 1983. Tablas de composición de alimentos para la zona sur (IX-X Regiones). Oficina de Planificación Agrícola, Ministerio de Agricultura. Universidad Austral de Chile, Facultad de Ciencias Agrarias, Instituto de Producción Animal. Valdivia, Chile. 110 p.

ANRIQUE, R.; ALOMAR, D.; ARAYA, O.; BALOCCHI, O.; CUEVAS, E.; FUCHSLOCHER, R.; RIVAS, A. y SALAS, C. 1985. Composición de alimentos para el ganado en la zona sur. Fundación Fondo de Investigación Agropecuaria, Ministerio de Agricultura. Universidad Austral de Chile, Facultad de Ciencias Agrarias, Instituto de Producción Animal. Valdivia, Chile. 45 p.

ANRIQUE, R. 1987a. Predicción del valor energético de ensilajes y henos. In: Latrille, L. y Balocchi, O. (eds.) Conservación de forrajes. Universidad Austral de Chile, Facultad de Ciencias Agrarias, Instituto de Producción Animal. Serie B-12. Valdivia, Chile. pp: 241-250.

ANRIQUE, R. 1987b. Valor nutritivo de ensilajes y henos en la zona sur. In: Latrille, L. y Balocchi, O. (eds.) Conservación de forrajes. Universidad Austral de Chile, Facultad de Ciencias Agrarias, Instituto de Producción Animal. Serie B-12. Valdivia, Chile. pp: 235-240.

- ANRIQUE, R. 1987c. Ensilado por corte directo y premarchitamiento. In: Latrille, L. y Balocchi, O. (eds.) Conservación de forrajes. Universidad Austral de Chile, Facultad de Ciencias Agrarias, Instituto de Producción Animal. Serie B-12. Valdivia, Chile. pp: 96-126.
- ANRIQUE, R. 1987d. Ensilaje y heno de pradera en producción de carne. In: Latrille, L. y Balocchi, O. (eds.) Conservación de forrajes. Universidad Austral de Chile, Facultad de Ciencias Agrarias, Instituto de Producción Animal. Serie B-12. Valdivia, Chile. pp: 352-370.
- ANRIQUE, R.; LATRILLE, L. y FERRANDO, A. 1987. Estrategias de alimentación para crecimiento-engorda invernal de bovinos en la zona sur. In: Jornadas de post grado "Alimentación invernal del ganado bovino". Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Veterinarias y Pecuarias. Santiago, Chile. pp: 263-292.
- ANRIQUE, R. 1991a. Aditivos estimulantes de la fermentación de ensilajes. In: Latrille, L. (ed.) Avances en Producción Animal. Universidad Austral de Chile, Facultad de Ciencias Agrarias, Instituto de Producción Animal. Serie B-15. Valdivia, Chile. pp: 44-62.
- ANRIQUE, R. 1991b. Recursos voluminosos conservados. In: Curso de post grado "Producción intensiva de leche en el sur de Chile". II: Alimentación invernal de vacas lecheras de alta producción. Colegio Médico Veterinario de Chile, Consejo Regional Osorno. Osorno, Chile. pp: 19-32.
- ANRIQUE, R. 1993. Bases para la alimentación de la vaca lechera de alta producción en pastoreo. In: Latrille, L. (ed.) Producción Animal. Universidad Austral de Chile, Facultad de Ciencias Agrarias, Instituto de Producción Animal. Serie B-17. Valdivia, Chile. pp: 211-234.

- ANRIQUE, R. 1994a. Bases del proceso fermentativo. In: González, M. y Bortolameolli, G. (eds.) II Seminario "Producción y utilización de ensilajes de pradera para agricultores de la zona sur". Instituto de Investigaciones Agropecuarias. Estación Experimental Remehue. Serie Remehue n° 52. pp: 145-162.
- ANRIQUE, R. 1994b. Avances en valoración nutritiva de alimentos para rumiantes. In: Latrille, L. (ed.) Producción Animal. Universidad Austral de Chile, Facultad de Ciencias Agrarias, Instituto de Producción Animal. Serie B-18. Valdivia, Chile. pp: 320-333.
- ANRIQUE, R.; VALDERRAMA, X. y FUCHSLOCHER, R. 1995. Composición de alimentos para el ganado en la zona sur. Fundación Fondo de Investigación Agropecuaria, Ministerio de Agricultura. Universidad Austral de Chile, Facultad de Ciencias Agrarias, Instituto de Producción Animal. Valdivia, Chile. 56 p.
- ANRIQUE, R.; MOREIRA, V.; DUMONT, J. C. y ALOMAR, D. 1996. Predicción del contenido de energía metabolizable *in vivo* de ensilajes de corte directo. Agricultura Técnica (Chile) 56 (4): 231-236.
- ANRIQUE, R. 1999a. Descripción del Chile lechero. In: Anrique, R.; Latrille, L.; Balocchi, O.; Alomar, D.; Moreira, V.; Smith, R.; Pinochet, D. y Vargas, G. Competitividad de la producción lechera nacional (tomo I). Universidad Austral de Chile, Facultad de Ciencias Agrarias. Valdivia, Chile. pp: 1-28.
- ANRIQUE, R. 1999b. Caracterización del Chile lechero. In: Latrille, L. (ed.) Producción Animal. Universidad Austral de Chile, Facultad de Ciencias Agrarias, Instituto de Producción Animal. Serie B-22. Valdivia, Chile. pp: 140-157.

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS (AOAC). 1970. Official methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemists. 11<sup>a</sup> ed. Washington, D. C., USA. 1015 p.

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS (AOAC). 1996. Official methods of analysis of AOAC International. 16<sup>a</sup> ed. Washington, D. C., USA. p. irr.

ARAYA, O. 1994. Intoxicaciones y problemas sanitarios detectados con ensilajes de deficiente calidad. In: González, M. y Bortolameolli, G. (eds.) II Seminario "Producción y utilización de ensilajes de pradera para agricultores de la zona sur". Instituto de Investigaciones Agropecuarias. Estación Experimental Remehue. Serie Remehue n° 52. pp: 219-222.

BALOCCHI, O. 1987. Cultivos forrajeros como recurso para conservación. In: Latrille, L. y Balocchi, O. (eds.) Conservación de forrajes. Universidad Austral de Chile, Facultad de Ciencias Agrarias, Instituto de Producción Animal. Serie B-12. Valdivia, Chile. pp: 19-63.

BALOCCHI, O. y LOPEZ, I. 1991. Aptitud fermentativa de recursos forrajeros. In: Latrille, L. (ed.) Avances en Producción Animal. Universidad Austral de Chile, Facultad de Ciencias Agrarias, Instituto de Producción Animal. Serie B-15. Valdivia, Chile. pp: 1-24.

BALOCCHI, O. y OLIVARES, J. 1992. Leguminosas en praderas permanentes. In: Latrille, L. y Balocchi, O. (eds.) Producción Animal. Universidad Austral de Chile, Facultad de Ciencias Agrarias, Instituto de Producción Animal. Serie B-16. Valdivia, Chile. pp: 33-58.

- BALOCCHI, O. 1999a. Recursos forrajeros utilizados en producción de leche. In: Anrique, R.; Latrille, L.; Balocchi, O.; Alomar, D.; Moreira, V.; Smith, R.; Pinochet, D. y Vargas, G. Competitividad de la producción lechera nacional (tomo I). Universidad Austral de Chile, Facultad de Ciencias Agrarias. Valdivia, Chile. pp: 29-74.
- BALOCCHI, O. 1999b. Recursos forrajeros utilizados en producción de leche. In: Latrille, L. (ed.) Producción Animal. Universidad Austral de Chile, Facultad de Ciencias Agrarias, Instituto de Producción Animal. Serie B-22. Valdivia, Chile. pp: 186-214.
- BARBER, G. D.; OFFER, N. W. y GIVENS, D. I. 1996. Predicting the nutritive value of silage. In: Garnsworthy, P. C. y Cole, D. J. A. (eds.) Recent developments in ruminant nutrition III. Nottingham University Press. Nottingham, UK. pp: 95-112.
- BATEMAN, J. V. 1970. Nutrición animal: manual de métodos analíticos. Centro Regional de Ayuda Técnica, Agencia para el Desarrollo Internacional. México. 468 p.
- BEEVER, D. E. 1996. Characterisation of forages: appraisal of current practice and future opportunities. In: Garnsworthy, P. C. y Cole, D. J. A. (eds.) Recent developments in ruminant nutrition III. Nottingham University Press. Nottingham, UK. pp: 113-127.
- CHAMBERLAIN, D. G.; MARTIN, P. A. y ROBERTSON, S. 1996. Optimizing compound feed use in dairy cows with high intakes of silage. In: Garnsworthy, P. C. y Cole, D. J. A. (eds.) Recent developments in ruminant nutrition III. Nottingham University Press. Nottingham, UK. pp: 245-263.



- CHERNEY, D. J. R. 2000. Characterization of forages by chemical analysis. In: Givens, D. I.; Owen, E.; Axford, R. F. E. y Omed, H. M. (eds.) Forage evaluation in ruminant nutrition. Cab International. Wallingford, UK. pp: 281-300.
- CHILE, CORPORACION DE FOMENTO DE LA PRODUCCION y COOPERATIVA AGRICOLA Y LECHERA DE LA UNION (CORFO-COLUN). 1988. Calidad de los ensilajes usados en producción de leche en el área sur de la provincia de Valdivia. Santiago, Chile. 60 p.
- CHURCH, D. C. 1993. El rumiante: fisiología digestiva y nutrición. Traducido por Ducar, P. Acribia. Zaragoza, España. 641 p.
- CORTES, C. y SILVA, M. 1995. Evaluación de híbridos de maíz para ensilaje en la Décima Región. Avances en Producción Animal (Chile) 20 (1 y 2): 229-237.
- CUEVAS, E. 1987. Las praderas como recurso para conservación de forraje en la zona sur. In: Latrille, L. y Balocchi, O. (eds.) Conservación de forrajes. Universidad Austral de Chile, Facultad de Ciencias Agrarias, Instituto de Producción Animal. Serie B-12. Valdivia, Chile. pp: 1-18.
- DEAVILLE, E. R. y FLINN, P. C. 2000. Near-infrared (NIR) spectroscopy: an alternative approach for the estimation of forage quality and voluntary intake. In: Givens, D. I.; Owen, E.; Axford, R. F. E. y Omed, H. M. (eds.) Forage evaluation in ruminant nutrition. Cab International. Wallingford, UK. pp: 301-320.

- DEMANET, R. 1994. Producción de forraje en base a ballicas. In: Latrille, L. (ed.) Producción Animal. Universidad Austral de Chile, Facultad de Ciencias Agrarias, Instituto de Producción Animal. Serie B-18. Valdivia, Chile. pp: 116-132.
- DEVORE, J. L. 2001. Probabilidad y estadística para ingeniería y ciencias. 5<sup>a</sup> ed. Traducido por González, V. Thomson Learning. México. 762 p.
- DUMONT, J. C. 1987. Utilización de ensilaje de avena en producción de leche y carne. In: Latrille, L. y Balocchi, O. (eds.) Conservación de forrajes. Universidad Austral de Chile, Facultad de Ciencias Agrarias, Instituto de Producción Animal. Serie B-12. Valdivia, Chile. pp: 322-337.
- DUMONT, J. C. 1994. Análisis y composición química de ensilajes. In: González, M. y Bortolameolli, G. (eds.) II Seminario "Producción y utilización de ensilajes de pradera para agricultores de la zona sur". Instituto de Investigaciones Agropecuarias. Estación Experimental Remehue. Serie Remehue n° 52. pp: 27-37.
- ELIZALDE, H. y KLEIN, F. 1989. Elaboración de ensilajes de alta calidad. Instituto de Investigaciones Agropecuarias. Estación Experimental Remehue. Boletín técnico n° 146. 19 p.
- ELIZALDE, H.; GONZALEZ, M.; HARGREAVES, A.; DUMONT, J. C.; LANUZA, F.; CATRILEO, A.; MANSILLA, A.; KLEIN, F. e HIRIART, M. 1990. Prospección sobre la calidad de los forrajes conservados como ensilaje en la zona sur. Agricultura Técnica (Chile) 50 (1): 83-88.

- ELIZALDE, H. 1994. El valor nutritivo de los ensilajes. In: González, M. y Bortolameolli, G. (eds.) II Seminario "Producción y utilización de ensilajes de pradera para agricultores de la zona sur". Instituto de Investigaciones Agropecuarias. Estación Experimental Remehue. Serie Remehue nº 52. pp: 39-60.
- ELIZALDE, F.; HARGREAVES, A. y WERNLI, C. 1996. Conservación de forrajes. In: Ruiz, I. (ed.) Praderas para Chile. 2<sup>a</sup> ed. Instituto de Investigaciones Agropecuarias. Santiago, Chile. pp: 395-428.
- FORBES, J. M. 1998. Voluntary food intake and diet selection in farm animals. Cab International. Wallingford, UK. 532 p.
- GARRIDO, O. y MANN, E. 1981. Composición química, digestibilidad y valor energético de una pradera permanente de pastoreo a través del año. Tesis Lic. Agr. Valdivia. Universidad Austral de Chile, Facultad de Ciencias Agrarias. 59 p.
- GIVENS, D. I.; OWEN, E. y ADESOGAN, A. T. 2000. Current procedures, future requirements and the need for standardization. In: Givens, D. I.; Owen, E.; Axford, R. F. E. y Omed, H. M. (eds.) Forage evaluation in ruminant nutrition. Cab International. Wallingford, UK. pp: 449-474.
- GOERING, H. K. y VAN SOEST, P. J. 1972. Análisis de fibra de forrajes. Traducido por Pezo, D. Universidad Nacional Agraria La Molina, Programa de Forrajes. Boletín nº 10. Lima, Perú. 41 p.
- GOIC, L. e HIRIART, M. 1981. Estimación de la calidad nutritiva de los ensilajes en la Región de Los Lagos. Instituto de Investigaciones Agropecuarias. Estación Experimental Remehue. Boletín técnico nº 48. 11 p.

- GOIC, L. y PONCE, M. 1999. Ensilaje de cebada. Instituto de Investigaciones Agropecuarias. Centro Regional de Investigación Remehue. Boletín técnico n° 252. 8 p.
- GONZALEZ, M. y NAVARRO, H. 1993. Calidad y costos de ensilajes de pradera. Instituto de Investigaciones Agropecuarias. Estación Experimental Remehue. Boletín técnico n° 203. 31 p.
- GONZALEZ, M. 1994a. Métodos para mejorar la calidad de los ensilajes. In: González, M. y Bortolameolli, G. (eds.) II Seminario “Producción y utilización de ensilajes de pradera para agricultores de la zona sur”. Instituto de Investigaciones Agropecuarias. Estación Experimental Remehue. Serie Remehue n° 52. pp: 3-25.
- GONZALEZ, M. 1994b. Requerimientos de ensilaje y factores que afectan su calidad fermentativa y nutritiva. In: González, M. y Bortolameolli, G. (eds.) II Seminario “Producción y utilización de ensilajes de pradera para agricultores de la zona sur”. Instituto de Investigaciones Agropecuarias. Estación Experimental Remehue. Serie Remehue n° 52. pp: 165-182.
- GORDON, F. J. 1996. Effect of silage additives and wilting on animal performance. In: Garnsworthy, P. C. y Cole, D. J. A. (eds.) Recent developments in ruminant nutrition III. Nottingham University Press. Nottingham, UK. pp: 229-243.
- HARGREAVES, A. 1994a. Estrategia de suplementación con ensilaje en pastoreo. In: González, M. y Bortolameolli, G. (eds.) II Seminario “Producción y utilización de ensilajes de pradera para agricultores de la zona sur”. Instituto de Investigaciones Agropecuarias. Estación Experimental Remehue. Serie Remehue n° 52. pp: 77-95.

- HARGREAVES, A. 1994b. Uso de cereales de grano pequeño como planta completa en producción animal. In: Latrille, L. (ed.) Producción Animal. Universidad Austral de Chile, Facultad de Ciencias Agrarias, Instituto de Producción Animal. Serie B-18. Valdivia, Chile. pp: 1-22.
- HIRIART, M. 1998. Ensilados: procesamiento y calidad. Trillas. México. 98 p.
- HIRSCH-REINSHAGEN, P. 1992. Tablas de composición de alimentos para ganado de las zonas centro y centro sur de Chile. Fundación Fondo de Investigación Agropecuaria, Ministerio de Agricultura. Pontificia Universidad Católica de Chile, Facultad de Agronomía, Departamento de Zootecnia. Santiago, Chile. 53 p.
- HOFMANN, C. 1993. Ensilajes de pradera permanente con aditivos biológicos, absorbentes e inhibidores en la alimentación de vacas lecheras. Tesis Lic. Agr. Valdivia. Universidad Austral de Chile, Facultad de Ciencias Agrarias. 59 p.
- JARRIGE, R.; DEMARQUILLY, C. y DULPHY, J. P. 1984. Forage conservation. In: Hacker, J. B. (ed.) Nutritional limits to animal production from pastures. Proceedings of an international symposium held at St. Lucia, Queensland, Australia. Commonwealth Agricultural Bureaux. UK. pp: 363-387.
- KLEIN, F. 1989a. Ensilaje de pradera para la producción de leche. I: Composición química y potencial productivo. Instituto de Investigaciones Agropecuarias. Estación Experimental Remehue. Boletín técnico nº 144. 19 p.

- KLEIN, F. 1989b. Ensilaje de pradera para la producción de leche. II: Suplementación con concentrado. Instituto de Investigaciones Agropecuarias. Estación Experimental Remehue. Boletín técnico n° 147. 19 p.
- KLEIN, F. 1990a. Rezagos para conservación de forrajes. In: Curso de post grado "Producción intensiva de leche en el sur de Chile". I: Alimentación de la vaca lechera a pastoreo. Colegio Médico Veterinario de Chile, Consejo Regional Osorno. Osorno, Chile. pp: 45-52.
- KLEIN, F. 1990b. Alternativas de alimentación estival del ganado lechero en la Décima Región. In: Latrille, L. (ed.) Avances en Producción Animal. Universidad Austral de Chile, Facultad de Ciencias Agrarias, Instituto de Producción Animal. Serie B-14. Valdivia, Chile. pp: 34-59.
- KLEIN, F. 1991. Utilización de ensilaje de alfalfa en rumiantes. In: Latrille, L. (ed.) Avances en Producción Animal. Universidad Austral de Chile, Facultad de Ciencias Agrarias, Instituto de Producción Animal. Serie B-15. Valdivia, Chile. pp: 76-94.
- KLEIN, F. 1992. Heno y ensilaje de alfalfa. In: Seminario "Alfalfa y su utilización en la zona sur". Instituto de Investigaciones Agropecuarias. Estación Experimental Carillanca. Serie Carillanca n° 31. pp: 158-190.
- KLEIN, F. 1994a. Suplementación de raciones base ensilaje para producción de leche. In: González, M. y Bortolameolli, G. (eds.) II Seminario "Producción y utilización de ensilajes de pradera para agricultores de la zona sur". Instituto de Investigaciones Agropecuarias. Estación Experimental Remehue. Serie Remehue n° 52. pp: 63-75.

- KLEIN, F. 1994b. Utilización de ensilaje de maíz en producción de leche. Instituto de Investigaciones Agropecuarias. Estación Experimental Remehue. Boletín técnico n° 213. 16 p.
- KLEIN, F. 1994c. Utilización de alfalfa en producción de leche. In: Torres, A. y Bortolameolli, G. (eds.) Seminario "Producción y utilización de alfalfa en la Décima Región". Instituto de Investigaciones Agropecuarias. Estación Experimental Remehue. Serie Remehue n° 54. pp: 89-105.
- KLEIN, F. 1995. La intensificación de la producción de leche en los sistemas pastoriles del sur de Chile. In: Latrille, L. (ed.) Producción Animal. Universidad Austral de Chile, Facultad de Ciencias Agrarias, Instituto de Producción Animal. Serie B-19. Valdivia, Chile. pp: 99-109.
- KLEIN, F.; ELIZALDE, H.; LANUZA, F. y PARGA, J. 1996. Prospección de rendimiento y calidad de ensilaje de maíz en la zona sur. In: Seminario "Resultados de ensayos de ganadería realizados en predios de productores G.T.T. de la Décima Región". Instituto de Investigaciones Agropecuarias. Centro Regional de Investigación Remehue. Serie Remehue n° 62. pp: 67-69.
- KLEIN, F. 1998. Sistema intensivo de producción de leche para la Décima Región de Chile. Instituto de Investigaciones Agropecuarias. Centro Regional de Investigación Remehue. Boletín técnico n° 250. 8 p.
- LANUZA, F. 1988. Utilización de ensilajes de pradera en vacas lecheras. In: "Seminario para agricultores sobre conservación de forrajes para uso animal". Instituto de Investigaciones Agropecuarias. Estación Experimental Remehue. Serie Remehue n° 3. pp: 137-155.

- LANUZA, F. 1990. Caracterización del ensilaje de maíz. In: Seminario “Producción y utilización de ensilaje de maíz en la Región de Los Lagos”. Instituto de Investigaciones Agropecuarias. Estación Experimental Remehue. Serie Remehue nº 12. pp: 59-78.
- LANUZA, F. 1994. Alteraciones en respuesta animal con ensilajes mal preservados. In: González, M. y Bortolameolli, G. (eds.) II Seminario “Producción y utilización de ensilajes de pradera para agricultores de la zona sur”. Instituto de Investigaciones Agropecuarias. Estación Experimental Remehue. Serie Remehue nº 52. pp: 203-217.
- LANUZA, F.; DUMONT, J. C. y NAVARRO, H. 1996a. Comparación de ensilaje de pradera permanente convencional y premarchito para alimentación de vacas lecheras. In: Seminario “Resultados de ensayos de ganadería realizados en predios de productores G.T.T. de la Décima Región”. Instituto de Investigaciones Agropecuarias. Centro Regional de Investigación Remehue. Serie Remehue nº 62. pp: 57-61.
- LANUZA, F.; ELIZALDE, H.; KLEIN, F. y MEYER, F. 1996b. Ensilaje de ballica anual con aditivo para alimentación de vacas lecheras. Agricultura Técnica (Chile) 56 (4): 264-269.
- LATRILLE, L. 1987. Consumo de forrajes conservados. In: Latrille, L. y Balocchi, O. (eds.) Conservación de forrajes. Universidad Austral de Chile, Facultad de Ciencias Agrarias, Instituto de Producción Animal. Serie B-12. Valdivia, Chile. pp: 251-281.



- LATRILLE, L. 1991. Aditivos inhibidores de la fermentación. In: Latrille, L. (ed.) Avances en Producción Animal. Universidad Austral de Chile, Facultad de Ciencias Agrarias, Instituto de Producción Animal. Serie B-15. Valdivia, Chile. pp: 25-43.
- LATRILLE, L. y ALOMAR, D. 1993. Experiencias en el uso de aditivos de ensilajes. *Ciencia e Investigación Agraria (Chile)* 20 (2): 345-371.
- LOPEZ, H. 1996. Especies forrajeras mejoradas. In: Ruiz, I. (ed.) Praderas para Chile. 2<sup>a</sup> ed. Instituto de Investigaciones Agropecuarias. Santiago, Chile. pp: 41-108.
- LOPEZ, J. E. 1995. Maíz para ensilaje. In: Paratori, O. y Altamirano, S. (eds.) El cultivo del maíz. Instituto de Investigaciones Agropecuarias. Centro Regional de Investigación La Platina. Santiago, Chile. pp: 155-157.
- MARAMBIO, J. 1987. Uso de aditivos en la conservación de forrajes. In: Latrille, L. y Balocchi, O. (eds.) Conservación de forrajes. Universidad Austral de Chile, Facultad de Ciencias Agrarias, Instituto de Producción Animal. Serie B-12. Valdivia, Chile. pp: 127-135.
- MARTI, R. 1992. Uso de melazán y aditivos biológicos en ensilaje de alfalfa. Tesis Lic. Agr. Valdivia. Universidad Austral de Chile, Facultad de Ciencias Agrarias. 49 p.
- MCCARTNEY, D. H. y VAAGE, A. S. 1994. Comparative yield and feeding value of barley, oat and triticale silages. *Canadian Journal of Animal Science (Canadá)* 74: 91-96.
- MCDONALD, P. 1981. The biochemistry of silage. Wiley. UK. 226 p.

- MCDONALD, P.; EDWARDS, R. A.; GREENHALGH, J. F. D. y MORGAN, C. A. 1999. Nutrición animal. 5<sup>a</sup> ed. Traducido por Sanz, R. Acribia. Zaragoza, España. 576 p.
- MERRY, R. J.; CUSSEN-MACKENNA, R. y JONES, R. 1993. Biological silage additives. *Ciencia e Investigación Agraria (Chile)* 20 (2): 372-401.
- MERRY, R. J.; JONES, R. y THEODOROU, M. K. 2000. The conservation of grass. In: Hopkins, A. (ed.) *Grass: its production and utilization*. 3<sup>a</sup> ed. Blackwell Science. UK. pp: 196-228.
- MINISTRY OF AGRICULTURE, FISHERIES AND FOOD (MAFF). 1986. Feed composition: UK tables of feed composition and nutritive value for ruminants. Chalcombe Publications. UK. 69 p.
- MINISTRY OF AGRICULTURE, FISHERIES AND FOOD (MAFF). 1990. UK tables of nutritive value and chemical composition of feedingstuffs. Rowett Research Services. UK. 420 p.
- MINSON, D. J. 1990. Forage in ruminant nutrition. Academic Press. USA. 483 p.
- MURDOCH, J. C. 1994. The conservation of grass. In: Holmes, W. (ed.) *Grass: its production and utilization*. 2<sup>a</sup> ed. Blackwell Scientific Publications. UK. pp: 173-213.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL (NRC). 1996. Nutrient requirements of beef cattle. 7<sup>a</sup> ed. National Academy Press. Washington, D. C., USA. 232 p.

- NAVARRO, H. 1994. Impacto económico del mejoramiento de los ensilajes de pradera. In: González, M. y Bortolameolli, G. (eds.) II Seminario "Producción y utilización de ensilajes de pradera para agricultores de la zona sur". Instituto de Investigaciones Agropecuarias. Estación Experimental Remehue. Serie Remehue nº 52. pp: 223-241.
- O'KIELY, P. y MUCK, R. E. 1998. Grass silage. In: Cherney, J. H. y Cherney, D. J. R. (eds.) Grass for dairy cattle. Cab International. Wallingford, UK. pp: 223-251.
- OLIVARES, J. 1994. Efecto de la aplicación de cinco aditivos a ensilajes de pradera permanente sobre el proceso fermentativo, digestibilidad y consumo voluntario del forraje. Tesis Mg. Sci. Valdivia. Universidad Austral de Chile, Facultad de Ciencias Agrarias. 109 p.
- OLTJEN, J. W. y BOLSEN, K. K. 1980. Wheat, barley, oat and corn silages for growing steers. Journal of Animal Science (USA.) 51 (4): 958-965.
- OWEN, J. B. 1994. Pollution in livestock production systems, an overview. In: Ap Dewi, I.; Axford, R. F. E.; Marai, I. y Omed, H. M. (eds.) Pollution in livestock production systems. Cab International. Wallingford, UK. pp: 1-15.
- PATTERSON, D. C. y STEEN, R. W. J. 1994. The use of silage effluent as an animal food. In: Ap Dewi, I.; Axford, R. F. E.; Marai, I. y Omed, H. M. (eds.) Pollution in livestock production systems. Cab International. Wallingford, UK. pp: 275-307.
- PHIPPS, R. y WILKINSON, M. 1985. Maize silage. Chalcombe Publications. UK. 48 p.

- PICHARD, G. 1993. Recursos forrajeros complementarios en los sistemas de producción animal en base a praderas. In: Latrille, L. (ed.) Producción Animal. Universidad Austral de Chile, Facultad de Ciencias Agrarias, Instituto de Producción Animal. Serie B-17. Valdivia, Chile. pp: 295-326.
- PICHARD, G. y RYBERTT, G. 1993. Degradación de las proteínas en el proceso de ensilaje. *Ciencia e Investigación Agraria (Chile)* 20 (2): 402-429.
- PICHARD, G. y CUSSEN, R. 1994. Evaluación de las pérdidas en el proceso de ensilaje y manejo de efluentes. In: González, M. y Bortolameolli, G. (eds.) II Seminario "Producción y utilización de ensilajes de pradera para agricultores de la zona sur". Instituto de Investigaciones Agropecuarias. Estación Experimental Remehue. Serie Remehue nº 52. pp: 183-202.
- POND, W. G.; CHURCH, D. C. y POND, K. R. 1995. Basic animal nutrition and feeding. 4<sup>a</sup> ed. Wiley. USA. 615 p.
- REEVES, J. B. 2000. Use of near infrared reflectance spectroscopy. In: D'Mello, J. P. F. (ed.) Farm animal metabolism and nutrition. Cab International. Wallingford, UK. pp: 185-207.
- RIVAS, A. 1985. Interpretación de análisis de alimentos y métodos de muestreo. In: Latrille, L. (ed.) Alimentación de bovinos para producción de leche y carne. Universidad Austral de Chile, Facultad de Ciencias Agrarias, Instituto de Producción Animal. Serie B-10. Valdivia, Chile. pp: 219-229.

- RIVAS, A. 1987. Bioquímica de ensilajes. In: Latrille, L. y Balocchi, O. (eds.) Conservación de forrajes. Universidad Austral de Chile, Facultad de Ciencias Agrarias, Instituto de Producción Animal. Serie B-12. Valdivia, Chile. pp: 64-95.
- ROJAS, C.; CATRILEO, A. y ROMERO, O. 1997. Ensilaje de cebada en la engorda invernal de novillos Hereford. *Agro Sur (Chile)* 24 (2): 227-234.
- ROJAS, C. y CATRILEO, A. 2000. Evaluación de ensilaje de cebada en tres estados de corte en la engorda invernal de novillos. *Agricultura Técnica (Chile)* 60 (4): 370-378.
- ROMERO, O. 1990. El cultivo de la alfalfa en la zona sur de Chile. In: Latrille, L. (ed.) Avances en Producción Animal. Universidad Austral de Chile, Facultad de Ciencias Agrarias, Instituto de Producción Animal. Serie B-14. Valdivia, Chile. pp: 1-16.
- RUIZ, I. 1991. Humedad de la planta de maíz para ensilaje a la cosecha. *Investigación y Progreso Agropecuario La Platina (Chile)* (68): 25-27.
- RUIZ, I. 1996. La pradera como alimento para el ganado. In: Ruiz, I. (ed.) Praderas para Chile. 2<sup>a</sup> ed. Instituto de Investigaciones Agropecuarias. Santiago, Chile. pp: 17-25.
- SANCHEZ, F. 1984. Prospección de la calidad del forraje que se ensila, características de su fermentación e implicancias nutritivas. Tesis Lic. Agr. Santiago. Pontificia Universidad Católica de Chile, Facultad de Agronomía. 104 p.

- SIEBALD, E. 1994. Utilización de ensilaje para producción de carne. In: González, M. y Bortolameolli, G. (eds.) II Seminario "Producción y utilización de ensilajes de pradera para agricultores de la zona sur". Instituto de Investigaciones Agropecuarias. Estación Experimental Remehue. Serie Remehue n° 52. pp: 97-116.
- SOTO, C. 1990. Alternativas de alimentación invernal en lecherías de la Décima Región. In: Latrille, L. (ed.) Avances en Producción Animal. Universidad Austral de Chile, Facultad de Ciencias Agrarias, Instituto de Producción Animal. Serie B-14. Valdivia, Chile. pp: 110-123.
- SOTO, P. 1996. Forrajes suplementarios de invierno y verano. In: Ruiz, I. (ed.) Praderas para Chile. 2<sup>a</sup> ed. Instituto de Investigaciones Agropecuarias. Santiago, Chile. pp: 109-137.
- STEEL, R. G. D. y TORRIE, J. H. 1997. Bioestadística: principios y procedimientos. 2<sup>a</sup> ed. Traducido por Martínez, R. McGraw-Hill. México. 613 p.
- STEHR, W. 1987. Ensilaje de maíz en producción de leche y carne. In: Latrille, L. y Balocchi, O. (eds.) Conservación de forrajes. Universidad Austral de Chile, Facultad de Ciencias Agrarias, Instituto de Producción Animal. Serie B-12. Valdivia, Chile. pp: 338-351.
- STEHR, W. 1990. Suplementación de vacas lecheras con forrajes conservados en primavera-verano. In: Curso de post grado "Producción intensiva de leche en el sur de Chile". I: Alimentación de la vaca lechera a pastoreo. Colegio Médico Veterinario de Chile, Consejo Regional Osorno. Osorno, Chile. pp: 62-70.

- STEHR, W. 1991. Manejo nutricional de invierno de rebaños lecheros de alta producción. In: Curso de post grado "Producción intensiva de leche en el sur de Chile". II: Alimentación invernal de vacas lecheras de alta producción. Colegio Médico Veterinario de Chile, Consejo Regional Osorno. Osorno, Chile. pp: 53-67.
- TORRES, A. 1994. Praderas destinadas a ensilaje. In: González, M. y Bortolameolli, G. (eds.) II Seminario "Producción y utilización de ensilajes de pradera para agricultores de la zona sur". Instituto de Investigaciones Agropecuarias. Estación Experimental Remehue. Serie Remehue n° 52. pp: 119-143.
- VAN SOEST, P. J.; ROBERTSON, J. B. y LEWIS, B. A. 1991. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. *Journal of Dairy Science (USA.)* 74 (10): 3583-3597.
- VAN SOEST, P. J. 1994. Nutritional ecology of the ruminant. 2<sup>a</sup> ed. Cornell University Press. USA. 476 p.
- WERNLI, C. 1987. Utilización de la energía y proteína en forrajes conservados. In: Latrille, L. y Balocchi, O. (eds.) Conservación de forrajes. Universidad Austral de Chile, Facultad de Ciencias Agrarias, Instituto de Producción Animal. Serie B-12. Valdivia, Chile. pp: 282-321.
- WILKINSON, M. 1984. Milk and meat from grass. Granada Publishing. London, UK. 149 p.
- WILKINSON, M. 1987. Silage UK. 4<sup>a</sup> ed. Chalcombe Publications. UK. 146 p.

ZIMMER, E. y WILKINS, R.J. 1984. Eurowilt. Efficiency of silage systems: a comparison between unwilted and wilted silages. Landbauforschung Völkenrode, Sonderheft 69. Germany. 88 p.



# ANEXOS

**ANEXO 1 Abreviaturas que describen parámetros composicionales o estadísticos.**

Parámetro	Abreviatura
Materia seca	MS
Cenizas totales	CT
Proteína cruda	PC
Fibra cruda	FC
Fibra detergente ácido	FDA
Fibra detergente neutro	FDN
Energía metabolizable	EM
Nitrógeno amoniacal	N-NH <sub>3</sub>
Calcio	Ca
Fósforo	P
Magnesio	Mg
Potasio	K
Cobre	Cu
Hierro	Fe
Manganeso	Mn
Zinc	Zn
Materia orgánica digestible	MOD
Valor promedio	X
Desviación estándar del promedio	S
Número de muestras	n

**ANEXO 2 Nomenclatura de especies vegetales usadas en la confección de ensilajes.**

Nombre común	Nombre científico
Alfalfa	<i>Medicago sativa</i> L.
Arveja	<i>Pisum sativum</i> L.
Avena	<i>Avena sativa</i> L.
Vicia	<i>Vicia</i> sp.
Ballica de rotación (ballica Italiana)	<i>Lolium multiflorum</i> Lam.
Cebada	<i>Hordeum vulgare</i> L.
Lupino	<i>Lupinus</i> sp.
Maíz	<i>Zea mays</i> L.
Remolacha	<i>Beta vulgaris</i> L.
Sorgo	<i>Sorghum vulgare</i> Pers.
Trébol rosado	<i>Trifolium pratense</i> L.
Trigo	<i>Triticum aestivum</i> L.
Triticale	<i>Triticum aestivum</i> L. x <i>Secale cereale</i> L.

**ANEXO 3 Metodología de análisis del Laboratorio de Nutrición  
(Universidad Austral de Chile).**

Parámetro	Unidad	Método	Referencia
Materia seca	%	Horno de ventilación forzada a 60°C por 48 horas y estufa a 105°C por 12 horas	ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS (AOAC) (1996)
Cenizas totales	% de MS	Calcinación en mufla a 550-600°C por 5 horas	AOAC (1996)
Proteína cruda	% de MS	Micro Kjeldhal (nitrógeno * 6,25)	BATEMAN (1970)
Fibra cruda	% de MS	Digestión ácida y alcalina	AOAC (1996)
Fibra detergente ácido	% de MS	Digestión con detergente ácido	AOAC (1996)
Fibra detergente neutro	% de MS	Digestión con detergente neutro	VAN SOEST <u>et al.</u> (1991)
Valor "D"	% de MOD en MS	Digestibilidad <i>in vitro</i> con licor ruminal (Tilley y Terry, 1963 modificado)	GOERING y VAN SOEST (1972)
Energía metabolizable	Mcal/kg de MS	Regresión a partir del valor "D" (EM = 0,279 + 0,0325 * D%)	GARRIDO y MANN (1981)
Nitrógeno amoniacal	% del nitrógeno total	Determinación titrimétrica previa destilación Kjeldhal	BATEMAN (1970)
pH	Escala de 1-14	Medición potenciométrica del extracto (pH metro)	AGRICULTURAL DEVELOPMENT AND ADVISORY SERVICE (1985)
Extracto etéreo	% de MS	Análisis proximal	AOAC (1996)
Calcio, magnesio, potasio, cobre, hierro, manganeso y zinc	% de MS ó mg/kg de MS	Digestión vía húmeda con ácidos nítrico y perclórico (espectrofotómetro de absorción atómica)	AOAC (1996)
Fósforo	% de MS	Método vanado molíbdico (colorimétrico)	AOAC (1970)

**ANEXO 4 Composición nutricional de ensilajes de la zona sur (1980-2000).****Alfalfa directo.**

	MS %	CT %	PC %	FC %	FDA %	FDN %	EM Mcal/kg	N-NH <sub>3</sub> %	pH	Ca %	P %	Mg %	K %
X	19,26	9,58	19,47	30,46	39,04	43,20	2,23	15,37	4,56	1,34	0,29	0,21	2,42
S	3,15	1,54	2,51	5,02	4,80	4,04	0,17	8,18	0,50	0,18	0,04	0,03	0,14
n	74	65	74	25	53	19	65	57	52	16	16	7	4

**Alfalfa con aditivo (diferentes tipos).**

	MS %	CT %	PC %	FC %	FDA %	FDN %	EM Mcal/kg	N-NH <sub>3</sub> %	pH	Ca %	P %	Mg %	K %
X	28,40	9,64	18,13	24,58	36,31	43,43	2,28	10,50	4,41	2,48	0,25	0,23	-----
S	5,45	0,82	2,28	0,00	3,20	3,06	0,10	2,26	0,20	1,80	0,06	0,01	-----
n	5	5	5	1	5	4	5	5	3	3	3	3	0

**Alfalfa con aditivo absorbente (Silomax).**

	MS %	CT %	PC %	FC %	FDA %	FDN %	EM Mcal/kg	N-NH <sub>3</sub> %	pH	Ca %	P %	Mg %	K %
X	29,10	9,55	18,50	24,63	34,89	40,80	2,32	11,97	4,65	1,91	0,22	0,28	-----
S	10,02	1,06	3,11	3,80	1,90	2,07	0,11	2,78	0,32	0,48	0,04	0,02	-----
n	16	15	16	8	8	6	15	10	11	4	4	2	0

**Alfalfa-pradera.**

	MS %	CT %	PC %	FC %	FDA %	FDN %	EM Mcal/kg	N-NH <sub>3</sub> %	pH	Ca %	P %	Mg %	K %
X	21,64	8,37	14,01	30,05	39,97	54,28	2,38	11,04	4,27	0,99	0,26	0,22	-----
S	3,88	1,12	3,24	3,45	3,61	5,39	0,20	6,19	0,36	0,30	0,03	0,04	-----
n	58	48	58	31	21	17	49	45	41	13	13	3	0

**Alfalfa-pradera con aditivo absorbente (Silomax).**

	MS %	CT %	PC %	FC %	FDA %	FDN %	EM Mcal/kg	N-NH <sub>3</sub> %	pH	Ca %	P %	Mg %	K %
X	19,42	8,78	15,30	28,53	38,94	55,87	2,51	10,02	4,12	1,08	0,22	0,19	-----
S	2,92	1,38	1,87	4,57	2,38	3,37	0,16	4,59	0,25	0,32	0,06	0,00	-----
n	12	11	12	6	2	3	11	8	6	3	3	2	0

(Continúa)

**Continuación Anexo 4****Alfalfa premarchito.**

	MS %	CT %	PC %	FC %	FDA %	FDN %	EM Mcal/kg	N-NH <sub>3</sub> %	pH	Ca %	P %	Mg %	K %
X	35,46	9,47	19,63	28,28	36,33	43,90	2,28	9,52	4,47	1,53	0,28	0,24	1,96
S	8,38	1,06	2,45	3,15	3,55	4,31	0,15	3,21	0,34	0,29	0,06	0,03	0,66
n	142	113	142	60	89	46	111	112	98	27	27	16	11

**Arveja.**

	MS %	CT %	PC %	FC %	FDA %	FDN %	EM Mcal/kg	N-NH <sub>3</sub> %	pH	Ca %	P %	Mg %	K %
X	18,30	9,33	15,48	29,97	36,36	----	2,27	11,08	----	----	----	----	----
S	3,86	1,51	2,50	2,71	2,49	----	0,12	1,71	----	----	----	----	----
n	10	9	10	9	7	0	9	7	0	0	0	0	0

**Arveja-avena.**

	MS %	CT %	PC %	FC %	FDA %	FDN %	EM Mcal/kg	N-NH <sub>3</sub> %	pH	Ca %	P %	Mg %	K %
X	22,53	7,30	10,38	35,04	43,35	63,94	2,09	8,01	4,12	0,52	0,22	0,16	----
S	5,62	1,16	2,08	3,45	3,65	0,00	0,17	3,99	0,28	0,25	0,05	0,03	----
n	19	17	19	19	18	1	17	11	11	7	7	5	0

**Avena.**

	MS %	CT %	PC %	FC %	FDA %	FDN %	EM Mcal/kg	N-NH <sub>3</sub> %	pH	Ca %	P %	Mg %	K %
X	22,29	7,68	9,06	35,40	43,69	----	2,26	8,34	4,32	0,62	0,36	0,17	----
S	6,34	2,24	2,94	4,20	4,45	----	0,25	3,17	0,72	0,32	0,47	0,01	----
n	80	47	80	58	51	0	66	16	41	7	7	4	0

**Avena-alfalfa.**

	MS %	CT %	PC %	FC %	FDA %	FDN %	EM Mcal/kg	N-NH <sub>3</sub> %	pH	Ca %	P %	Mg %	K %
X	19,29	8,16	14,57	31,70	39,30	----	2,43	16,15	4,62	0,74	0,20	0,17	----
S	0,81	0,10	0,56	0,00	0,00	----	0,13	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	----
n	2	2	2	1	1	0	2	1	1	1	1	1	0

(Continúa)

**Continuación Anexo 4****Avena-pasto.**

	MS %	CT %	PC %	FC %	FDA %	FDN %	EM Mcal/kg	N-NH <sub>3</sub> %	pH	Ca %	P %	Mg %	K %
X	21,42	7,08	9,41	34,70	42,89	60,78	2,33	9,83	4,12	0,55	0,19	0,17	----
S	3,85	1,14	2,39	3,61	4,09	5,58	0,23	5,30	0,36	0,18	0,05	0,02	----
n	164	90	164	128	99	5	106	40	71	16	15	5	0

**Avena-trébol rosado.**

	MS %	CT %	PC %	FC %	FDA %	FDN %	EM Mcal/kg	N-NH <sub>3</sub> %	pH	Ca %	P %	Mg %	K %
X	21,20	5,81	11,38	31,58	36,46	----	2,27	11,37	3,86	----	----	----	----
S	2,15	0,47	2,26	1,91	0,00	----	0,24	0,00	0,13	----	----	----	----
n	5	4	5	4	1	0	5	1	4	0	0	0	0

**Avena-vicia.**

	MS %	CT %	PC %	FC %	FDA %	FDN %	EM Mcal/kg	N-NH <sub>3</sub> %	pH	Ca %	P %	Mg %	K %
X	24,87	7,17	7,63	36,30	44,48	----	2,20	3,87	3,97	0,53	0,18	----	----
S	6,55	0,82	1,24	3,98	4,68	----	0,20	0,00	0,58	0,00	0,00	----	----
n	9	3	9	7	6	0	7	1	3	1	1	0	0

**Ballica de rotación directo.**

	MS %	CT %	PC %	FC %	FDA %	FDN %	EM Mcal/kg	N-NH <sub>3</sub> %	pH	Ca %	P %	Mg %	K %
X	19,36	8,25	12,00	32,53	38,79	55,94	2,41	9,27	4,04	0,58	0,26	0,20	1,70
S	3,99	1,53	3,01	3,97	4,76	7,52	0,21	5,99	0,37	0,31	0,17	0,05	0,11
n	261	182	261	158	126	56	226	153	158	53	51	15	2

**Ballica de rotación con aditivo (diferentes tipos).**

	MS %	CT %	PC %	FC %	FDA %	FDN %	EM Mcal/kg	N-NH <sub>3</sub> %	pH	Ca %	P %	Mg %	K %
X	21,72	8,01	10,93	29,82	36,73	53,70	2,49	6,83	3,79	0,72	0,17	0,20	----
S	3,02	0,71	1,94	2,96	2,96	3,93	0,19	0,62	0,08	0,09	0,02	0,01	----
n	7	6	7	2	4	3	7	5	5	3	3	2	0

(Continúa)

**Continuación Anexo 4****Ballica de rotación con aditivo absorbente (Silomax).**

	MS %	CT %	PC %	FC %	FDA %	FDN %	EM Mcal/kg	N-NH <sub>3</sub> %	pH	Ca %	P %	Mg %	K %
X	19,26	9,28	13,15	26,87	34,49	54,35	2,52	8,84	4,03	0,63	0,26	0,19	1,91
S	2,87	1,94	2,88	3,95	3,48	5,05	0,14	3,21	0,27	0,11	0,08	0,01	0,20
n	31	29	31	15	12	14	28	25	25	10	10	4	3

**Ballica de rotación-cereal.**

	MS %	CT %	PC %	FC %	FDA %	FDN %	EM Mcal/kg	N-NH <sub>3</sub> %	pH	Ca %	P %	Mg %	K %
X	24,13	7,10	12,12	31,33	32,67	54,73	2,45	9,02	4,12	0,54	0,20	0,07	----
S	5,51	1,46	1,61	3,44	0,00	0,00	0,12	1,79	0,23	0,00	0,00	0,00	----
n	7	7	7	6	1	1	7	4	5	1	1	1	0

**Ballica de rotación premarchito.**

	MS %	CT %	PC %	FC %	FDA %	FDN %	EM Mcal/kg	N-NH <sub>3</sub> %	pH	Ca %	P %	Mg %	K %
X	33,42	9,14	12,28	27,94	34,22	52,04	2,49	7,08	4,22	0,55	0,24	0,20	2,05
S	7,41	1,65	2,92	3,63	3,96	6,78	0,18	2,11	0,25	0,14	0,05	0,03	0,54
n	117	87	117	97	60	42	109	89	93	12	12	31	28

**Cebada.**

	MS %	CT %	PC %	FC %	FDA %	FDN %	EM Mcal/kg	N-NH <sub>3</sub> %	pH	Ca %	P %	Mg %	K %
X	35,39	6,83	9,77	26,12	30,11	52,52	2,34	8,56	3,99	----	----	----	----
S	7,53	1,61	1,94	3,40	4,24	3,35	0,14	1,66	0,27	----	----	----	----
n	63	62	62	15	49	15	62	57	56	0	0	0	0

**Lupino.**

	MS %	CT %	PC %	FC %	FDA %	FDN %	EM Mcal/kg	N-NH <sub>3</sub> %	pH	Ca %	P %	Mg %	K %
X	21,84	6,24	12,71	38,97	49,35	----	1,75	12,62	3,95	----	----	----	----
S	1,16	0,14	2,23	2,05	2,61	----	0,09	0,00	0,25	----	----	----	----
n	4	2	4	4	4	0	2	1	2	0	0	0	0

(Continúa)



**Continuación Anexo 4****Lupino-avena.**

	MS %	CT %	PC %	FC %	FDA %	FDN %	EM Mcal/kg	N-NH <sub>3</sub> %	pH	Ca %	P %	Mg %	K %
X	22,78	5,95	9,73	31,64	39,65	54,85	2,03	12,22	4,14	0,31	0,14	0,09	-----
S	4,26	1,00	1,59	2,54	0,39	0,44	0,19	3,33	0,57	0,06	0,00	0,00	-----
n	9	5	9	5	2	2	9	4	9	3	3	1	0

**Lupino-ballica de rotación.**

	MS %	CT %	PC %	FC %	FDA %	FDN %	EM Mcal/kg	N-NH <sub>3</sub> %	pH	Ca %	P %	Mg %	K %
X	18,33	5,29	8,69	35,51	43,47	-----	1,94	-----	4,23	-----	-----	-----	-----
S	2,98	1,37	1,84	1,31	1,43	-----	0,07	-----	0,25	-----	-----	-----	-----
n	8	8	8	2	2	0	8	0	8	0	0	0	0

**Maíz.**

	MS %	CT %	PC %	FC %	FDA %	FDN %	EM Mcal/kg	N-NH <sub>3</sub> %	pH	Ca %	P %	Mg %	K %
X	26,72	4,68	7,52	24,09	32,01	49,91	2,59	6,94	3,83	0,24	0,16	0,11	0,85
S	5,56	1,17	1,28	4,21	4,89	4,95	0,13	2,72	0,38	0,12	0,03	0,08	0,21
n	580	424	573	396	268	57	461	215	313	84	83	59	9

**Maíz con aditivo (urea).**

	MS %	CT %	PC %	FC %	FDA %	FDN %	EM Mcal/kg	N-NH <sub>3</sub> %	pH	Ca %	P %	Mg %	K %
X	26,80	5,06	11,43	22,76	29,76	-----	2,54	16,63	3,94	0,26	0,19	0,15	-----
S	4,21	1,16	1,58	2,60	2,87	-----	0,69	10,77	0,18	0,06	0,04	0,12	-----
n	20	13	20	12	9	0	13	6	13	3	3	3	0

**Pradera directo.**

	MS %	CT %	PC %	FC %	FDA %	FDN %	EM Mcal/kg	N-NH <sub>3</sub> %	pH	Ca %	P %	Mg %	K %
X	20,32	8,05	11,38	32,39	40,14	59,41	2,34	9,87	4,13	0,57	0,25	0,20	1,50
S	3,87	1,63	2,39	3,95	4,70	5,53	0,20	5,80	0,44	0,21	0,13	0,06	0,48
n	1751	1313	1751	1349	775	266	1556	856	1047	420	420	183	37

(Continúa)

**Continuación Anexo 4****Pradera con aditivo (diferentes tipos).**

	MS %	CT %	PC %	FC %	FDA %	FDN %	EM Mcal/kg	N-NH <sub>3</sub> %	pH	Ca %	P %	Mg %	K %
X	19,39	8,45	11,32	32,55	40,10	63,24	2,34	9,57	4,10	0,78	0,29	0,26	-----
S	3,08	0,98	1,83	2,96	4,31	5,93	0,15	3,03	0,30	0,21	0,04	0,05	-----
n	16	16	16	13	3	2	16	12	14	6	6	6	0

**Pradera con aditivo absorbente (Silomax).**

	MS %	CT %	PC %	FC %	FDA %	FDN %	EM Mcal/kg	N-NH <sub>3</sub> %	pH	Ca %	P %	Mg %	K %
X	19,62	8,31	12,70	28,56	36,78	56,14	2,52	7,95	4,06	0,76	0,25	0,28	1,68
S	3,80	1,22	2,57	3,66	3,21	6,37	0,19	2,59	0,39	0,28	0,06	0,06	0,00
n	73	67	73	53	31	21	70	59	62	14	13	5	1

**Pradera-ballica de rotación.**

	MS %	CT %	PC %	FC %	FDA %	FDN %	EM Mcal/kg	N-NH <sub>3</sub> %	pH	Ca %	P %	Mg %	K %
X	18,36	8,61	11,10	33,68	38,91	60,74	2,29	11,90	4,25	-----	-----	-----	-----
S	2,41	0,95	2,60	3,10	4,71	6,10	0,22	5,83	0,39	-----	-----	-----	-----
n	6	4	6	5	3	3	6	3	2	0	0	0	0

**Pradera henilaje.**

	MS %	CT %	PC %	FC %	FDA %	FDN %	EM Mcal/kg	N-NH <sub>3</sub> %	pH	Ca %	P %	Mg %	K %
X	51,49	7,98	11,04	27,65	33,88	54,11	2,45	5,98	4,77	0,88	0,27	0,19	2,26
S	6,26	1,13	2,50	3,39	4,97	7,85	0,20	1,25	0,29	0,39	0,06	0,03	0,40
n	45	35	45	33	10	11	44	25	19	13	16	5	4

**Pradera premarchito.**

	MS %	CT %	PC %	FC %	FDA %	FDN %	EM Mcal/kg	N-NH <sub>3</sub> %	pH	Ca %	P %	Mg %	K %
X	31,50	8,54	12,12	28,17	35,08	53,39	2,47	7,76	4,18	0,58	0,26	0,20	1,77
S	5,78	1,38	2,63	3,02	3,45	5,08	0,21	2,26	0,30	0,31	0,07	0,04	0,63
n	269	193	268	226	132	72	251	169	177	59	74	41	33

(Continúa)

**Continuación Anexo 4****Pradera en rama.**

	MS %	CT %	PC %	FC %	FDA %	FDN %	EM Mcal/kg	N-NH <sub>3</sub> %	pH	Ca %	P %	Mg %	K %
X	25,68	7,55	10,93	32,31	39,97	-----	2,31	11,89	4,65	0,45	0,24	-----	-----
S	2,30	0,46	0,69	3,20	3,50	-----	0,12	5,29	0,00	0,03	0,00	-----	-----
n	4	4	4	4	4	0	4	2	1	3	3	0	0

**Remolacha (colillas).**

	MS %	CT %	PC %	FC %	FDA %	FDN %	EM Mcal/kg	N-NH <sub>3</sub> %	pH	Ca %	P %	Mg %	K %
X	14,70	6,80	9,40	15,44	21,52	-----	2,77	-----	3,54	-----	-----	-----	-----
S	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-----	0,00	-----	0,00	-----	-----	-----	-----
n	1	1	1	1	1	0	1	0	1	0	0	0	0

**Remolacha (coseta).**

	MS %	CT %	PC %	FC %	FDA %	FDN %	EM Mcal/kg	N-NH <sub>3</sub> %	pH	Ca %	P %	Mg %	K %
X	19,61	6,87	10,30	24,66	31,60	-----	2,94	8,10	4,03	1,48	0,09	0,23	-----
S	4,83	0,84	1,61	6,55	7,16	-----	0,29	0,00	0,38	0,31	0,01	0,00	-----
n	9	5	9	8	8	0	9	1	2	5	5	2	0

**Sorgo.**

	MS %	CT %	PC %	FC %	FDA %	FDN %	EM Mcal/kg	N-NH <sub>3</sub> %	pH	Ca %	P %	Mg %	K %
X	22,16	9,74	7,29	35,35	43,30	-----	2,19	6,94	3,95	0,27	0,13	-----	-----
S	3,53	3,04	1,31	2,25	2,46	-----	0,12	3,33	0,03	0,00	0,00	-----	-----
n	7	4	7	2	2	0	4	3	2	1	1	0	0

**Trébol rosado directo.**

	MS %	CT %	PC %	FC %	FDA %	FDN %	EM Mcal/kg	N-NH <sub>3</sub> %	pH	Ca %	P %	Mg %	K %
X	20,62	9,11	13,81	32,53	41,61	-----	2,18	5,46	4,75	1,02	0,23	0,25	-----
S	3,80	1,27	2,64	3,27	2,01	-----	0,22	0,00	0,33	0,50	0,04	0,00	-----
n	10	9	10	6	4	0	9	1	5	3	3	1	0

(Continúa)

**Continuación Anexo 4****Trébol rosado premarchito.**

	MS %	CT %	PC %	FC %	FDA %	FDN %	EM Mcal/kg	N-NH <sub>3</sub> %	pH	Ca %	P %	Mg %	K %
X	29,53	8,43	16,35	27,17	-----	-----	2,07	6,29	4,89	-----	-----	-----	-----
S	0,00	0,00	0,00	0,00	-----	-----	0,00	0,00	0,00	-----	-----	-----	-----
n	1	1	1	1	0	0	1	1	1	0	0	0	0

**Trigo.**

	MS %	CT %	PC %	FC %	FDA %	FDN %	EM Mcal/kg	N-NH <sub>3</sub> %	pH	Ca %	P %	Mg %	K %
X	33,22	5,85	13,79	24,36	-----	-----	2,45	18,52	4,71	-----	-----	-----	-----
S	0,00	0,00	0,00	0,00	-----	-----	0,00	0,00	0,00	-----	-----	-----	-----
n	1	1	1	1	0	0	1	1	1	0	0	0	0

**Triticale.**

	MS %	CT %	PC %	FC %	FDA %	FDN %	EM Mcal/kg	N-NH <sub>3</sub> %	pH	Ca %	P %	Mg %	K %
X	31,75	5,99	8,54	29,18	37,87	57,80	2,31	11,38	3,80	-----	0,13	0,12	1,09
S	4,62	0,98	1,77	1,29	1,57	3,50	0,13	9,12	0,22	-----	0,00	0,00	0,00
n	14	13	14	7	5	4	13	10	9	0	1	1	1

**Triticale-pasto.**

	MS %	CT %	PC %	FC %	FDA %	FDN %	EM Mcal/kg	N-NH <sub>3</sub> %	pH	Ca %	P %	Mg %	K %
X	25,63	5,88	8,35	30,72	42,54	65,85	2,37	8,76	3,86	-----	-----	-----	-----
S	3,50	0,62	0,48	3,31	2,01	3,85	0,07	2,05	0,06	-----	-----	-----	-----
n	6	6	6	3	3	3	6	6	6	0	0	0	0

**Triticale-trigo.**

	MS %	CT %	PC %	FC %	FDA %	FDN %	EM Mcal/kg	N-NH <sub>3</sub> %	pH	Ca %	P %	Mg %	K %
X	37,36	6,57	9,92	24,52	-----	-----	2,39	12,02	4,28	-----	-----	-----	-----
S	1,43	0,42	0,61	0,31	-----	-----	0,05	1,78	0,11	-----	-----	-----	-----
n	2	2	2	2	0	0	2	2	2	0	0	0	0

**ANEXO 5 Extracto etéreo (%) en diferentes ensilajes de la zona sur (1980-2000).**

Tipo de ensilaje	X	S	n
Alfalfa premarchito	2,70	0,71	3
Avena	3,13	0,94	8
Avena-pasto	2,45	0,86	2
Ballica de rotación directo	3,17	0,74	15
Ballica de rotación-cereal	2,57	0,45	3
Ballica de rotación premarchito	3,31	0,81	7
Cebada	2,30	0,56	4
Maíz	2,69	0,42	9
Pradera directo	3,69	1,46	69
Pradera premarchito	3,09	0,70	15

## ANEXO 6 Microminerales en ensilajes de la zona sur (1980-2000).

### Alfalfa (directo y premarchito).

	Cu (mg/kg)	Fe (mg/kg)	Mn (mg/kg)	Zn (mg/kg)
X	16,92	561,35	65,32	32,01
S	7,76	303,48	25,76	8,37
n	13	7	9	13

### Maíz.

	Cu (mg/kg)	Fe (mg/kg)	Mn (mg/kg)	Zn (mg/kg)
X	8,49	191,91	41,24	17,35
S	2,24	0,00	13,20	5,65
n	11	1	11	7

### Pradera (directo y premarchito).

	Cu (mg/kg)	Fe (mg/kg)	Mn (mg/kg)	Zn (mg/kg)
X	13,86	461,87	87,06	44,23
S	7,39	200,32	13,84	24,00
n	23	10	11	22