

# EFECTO DE LA ADICION DE GRANOS DE CEREALES SOBRE LAS PERDIDAS EN ENSILAJES DE ALFALFA (*Medicago sativa*, L.)<sup>1</sup>

## EFFECTS OF CEREAL GRAINS ADDITION ON LUCERNE (*Medicago sativa*, L.) SILAGE LOSSES

GUSTAVO JAURENA<sup>2</sup> Y GASTON PICHARD D.

Departamento de Zootecnia  
Facultad de Agronomía e Ingeniería Forestal  
Pontificia Universidad Católica de Chile

---

### Summary

Ensiling fresh herbage produces important losses both in effluents, which are highly polluting agents, and in the respiratory and fermentation processes. An experiment was run in order to study the effect of corn and barley grain addition on effluent production, composition, and on recovery of biomass and nitrogen. Early bloom alfalfa was ensiled alone (T0) or with 50 kg.t<sup>-1</sup> of coarsely ground grains of corn (MZ) or barley (CEB), in PVC microsilos of 12 kg capacity fitted with an effluent collection system and a pressure device to deliver 1300 kg.m<sup>-2</sup>. Grains reduced moisture content of the initial blends and showed absorption rates of 0.44 and 0.57 kg effluent per kg DM respectively for CEB and MZ. Effluent production was reduced in relation to the control to 83% for MZ and 87% for CEB. In effluents, barley addition significantly increased (P<0.01) dry matter content from 9.4 to 11.4, water soluble carbohydrates from 3.5 to 5.9%, and reduced nitrogen concentration from 4.8 to 4.4%. Total dry matter loss in T0 was 18.5% but in MZ and CEB it was only 13.3%. Effluent dry matter losses were similar among treatments, 5.7; 4.5 and 5.6% of DM in T0, MZ and CEB respectively, and invisible losses represented a high proportion of total losses (58 to 69%). Invisible nitrogen loss was higher than in effluent and it is believed to be in gaseous form, being 12.9; 9.0 and 14.3% of the original nitrogen, followed by effluent losses of 8.6; 7.1 and 7.9% in T0, MZ and CEB respectively. It was concluded that addition of corn and barley grains to high moisture alfalfa had a limited effect on reduction of effluent production and total dry matter losses and only corn grain reduced nitrogen losses. Effluent composition was consistent with the composition of the original forage and grain blend.

---

### INTRODUCCION

La conservación de forraje como ensilaje tiene por objetivo preservar la mayor cantidad de energía y proteína del cultivo en forma utilizable por el ganado. Sin embargo, en este proceso ocurren ciertas pérdidas en la cantidad y calidad del forraje original. En los ensilajes de leguminosas las pérdidas suelen ser más importantes que en las gramíneas, debido al tipo de fermentación que se genera por su alto contenido de humedad y de proteínas, bajo contenido de azúcares y elevada capacidad buffer. Las pérdidas de biomasa en los ensilajes ocurren como consecuencia de procesos de respiración residual, fermentación, producción de efluente y por las reacciones aeróbicas posteriores a la apertura del silo (Pichard y Cussen, 1994). Desde el punto de vista nutricional se observa un deterioro como consecuencia del consumo de los azúcares

de la planta por parte de la microflora y por la degradación a veces masiva de las proteínas.

Las pérdidas durante el almacenamiento se producen principalmente bajo dos formas: la pérdida de compuestos contenidos en los efluentes, y la producción de gases que escapan a la atmósfera, principalmente como CO<sub>2</sub>. Las pérdidas por efluente se relacionan principalmente con el contenido de humedad del forraje y con características físicas como tamaño de picado, forma y altura del silo. Estos efluentes no sólo representan una pérdida de materia seca (MS) y de nutrientes, sino que además constituyen un severo contaminante de cursos y napas de agua por su elevada demanda biológica de oxígeno (Moore y Kennedy, 1994).

El premarchitado del forraje y la adición de subproductos fibrosos se han utilizado como estrate-

gias para reducir la producción de efluente. Sin embargo, el secado en el campo, especialmente en zonas húmedas, implica un riesgo asociado al cambio en las condiciones climáticas; por otra parte, el uso de absorbentes fibrosos generalmente reduce la calidad nutricional del ensilaje. Los granos de cereales han interesado a algunos investigadores como aditivos para el ensilaje de forrajes húmedos por su alto contenido de materia seca y aporte energético. Si bien su capacidad absorbente es reducida (Dexter, 1961) ellos permitirían disminuir la producción de efluente y a la vez mejorar la fermentación del forraje y el valor nutritivo del ensilaje (Jones *et al.*, 1990). Ensayos reportados en la bibliografía han utilizado cebada o avena, y los efectos positivos se han atribuido a la reducción en el contenido de humedad o al aumento en carbohidratos solubles disponibles para la microflora láctica (Jones, 1988), pero ha habido poca investigación sobre los efectos en la recuperación de biomasa y particularmente de compuestos nitrogenados. En este contexto, los diferentes granos podrían alterar el grado de retención y forma de eliminación del nitrógeno presente.

Se realizó un experimento con el objetivo de estudiar el efecto de la adición de granos de maíz y cebada en la elaboración de ensilajes de alfalfa sobre el balance de masa y de nitrógeno, y sobre la producción y composición de los efluentes.

## MATERIALES Y METODOS

### Sustrato

Se utilizó alfalfa en principio de floración, la cual fue sometida a dos horas de premarchitamiento y picada con chopper de precisión. El forraje obtenido fue conservado a 4°C mientras se procedía a la confección de los ensilajes. El maíz y la cebada cervecera se agregaron molidos a través de un tamiz grueso (4 mm).

### Tratamientos

Los tratamientos consistieron en ensilajes de alfalfa sola (T0), y alfalfa con agregado de grano de cebada (CEB) o maíz (MZ) a razón de 50 kg·t<sup>-1</sup> de materia verde (MV), correspondientes a las dosis mínimas que podrían tener un efecto absorbente de interés práctico.

### Técnica de ensilado

Como microsilos se utilizaron cilindros de PVC con capacidad para 12 kg de materia verde (MV), recubiertos internamente con 4 bolsas de polietileno (40µ) conectadas en su extremo inferior a un niple para drenar los efluentes a través de una manguera provista de un sifón para evitar el ingreso de aire. El forraje se inoculó con *Lactobacillus plantarum* (Ecosyl, Zeneca) para obtener 10<sup>6</sup> ufc·g<sup>-1</sup> MV, se compactó hasta completar el volumen y se plegaron las bolsas para evitar el ingreso de aire. Sobre cada silo se instaló un émbolo que aplicaba una presión de 1.300 kg·m<sup>-2</sup> equivalente a una columna de 2 m de ensilaje (650 kg·m<sup>-3</sup>). La temperatura se mantuvo a 26 °C ±2 °C durante las 7 semanas que duró el experimento.

El efluente producido por cada silo fue recolectado en una botella que contenía una solución de inhibidores microbianos de amplio espectro (Penicilina/Streptomycin 26 mg·ml<sup>-1</sup> y Benomil 2 mg·ml<sup>-1</sup>). Los efluentes se recolectaron diariamente y se registró su volumen, peso y pH. Los efluentes de los primeros cuatro días se analizaron en forma independiente, y posteriormente se confeccionaron muestras compuestas semanales. Debido a la reducción del flujo, el muestreo de efluente se interrumpió a los 17 días.

### Diseño Experimental

Los tres tratamientos experimentales se asignaron según un diseño en bloques completos aleatorizados, con tres repeticiones. El criterio de bloqueo fue por el tiempo de demora en completar el llenado secuencial de los microsilos. Los resultados fueron sometidos a análisis de varianza y las medias de los tratamientos se compararon por el test de Tukey ( $\alpha=0,05$ ). Los análisis estadísticos se realizaron con el PRC GLM de Statistical Analytical System (SAS, 1996).

### Muestreo y preparación de las muestras

El forraje original, los granos y las mezclas correspondientes fueron muestreados al momento de ensilar. Las muestras frescas de forraje y de ensilaje se molieron mezclándolas con hielo seco y luego se conservaron a -20 °C para su análisis posterior. Las muestras de forraje fresco se secaron en estufa de aire forzado a 60 °C durante 48 h y tanto

los ensilajes como los efluentes se liofilizaron. Las muestras secas se molieron a través de un tamiz de 2 mm.

### Análisis químicos

La determinación de materia seca absoluta en el forraje original y en los granos se realizó en estufa a 105 °C durante 12 h. Sobre las muestras de ensilaje el pH se determinó por el método de Playne y McDonnald (1966) y la acidez total (AT) se expresó como el número de miliequivalentes de NaOH (0,1N) por kg de MS requeridos para elevar el pH del ensilaje hasta 7.

Los carbohidratos solubles se determinaron en muestras de forraje fresco molido con hielo seco y en ensilajes liofilizados sobre la base de una modificación del método de extracción en etanol descrito por Faichney y White (1983). Las muestras (1 gramo) se dispusieron en erlenmeyers de 125 ml, se les agregó 40 ml de etanol 85% y se incubaron a 75 °C durante 30 minutos con agitación suave periódica. Se filtró con vacío (Whatman N°1) y se lavó con abundante etanol 85% en caliente. Se recolectó el filtrado, se evaporó el alcohol con calentamiento moderado y luego se redisolvió el residuo en agua. Los carbohidratos solubles se midieron por el método de Somogyi (McDonald y Henderson, 1964).

Las determinaciones de pared celular (FDN) se realizaron de acuerdo con el método de Van Soest, Robertson y Lewis (1991), el nitrógeno total (NT) se determinó por Kjeldahl (AOAC, 1975), el nitrógeno soluble según Pichard (1977) y el nitrógeno amoniacal se midió por destilación con óxido de magnesio (AOAC, 1975).

Los efluentes fueron analizados sobre las muestras compuestas de todo el período de colección. Para los carbohidratos las muestras de efluente liofilizado se redisolviéron en 100 ml de agua destilada y se agregó 40 ml de una solución saturada de acetato de plomo para precipitar las proteínas y pigmentos. Se filtró (Whatman N°1) y se llevó a 250 ml en matraces aforados. Sobre 15 ml de esta solución se realizó la hidrólisis agregando 5 ml de ácido sulfúrico 2N y sometiendo a ebullición durante 10 minutos. Posteriormente se leyó el color desarrollado por el método de Somogyi (McDonald y Henderson, 1964).

### Balance de masa y recuperación de nitrógeno.

El balance de masa fue determinado en base a la diferencia entre el peso original de la biomasa ensilada y el peso final del ensilaje, ambos expresados en materia seca. También se midió la pérdida por efluente y se calculó la pérdida ocurrida en los procesos de fermentación y respiración por diferencia respecto a la materia seca total desaparecida.

La recuperación de nitrógeno fue determinada en base a la proporción de este elemento recuperada en el ensilaje después de la fermentación, midiendo también el contenido nitrogenado de los efluentes y calculando la fracción no recuperada.

## RESULTADOS Y DISCUSION

### Composición de los materiales originales y de los ensilajes.

La composición de la alfalfa fué característica de una leguminosa en estado vegetativo, rica en proteína y baja en contenido de fibra (Cuadro 1). Los tratamientos con adición de granos modificaron la composición promedio de acuerdo con los componentes de cada uno de los granos. El pH y la capacidad buffer originales fueron 5,9 y 305 meq·kg<sup>-1</sup> M.S. respectivamente.

El contenido inicial de azúcares fue muy bajo en los tres tratamientos y su concentración en el forraje verde es netamente inferior a los valores mínimos sugeridos por Woolford (1984) para compensar la elevada capacidad buffer de las leguminosas y promover una fermentación eficiente (Cuadro 1). Sin embargo, el perfil fermentativo de los ensilajes mostró un buen desarrollo de acidez y niveles de degradación de las proteínas dentro de los rangos habituales, aún cuando se observa diferencias entre los tratamientos. Son valores congruentes con las buenas condiciones de manejo de los microsilos y con la concentración de materia seca moderadamente elevada en el forraje original. En todos los tratamientos se observó un intenso consumo de los carbohidratos solubles presentes al inicio del proceso. Los valores observados de pH, acidez total y nitrógeno amoniacal sugieren que el tratamiento con cebada desarrolló una fermentación más intensa y rápida. La aparente menor degradación de los compuestos nitrogenados en el ensilaje de este tratamiento con cebada debe ser analizada considerando que es el tratamiento que tuvo las mayores pérdidas invisibles de N, por lo cual el análisis en el ensilaje representa la fracción residual que posee el N con la menor solubilidad.

**CUADRO 1**  
COMPOSICION DE LAS MEZCLAS DE ALFALFA CON GRANOS Y DE LOS ENSILAJES  
RESULTANTES.

*Composition of fresh alfalfa forage with added grains and the resulting silages.*

	Tratamientos		
	T0 <i>Control</i>	MZ <i>Maize</i>	CEB <i>Barley</i>
<b>Composición inicial</b>			
Materia seca (105°C)	24,2	26,3	26,6
Nitrógeno total (%M.S.)	3,3	3,1	3,1
Pared celular (%M.S.)	37,9	36,8	35,3
Carbohidratos solubles (%M.S.)	4,1	3,8	5,3
Carbohidratos solubles (%M.V.)	1,0	1,0	1,4
<b>Ensilaje</b>			
Materia seca (Liofilizador)	24,8	26,6	28,0
Nitrógeno total (% M.S.)	3,1	3,0	2,9
Nitrógeno soluble (% N.T.)	74,4	71,3	67,5
N-NH <sub>3</sub> (% N.T.)	10,6	10,1	4,3
Carbohidratos solubles (% M.S.)	0,3	0,3	0,6
pH	4,6	4,4	3,8
Acidez total (meq·kg <sup>-1</sup> M.S.)	519	560	889

**Producción de efluente**

La producción de efluente de los ensilajes enriquecidos con grano mostró un comportamiento similar entre ellos y resultó inferior a la observada en el testigo (Cuadro 2), aunque la diferencia obtenida no alcanzó el nivel de significancia estadística. En todos los tratamientos el efluente producido superó la cantidad estimada en base al modelo propues-

to por Bastiman y Altman (1985), que utiliza como única variable el contenido de materia seca del forraje original. Como señala Wilkins (1988), si bien la producción de efluente depende en gran medida del contenido de humedad del forraje original, el uso del porcentaje de materia seca como única variable independiente, ignora los efectos del tipo de silo, grado de picado, presión y tratamiento del forraje que también han demostrado influencia.

**CUADRO 2**  
PRODUCCION DE EFLUENTE DE LOS ENSILAJES DE ALFALFA  
*Effluent production in alfalfa silages*

Tratamiento	Producción acumulada de efluente (kg·t <sup>-1</sup> MV)		Tasa media de Producción (kg·t <sup>-1</sup> MV por día)
	Día 3	Final	Período 0-3 días
Testigo ( <i>Control</i> )	114	146 (100)	37
Maiz ( <i>Maize</i> )	89	121 (83)	30
Cabada ( <i>Barley</i> )	95	125 (86)	32
EE	8,7	10,5	2,9
Prob. F>	0,05	0,09	0,05

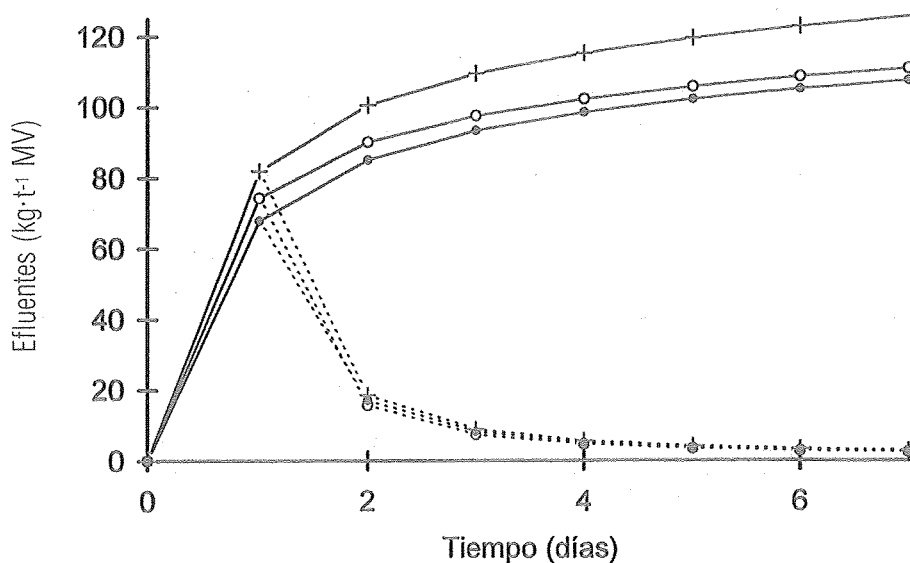


FIGURA 1

PRODUCCION DE EFLUENTE ACUMULADA ( — ) Y TASA DIARIA ( - - - - ) EN ENSILAJES DE ALFALFA CONTROL (+) O CON ADICION DE GRANOS DE CEBADA (O) Y MAIZ (•).

*Accumulated effluent production and daily rate in alfalfa control silages or with the addition of barley and corn grains.*

En el tratamiento testigo se midió una producción de 146 kg de efluente por tonelada de forraje fresco inicial (Cuadro 2), mientras que la incorporación de MZ o CEB redujo la producción de efluente respectivamente a 83 y 86% en relación al T0. El cálculo de capacidad de absorción aparente mostró valores de 0,57 y 0,44 kg de efluente (MV) por kilogramo de materia seca para MZ y CEB respectivamente.

La dinámica de la producción de efluente es de interés para planificar el manejo a nivel predial y calcular los requerimientos de capacidad de almacenamiento (Figura 1). En esta investigación la producción de efluente se concentró marcadamente en los primeros días mostrando posteriormente una marcada disminución y desapareciendo al día 17 de fermentación. Durante los primeros tres días se registraron tasas medias de 37, 30 y 32 kg·t<sup>-1</sup> MV/d para T0, MZ y CEB respectivamente y la producción del 90% del efluente total requirió 9 días para T0 y MZ y 7 días para CEB. Esta dinámica de producción de efluentes con ensilajes húmedos es similar a los resultados obtenidos por

Jones y Jones (1992) y por Moore y Kennedy (1994).

#### Composición del efluente

El contenido de materia seca del efluente (Cuadro 3) fué relativamente alto en todos los tratamientos en relación a los rangos reportados por McDonald *et al.* (1991), siendo significativamente mayor en el tratamiento con adición de cebada (CEB). Asimismo, el efluente de este tratamiento fue más rico en azúcares y más bajo en nitrógeno, lo cual es consistente con la mayor cantidad de carbohidratos solubles presentes en la mezcla original de forraje con aditivo, comportamiento que es similar a lo observado por Offer y Al-Rwidah (1989) al emplear melaza como aditivo. Este mayor contenido de azúcares en el efluente explica gran parte del incremento observado en la concentración de materia seca.

El contenido de NT en el efluente fue inferior en el tratamiento con CEB, lo que es coincidente con la menor solubilidad de los compuestos nitrogenados registrada en los ensilajes de este tratamiento

(Cuadro 1). El contenido de N amoniacal fue muy bajo, sugiriendo una limitada actividad de organismos deaminadores y probablemente un bajo nivel

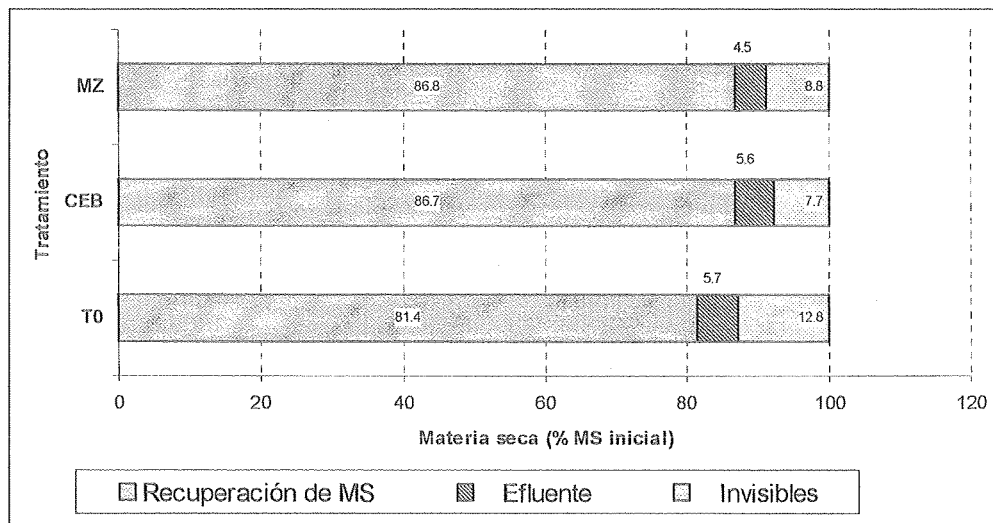
de proteólisis derivado de una acidificación y estabilización presuntamente muy rápida.

**CUADRO 3**  
COMPOSICION DEL EFLUENTE DE LOS ENSILAJES  
*Composition of silage effluents.*

	Tratamientos <sup>1</sup>			E E <sup>2</sup>
	T0 <i>Control</i>	MZ <i>Maize</i>	CEB <i>Barley</i>	
Materia seca (%)	9,44 b	9,70 b	11,38 a	0,04
Nitrógeno total (% MS)	4,84 a	4,85 a	4,44 b	0,09
N-NH <sub>3</sub> (%NT)	0,63 a	0,67 a	0,65 a	0,09
Carbohidratos solubles (% MS)	3,52 b	3,39 b	5,86 a	0,25

1: Letras distintas dentro de la misma línea indican diferencias significativas (Tukey,  $\alpha=0,05$ )

2: Error Estándar



**FIGURA 2**

RECUPERACION Y PERDIDA DE MATERIA SECA DE LOS ENSILAJES DE ALFALFA SOLA (T0) Y SUPLEMENTADA CON GRANOS MOLIDOS DE MAIZ (MZ) O CEBADA (CEB).

*Dry matter recovery and losses in alfalfa silage control (T0) and supplemented with ground grains of corn (MZ) or Barley (CEB).*

### Balance de masa

El balance de masa mostró que los tratamientos con grano redujeron las pérdidas de la materia seca inicial a un 13,3% (Figura 2), mientras que el ensilaje de alfalfa sola (T0) perdió un 18,6%, valor que

representa una reducción cercana al 30% de las pérdidas totales ( $P=0,13$ ). Tanto las pérdidas totales de materia seca como la fracción de efluente se ubicaron dentro de los rangos de valores observados por Woolford (1984), Rotz *et al.* (1993) y Moore y Kennedy (1994).

Sin embargo, a pesar de la adición de granos, la proporción de biomasa perdida en la fracción de efluente (Figura 2) fue similar entre tratamientos ( $P>0,05$ ) y la vía más importante de pérdida de materia seca sería por procesos invisibles de respiración y fermentación. Si bien, la forma de estimación utilizada no permite distinguir entre estos últimos procesos, la técnica de ensilado empleada, la pronta acidificación y las características de los ensilajes al ser abiertos (Jaurena, 1996), son indicadores de que rápidamente se establecieron las condiciones de anaerobiosis necesarias para el proceso. La magnitud de estas pérdidas invisibles fue considerable pero si se las compara con valores reportados por diversos autores (Cuadro 4) se observa que están dentro del amplio rango encontrado en una diversidad de forrajes y tipos de silo. Si bien la disponibilidad de oxígeno constituye el principal determinante de este tipo de pérdidas, bajo condiciones de buena anaerobiosis, la materia seca desaparecida depende fundamentalmente del tipo de sustrato, del patrón de fermentación prevaliente y de la cinética del proceso fermentativo.

### Recuperación del nitrógeno

El estudio de los compuestos nitrogenados mostró

pérdidas totales cercanas al 20%, proporcionalmente superiores a las registradas para la materia seca (Figura 3). El tratamiento con grano de maíz permitió recuperar una cantidad levemente mayor de N respecto al testigo y al tratamiento con cebada ( $P=0,09$ ). El N eliminado a través del efluente osciló entre 7,1 y 8,6% del N total, siendo inferior para el maíz. Asimismo, las pérdidas invisibles de N fueron inferiores con la adición de maíz, posiblemente debido al comportamiento menos soluble y más refractario de la zeína presente en este grano. Por otra parte, las mayores pérdidas invisibles de N en el tratamiento con adición de cebada podrían atribuirse a la mayor degradación observada como consecuencia de actividad de enzimas endógenas que ocurre en los cultivares de cebada desarrollados para la maltería. La relación pérdida invisible/pérdida por efluente resultó aproximadamente 60 : 40 y no varió para los distintos tratamientos ( $P>0,05$ ), comportamiento que es consistente con lo reportado por Mayne y Gordon (1986) trabajando con *Lolium sp.* Las pérdidas invisibles de N son difíciles de explicar y probablemente ocurren como consecuencia de la reducción de distintos compuestos hasta formas gaseosas como NO y N<sub>2</sub> (Woolford, 1984; Spoelstra, 1985).

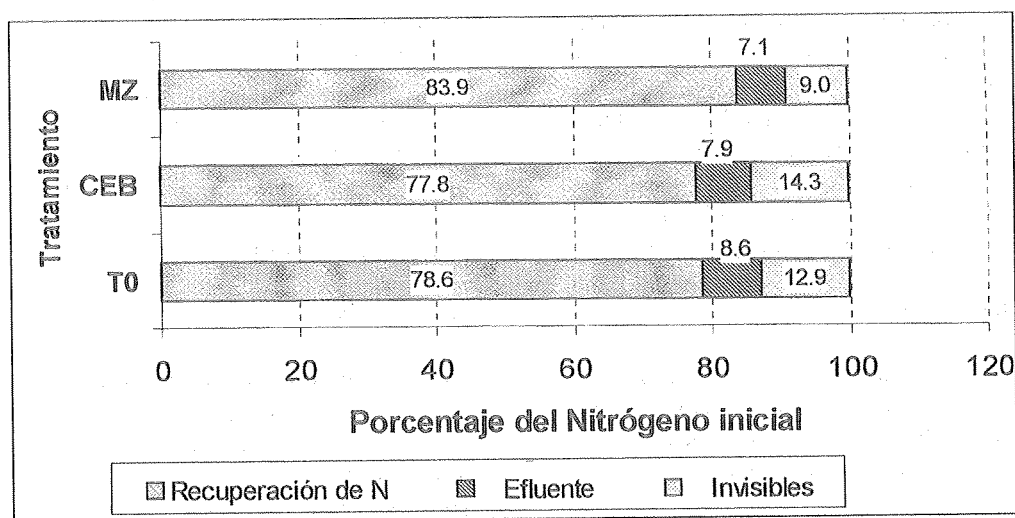


FIGURA 3

EFECTO DE LA ADICION DE GRANOS SOBRE LA RECUPERACION Y PERDIDAS DE NITROGENO DE LOS ENSILAJES DE ALFALFA SOLA (TO) Y SUPLEMENTADA CON GRANOS CHANCADOS DE MAIZ (MZ) O CEBADA (CEB)

*Effect of grain addition on nitrogen recovery and losses in alfalfa silages alone (TO) or supplemented with cracked grains of corn (MZ) or barley (CEB).*

**CUADRO 4**  
**PERDIDAS ESTIMADAS POR FERMENTACION DURANTE EL ENSILAJE**  
*Estimated fermentation losses during ensiling*

Referencias <i>References</i>	Especie <i>Species</i>	Tratamiento <i>Treatment</i>	Pérdidas invisibles (%) <i>Invisible losses</i>
Anderson y Jackson, 1970 (1)	n.d.	Ninguno	8,7
	n.d.	Premarchitado	2,7-10
Ferris y Mayne, 1994 (2)	<i>Lolium sp.</i>	Ninguno	1,6
	<i>Lolium sp.</i>	Pulpa de remolacha, 40-120 kg·t <sup>-1</sup>	3,2-4,9
Mayne y Gordon, 1986 (2)	<i>Lolium sp.</i>	Premarchitado, picadora de precisión	4,8
	n.d.	Directo, con picadora de precisión	9,9
	n.d.	Directo, con picadora común	16,4
Moore y Kennedy, 1994 (2)	<i>Lolium sp.</i>	Ninguno	10-14
	<i>Lolium sp.</i>	Pulpa de remolacha, 50 kg·t <sup>-1</sup>	11
	<i>Lolium sp.</i>	Aditivo comercial, 30 kg·t <sup>-1</sup>	6-10
	<i>Lolium sp.</i>	Fórmico, 3,44 l·t <sup>-1</sup>	11
Woolford, 1984 (1)	Cualquier forraje	Calculado en base a las principales vías metabólicas	4-6
Zimmer y Wilkins, 1984 (1)	n.d.	Sin premarchitar	16,9%
		Premarchitado	8,6%

n.d.: no declarado. (1) Según indican los autores correspondería fundamentalmente a pérdidas por fermentación. (2) Involucra pérdidas por respiración y fermentación en forma conjunta.

## CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos permiten demostrar que los granos incorporados al silo absorbieron humedad a razón de 0,44-0,57 kg de efluente·kg<sup>-1</sup> MS para cebada y maíz respectivamente, lo cual representó una reducción en la cantidad de efluente recolectado de 14 y 17% respecto al testigo. La pérdida total de masa, incluyendo tanto efluentes como pérdidas invisibles, fue 13,3% para ambos tratamientos con adición de granos, y de 18,5% para el testigo, siendo proporcionalmente más importantes las pérdidas invisibles.

Las pérdidas de N fueron en todos los tratamientos superiores a las pérdidas de masa, siendo en el tratamiento con adición de maíz significativamente menores que con cebada y que el testigo.

La composición del efluente fue consistente con las fracciones solubles de carbohidratos y de compuestos nitrogenados presentes en el material ensilado.

La capacidad de retención de efluente observada con la adición de granos se considera limitada en función de los precios relativos y del nivel de las

pérdidas observadas, pero es posible que su efecto sobre la provisión de azúcares y calidad de fermentación pueda tener un impacto de mayor interés. En vista de la magnitud de las pérdidas, a pesar de la buena tecnología aplicada en la elaboración de los ensilajes, se considera necesario profundizar en el estudio de los factores involucrados en la desaparición de materia seca y nitrógeno durante el proceso de ensilaje con el objeto de lograr una mayor conservación de los nutrientes originalmente presentes en el forraje.

## RESUMEN

Durante el ensilaje de forrajes ricos en agua se producen pérdidas por la generación de efluentes, que son agentes muy contaminantes, y también por los procesos de respiración y fermentación. Este ensayo se desarrolló para estudiar el efecto de la adición de granos de maíz y cebada a ensilajes de alfalfa húmeda sobre la producción y composición del efluente, y sobre la recuperación de biomasa y nitrógeno. Se ensiló alfalfa en principio de floración sola (T0) o junto con 50 kg·t<sup>-1</sup> de granos partidos de maíz (MZ) o cebada (CEB) en microsilos de PVC de 12 kg de capacidad provistos de un sistema de recolección de efluentes. Sobre cada



microsilos se ejerció una presión de 1300 kg·m<sup>-2</sup>. Los granos redujeron el contenido de humedad de las mezclas iniciales y mostraron una tasa de absorción de 0,44 y 0,57 kg de efluente por kilo de MS para CEB y MZ, respectivamente. La producción de efluente se redujo respecto al testigo a un 83% para MZ y 86% para CEB. En los efluentes el agregado de cebada aumentó significativamente ( $P < 0,01$ ) el contenido de materia seca de 9,4 a 11,4%, los carbohidratos solubles de 3,5 a 5,9% y redujo la concentración de nitrógeno total de 4,8 a 4,4%. La pérdida de materia seca total del tratamiento T0 fue de 18,5% mientras que el agregado de MZ y CEB redujo las pérdidas de materia seca a 13,3%. Las pérdidas por efluente fueron muy semejantes entre los tratamientos (T0= 5,7; MZ=

4,5; CEB= 5,6%) y las pérdidas invisibles representan una proporción muy importante de las pérdidas totales (entre 58 y 69%). La principal vía de pérdida de nitrógeno fue a través de formas gaseosas, siendo 12,9; 9,0 y 14,3% del nitrógeno inicial, seguidas por pérdidas por el efluente de 8,6; 7,1 y 7,9% en T0, MZ y CEB, respectivamente. Se concluye que el agregado de granos de maíz y cebada en las dosis utilizadas para la confección de ensilajes con altos contenidos humedad tuvieron un efecto moderado sobre las pérdidas totales de MS, solamente el grano maíz redujo las pérdidas de N, mientras que la composición del efluente reflejó la composición de la mezcla de forraje y grano original.

### LITERATURA CITADA

- ANDERSON, B.K. AND N. JACKSON, 1970. Conservation of wilted and unwilted grass ensiled in air tight metal containers with and without the addition of molasses. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 21: 235-241.
- AOAC. 1975. Association of Official Analytical Chemists. *Official Methods of analysis*. 12 ed. Washington D.C., EEUU.
- BASTIMAN, B. AND J.F.B. ALTMAN, 1985. Losses at various stages in silage making. *Research and Development in Agriculture*, 2: 19-25.
- DEXTER, S.T.. 1961. Water retaining capacity of various silage additives and silage crops under pressure. *Agronomy Journal* 53: 379-381.
- FAICHNEY, G.F. AND G.A. WHITE, 1983. Methods for the analysis of feeds eaten by ruminants. Division of Animal Production, Ian Clunies Rooss Animal Res. Lab., CSIRO, Melbourne, Australia.
- FERRIS, C.P. AND C.S. MAYNE, 1994. The effects of incorporating sugar-beet pulp with herbage at ensiling on silage fermentation, effluent output and in silo losses. *Grass and Forage Science* 49: 216-228.
- JAURENA, G. 1996. Analisis de la contribución de los granos como aditivos para ensilajes de alfalfa. Proteólisis ruminal. Tesis de Magister. Pontificia Univ. Católica de Chile.
- JONES, D.I.H.. 1988. The effect of cereal incorporation on the fermentation of spring and autumn cut silages in laboratory silos. *Grass and Forage Science* 43 (2): 167-172.
- JONES, D.I.H. AND R. JONES, 1992. The effect of crop characteristics and ensiling methodology on grass silage effluent production. A Review paper. *Jour. Agric. Engng. Res.*, 60: 73-81.
- JONES, D.I.H.; R. JONES, AND G. MOSELEY, 1990. Effect of incorporating rolled barley in autumn-cut ryegrass silage on effluent production, silage fermentation and cattle performance. *Journal of Agricultural Science, Cambridge*, 115: 399-408.
- MAYNE, C.S. AND G.J. GORDON, 1986. Effect of harvesting system on nutrient losses during silage making. 2. In-silo losses. *Grass and Forage Science*, 41: 341-351.
- MCDONALD, P. AND A.R. HENDERSON, 1964. Determination of Water-Soluble Carbohydrates in grass. *Journal of the Sci. of Food and Agric.*, 15: 395-398.
- MCDONALD, P.; N. HENDERSON, AND S. HERON, 1991. *The Biochemistry of Silage*. 2nd. Ed.. Chalcombe Publ., Marlow, Great Britain, 340 p.
- MOORE, C.A. AND S.J. KENNEDY, 1994. The effect of sugar beet pulp-based additives on effluent production, fermentation, in-silo losses, silage intake and animal performance. *Grass and Forage Science* 49: 54-64.
- OFFER, N.W. AND M.N. AL-RWIDAH, 1989a. The use of absorbent materials to control effluent loss from grass silage: experiments with drum silos. *Research and Development in Agriculture*, 6 (2): 71-76.
- PICHARD, G.. 1977. Forage nutritive value. Continuous and batch in vitro rumen fermentations and nitrogen solubility. PhD Thesis, Cornell Univ.
- PICHARD, G. Y R. CUSSEN, 1994. Evaluación de las pérdidas en el proceso de ensilaje y manejo de efluentes. *Serie Remehue* N° 52 (ISSN 07 16-6257): 183-202.

- PLAYNE, M.J. AND P. MCDONALD, 1966. The buffering constituents of herbage and of silage. *Journal of the Sci. of Food and Agric.*, 17: 264-268.
- ROTZ, C.A.; R.E. PITT; R.E. MUCK; M.S. ALLEN AND D.R. BUCKMASTER, 1993. Direct-cut harvest and storage of alfalfa on the dairy farm. *Trans. ASAE* 36 (3): 621-628.
- SAS, 1996. *Licencia Pontificia Universidad Católica de Chile*.
- SPOELSTRA, S.F.. 1985. Nitrate in silage. *Grass and Forage Science*, 40: 1-11.
- VAN SOEST, P.J.; J.B. ROBERTSON AND B.A. LEWIS, 1991. Symposium: carbohydrate methodology, metabolism, and nutritional implications in dairy cattle. Methods for dietary fiber neutral detergent fiber, and non starch polysaccharides in relation to animal nutrition. *Journal of Dairy Science* 74: 3583- 3597.
- WILLKINS, R.J. 1988. The preservation of forages. *In: Feed Science, World Animal Science Vol. 4.* Orskov, E.R. (ed). Elsevier Science Publishers B.V.. Amsterdam, Netherlands.
- WOOLFORD, M.K.. 1984. *The Silage Fermentation. Microbiology Series Vol. 14;* eds. Allen I. Laskin and Richard I. Mateles. Marcel Dekker, Inc. New York and Basel.
- ZIMMER, E. AND R. WILKINS, 1984. Efficiency of silage systems: a comparison between unwilted and wilted silages. *Landbauforschung Volkenrode. Sonderheft 69.* Citado por Mayne y Gordon