

## Composición química y digestibilidad "*in vitro*" de silaje de maíz y de pasturas procedentes de la pampa húmeda, Argentina

A.G. Inza\*, L. Igarza\*<sup>1</sup>, H.G. Landi\*\*<sup>1</sup>, S. Mogni\*, S. Aranguren\*

\* Laboratorio de Análisis de Alimentos. Depto. de Fisiopatología. E-mail: letigar@vet.unicen.edu.ar

\*\* Área Producción Bovinos de Leche. Depto. Producción Animal. E-mail: landih@vet.unicen.edu.ar  
Campus Universitario. Facultad de Ciencias Veterinarias- Universidad Nacional del Centro. T.E. 54  
2293 439850. CP 7000. Tandil. ARGENTINA.

<sup>1</sup> Autores a los que dirigir la correspondencia.

### Resumen

El objetivo fue analizar la composición química y digestibilidad "*in vitro*" de silaje de maíz de planta entera y de pastura elaborados en la Pampa Húmeda Argentina. Se trabajó con silaje de maíz, grano lechoso, grano pastoso y grano duro y silaje de pastura, durante seis años (1996- 2001). Se analizó: materia seca (n=757), digestibilidad "*in vitro*" de la materia seca (n=776), proteína bruta (n=771), fibra neutro detergente con y sin amilasa (n=245 y n=106 respectivamente) y fibra ácido detergente (n=656). Se estudió la influencia de datos climáticos. El análisis estadístico realizado fue un ANOVA con un modelo experimental que contempla el efecto recurso y el efecto año anidado dentro de recurso utilizando el GLM y el LS Means del SAS. Se observó diferencias en materia seca entre silo de maíz, grano lechoso y grano duro (23,4 y 42,8), siendo similar la materia seca para silo de maíz grano pastoso y silo de pastura (30,6 y 31,6). Silo de maíz, grano lechoso y silo de pastura fueron comparables en fibra ácido detergente (31,0 versus 35,0) y fibra neutro detergente con amilasa (57,3) versus fibra neutro detergente (53,8). Silo de maíz grano pastoso y silo de pastura, presentaron para todas las variables de composición, diferencias entre años. Para digestibilidad *in vitro* de la materia seca se observó efecto año en los tres estados de silo de maíz.

En silo de maíz grano pastoso y silo de pastura se observó efecto año, no pudiéndose determinar una relación directa con las variables climáticas analizadas, por lo cual se recomienda el análisis de este tipo de alimento previo a su utilización.

**Palabras clave:** forraje conservado, valor nutritivo, clima, rumiantes.

### Summary

#### Chemical composition and "*in vitro*" digestibility of corn and pasture silages from humid pampa Argentina

The objective was to analyse the chemistry composition and *in vitro* digestibility of corn plant and pasture silage elaborated in Argentine Humid Pampa. Corn silage with grain at the milk-, paste- and firm-grain stage and pasture silage were analysed during six years (1996-2001). Dry matter (n=757), *in vitro* digestibility of dry matter (n=776), crude protein (n=771), neutral detergent fibre with and without amylase (n=245 and n=106) and acid detergent fibre (n=656) were analysed. The influence of climate dates was studied. ANOVA was carried out with experimental model that included the feed effect and nested year effect within feeds utilizing the GLM and the LS means of SAS. Differences in dry matter between milkgrain corn silage and pastegrain corn silage (23.4 and 42.8) were observed. Dry matter in paste grain corn silage and pasture silage was similar (30.6 and 31.6). Acid detergent fibre (31.0 versus 35.0) and neutral detergent fibre with amylase (57.3) versus neutral detergent fibre without amylase

(53.8) in milk-grain corn silage and pasture silage respectively were similar. There were differences in all the composition variables between paste-grain corn silage and pasture silage and between years. For *in vitro* dry matter digestibility, a year effect in the three stages of corn silage was found. In paste-grain corn silage and pasture silage year effects were observed, but no direct relation between these results and weather was not possible to determine, thus the analysis of silage quality is recommended for its correct use.

**Key words:** conserved forage, nutritive value, climate, ruminant.

### Introducción

Los silajes de maíz principalmente y el de pastura son suplementos de gran importancia para los sistemas de producción de leche y también en los esquemas intensivos de producción de carne en la región Pampeana Húmeda, Argentina (de 32° a 38° Latitud Sur y de 56° a 64° Longitud Oeste). La Región Pampeana está formada por las siguientes provincias: Buenos Aires, Santa Fe, Córdoba y parte de Entre Ríos y La Pampa, ocupando aproximadamente 500.000 km cuadrados. Es en esta región donde la producción láctea muestra toda su potencialidad, con principales cuencas lecheras y casi la totalidad de los tambos e industrias del sector (figura 1). La superficie destinada a silaje de maíz está en crecimiento. Las condiciones climáticas y las prácticas de manejo con que se conduzca el cultivo afectan la calidad del grano, la producción de biomasa total y la partición de esta entre los distintos órganos de la planta (Uhart y Andrade, 1991; Cirilo y Andrade, 1996; Vega y Valentinuz, 1997). La diferente partición podría afectar, por consiguiente, a la composición química de la planta, al proceso de conservación y al valor nutritivo del silaje de maíz que se obtenga (Graybill et al., 1991; Bertoia et al., 1996).

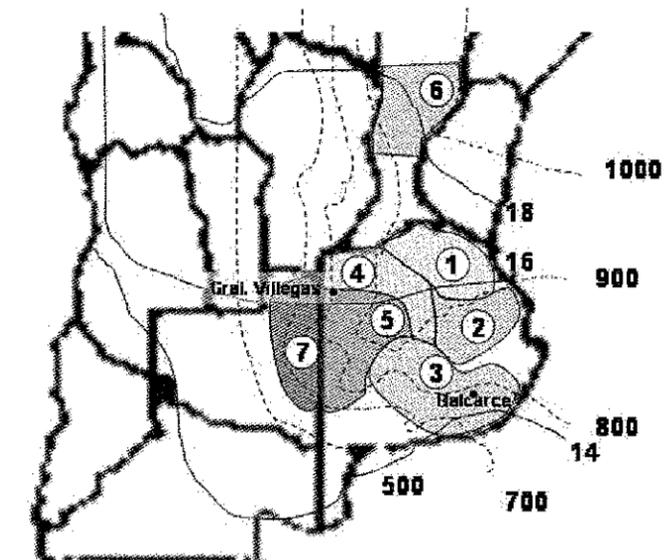
Desde el punto de vista nutritivo, la calidad del maíz depende: 1) del contenido del grano en el momento de ensilar, 2) de su

composición química y 3) de su digestibilidad (Bertoia et al., 1996).

El grano es el componente de mayor calidad por su concentración energética (Kaiser y Piltz, 2002) y comprende, en situaciones normales, entre un 40 y un 50% de la materia seca total (MS). Si por situaciones climáticas o de manejo se reduce la cantidad de grano, la calidad del tallo resulta proporcionalmente más importante para el valor nutritivo del cultivo. La proteína se encuentra en los granos, que son menos afectados por los procesos fermentativos, luego los mayores porcentajes de proteína se encontrarían en maíces con mayor contenido de grano (Pichard y Rybertt, 1993).

En Nueva Zelanda el silaje de pastura se realiza con el excedente de primavera y frecuentemente se producen atrasos en el periodo óptimo de ensilado con incrementos en los tallos florales y espigas de baja calidad (Charlton y Dalton, 2002). Una situación similar ocurre en Argentina, sumándose la poca maquinaria especializada disponible y la mayor cantidad de días con lluvias durante el periodo óptimo del ensilado. Además la tecnificación del proceso es inferior a la que se dispone para el ensilado del maíz.

El objetivo del presente trabajo fue estudiar el comportamiento de la composición química y la digestibilidad *in vitro* del silaje de maíz de planta entera y de pastura el-



——— Temperatura (°C)  
 - - - - - Lluvias (mm)

1: cuenca Abasto Norte, 2: cuenca Abasto Sur, 3: cuenca Mar y Sierras, 4: cuenca Noroeste, 5: cuenca Oeste, 6: cuenca Centro de Santa Fe y 7: cuenca NE La Pampa

Figura 1. Cuencas lecheras de la pampa húmeda Argentina con registros de temperatura y lluvias correspondientes.  
 Figure 1. Milk zones of the Argentine humid pampa with temperature and rains registers.

borados durante seis años consecutivos, en la Pampa Húmeda Argentina.

oeste (NO), Oeste (O), Centro de Santa Fe (CSF), y NE de La Pampa (NELP).

Muestras experimentales:

Se analizaron muestras de forraje conservado como silaje de maíz (SM) con grano lechoso (GL), grano pastoso (GP) y grano duro (GD) y silaje de pastura (SP) remitidas al Laboratorio de Análisis de Alimentos de la Facultad de Ciencias Veterinarias de la Universidad Nacional del Centro (Tandil) durante seis años consecutivos (1996-2001). El procedimiento de ensilaje fue por compactación del material a ensilar para extraer

### Material y métodos

Zonas de estudio:

Para realizar el estudio las muestras fueron identificadas según su procedencia en distintas zonas lácteas de Argentina (cuencas), pertenecientes a distintas zonas geográficas con características diferentes de composición de suelos y condiciones climáticas: Abasto norte; Abasto sur; Mar y Sierras (MyS), Nor-

la mayor cantidad de oxígeno posible (silo puente).

La clasificación de los silajes de maíz en GL, GP y GD, coincidente con el estado fenológico de la planta, fue realizada en el Laboratorio según la resistencia ofrecida por el tegumento a la presión realizada por la uña del dedo mayor. Las pasturas ensiladas en general pertenecían a excedentes de primavera (rygrass, trébol rojo y otras) en estado fenológico avanzado.

El número diferente de muestras analizadas para cada variable resultó de la solicitud diferente de análisis realizada por cada remitente.

#### Análisis químicos:

Los análisis de laboratorio realizados fueron:

- **Materia Seca (MS):** por secado en estufa a 60° con circulación de aire hasta peso constante. La temperatura utilizada obedece a la necesidad de realizar la técnica de DIVMS. (AOAC: 934.01)

- **Nitrógeno total (% N):** método semi-micro Kjeldhal (AOAC: 2001.11)

- **Pared celular: fibra neutro detergente con o sin amilasa (% FNDa-FND):** método de Göering y Van Soest (1970)

- **Fraccionamiento de la Pared Celular: fibra ácido detergente (% FAD)** método de Göering y Van Soest (1970).

- **Digestibilidad in vitro de la materia seca de la muestra (% DIVMS):** Se estudió la digestibilidad de la materia seca total de la muestra, utilizando licor ruminal proveniente de un bovino con fístula ruminal y cánula permanente, clínicamente sano y alimentado con heno de buena calidad. El análisis se realizó siguiendo las indicaciones de la técnica de Tilley y Terry (1963).

Todas las variables analizadas se expresaron como porcentaje de la MS.

#### Variabes climáticas:

El análisis de las variables climáticas fue realizado para las cuencas de mayor número de muestras (representan el 70% de la cantidad de muestras analizadas): MyS y del O. Se tomaron los registros de lluvias, temperaturas máximas y mínimas mensuales y evapotranspiración (ETP) de los años correspondientes, obtenidos desde las estaciones agro-meteorológicas de INTA- Balcarce e INTA-Castelar respectivamente, considerando la ubicación de la toma de datos en las Estaciones Experimentales INTA en el partido de Balcarce como MyS y en General Villegas como O (figura 1).

#### Análisis estadísticos:

Se realizó un análisis de varianza con un modelo experimental que contempla el efecto recurso (SMGL, SMGP, SMGD y SP) y el efecto año anidado dentro de recurso. Para evaluar recurso se usó el efecto error del anidado como término del error. Se utilizó el GLM y LS means del SAS. Con similar procedimiento se analizó el efecto zona geográfica, solamente sobre SMGP por representar el mayor número de muestras analizadas. Para el análisis del efecto zona se consideraron las MyS; O; NO; CSF y NELP.

#### Resultados y discusión

Los resultados de los datos de temperatura máxima y mínima registrados en cada cuenca son mostrados en la figura 2. Se registraron mayores temperaturas máximas y menores mínimas durante el ciclo invernal en

General Villegas, comparado con las temperaturas de Balcarce.

Los registros climáticos de lluvias y ETP mensuales por año para General Villegas y Balcarce se observan en la figura 3. En los ciclos del desarrollo del maíz correspondientes a diciembre de 1997 y 1998 se registraron menores valores de ETP comparado con los otros ciclos y un déficit de lluvias comparado con los requerimientos de ETP en enero del 1996, 1997 y 1999. Los registros climáticos en primavera (crecimiento de pasturas para ensilar) demuestran solo déficit en septiembre de 1996 y un excedente de lluvias importante en primavera de 2001 (figura 3).

Para el análisis entre los recursos (tabla 1) se observan diferencias ( $P < 0,05$ ) en MS de diferentes estados de SM, siendo similar SMGP y SP. SMGL es comparable a SP en FAD y FNDa ó FND (respectivamente), indicando el mayor contenido de tallo en la planta de maíz para ese estado. Se observan valores menores en componentes químicos (FNDa y FAD) ( $P > 0,05$ ) entre SMGL versus SMGP y SMGD que afectarían el consumo y los componentes de la leche en rumiantes, esto fue demostrado anteriormente por Bal et al. (1997 y 2000) y Jhonson et al. (1999). Esta declinación hacia la madurez en FND y FAD se produciría porque incrementa la concentración de grano (almidón).

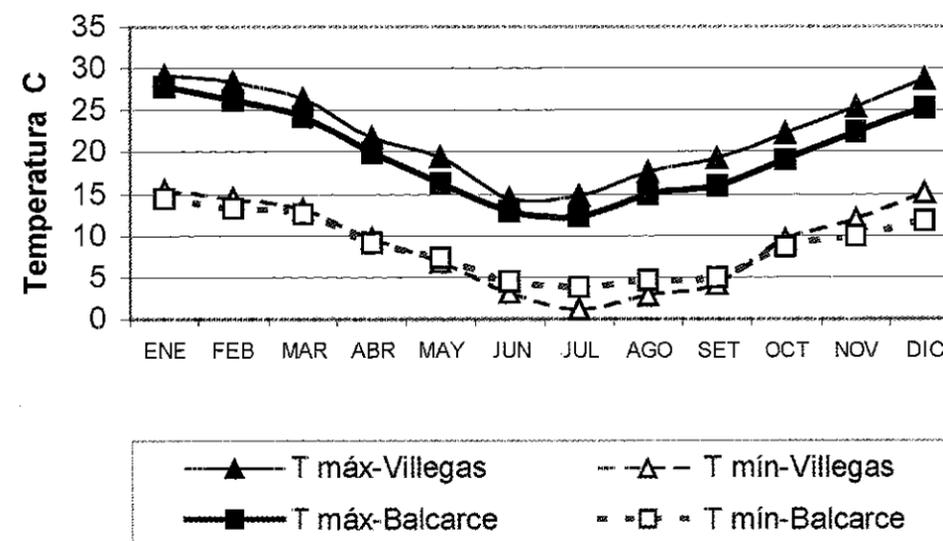


Figura 2. Temperaturas máximas y mínimas mensuales promedio durante el periodo 1996 a 2001.  
Figure 2. Means monthly maxim and minim temperatures during the period 1996 to 2001.

SMGP y SP presentaron variación entre años, indicando que factores tales como, clima o tiempo de elaboración del recurso, afectarían su calidad. En el año 1998 se registró el ingreso de la mayor cantidad de muestras

clasificadas como SMGP, coincidiendo con menor registro de lluvias en marzo (momento de la confección del silaje) lo que posiblemente permitió el ensilado en el estado adecuado del cultivo. (tabla 2; figura 3).

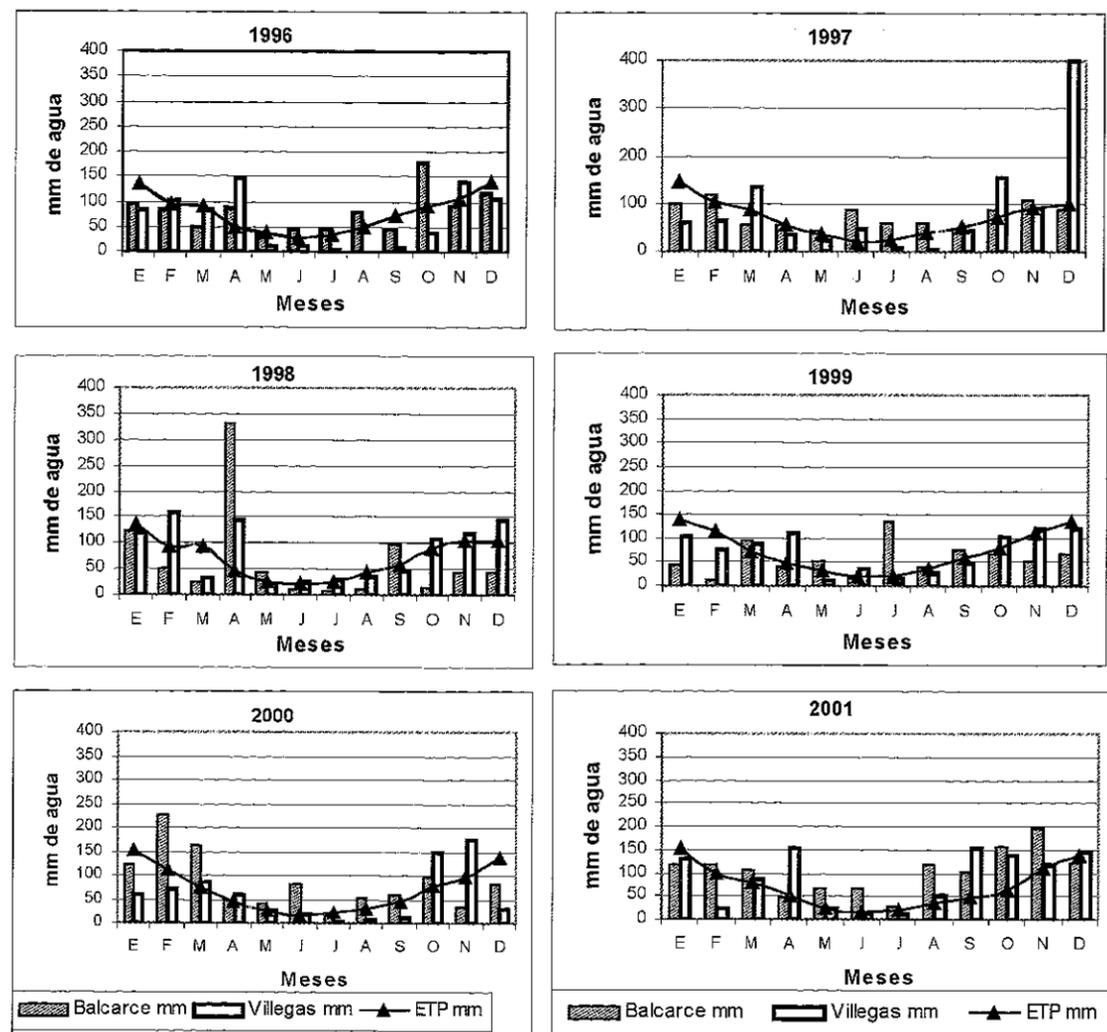


Figura 3. Registros medidos de lluvias (mm) y ETP (mm) mensuales durante el periodo 1996 al 2001.  
Figure 3. Rain and evapotranspiration (ETP) monthly registration during 1996-2001 period.

El mayor valor de MS del SMGP se registró para el año 2001 ( $P < 0,05$ ), tendiendo a disminuir ambos guarismos para los ciclos 1998, 1999 (tabla 2). El menor contenido de FAD se cuantificó para SMGP, condición óptima de la planta para realizar un silaje, FAD incrementó ( $P < 0,05$ ) para el SMGL debido a una mayor proporción de tallo y hojas. Estos resultados son coincidentes con los registrados en el

NRC (2001) (SMGL: 34,1; SMGP: 28,1; SMGD: 27,5), siendo menores a los registrados por laboratorio del INTA-Rafaela, Argentina (Gaggiotti et al., 1996) (SMGL: 39,5; SMGP: 34,6 y SMGD: 34). El mayor contenido de FAD se registró para SP (tabla 1) posiblemente debido a la madurez de las plantas forrajeras al momento del corte descrito. Esto es semejante a los valores registrados para las pastu-

ras de estado medio (FAD: 36,4) descriptas en el NRC (2001).

Para la variable DIVMS, se observó efecto año ( $P < 0,05$ ) para SM en los tres estados

(tabla 3). Los valores mayores de DIVMS para SM se registraron en GL y GD en los años 2001 y 1999 (respectivamente). Para DIVMS, el SP no presentó diferencias ( $P > 0,05$ ) comparado a SM ni efecto año.

Tabla 1. Contenido promedio de materia seca (MS), fibra ácido detergente (FAD), fibra neutro detergente (FNDa) y proteína bruta (PB), en silaje de maíz (SM) con grano lechoso (GL), grano pastoso (GP) y grano duro (GD) y silaje de pastura (SP)

Table 1. Mean content of dry matter (DM), acid detergent fiber (ADF), neutre detergent fiber (NDFa) and brute protein (PB) in corn silage with milking grain (GL), pasty grain (GP) and firm grain (GD) and pasture silage (PS)

|       | SMGL   | SMGP   | SMGD   | SP     | P     |
|-------|--------|--------|--------|--------|-------|
| MS    |        |        |        |        |       |
| media | 23,4 c | 30,6 b | 42,8 a | 31,6 b |       |
| n     | 51     | 575    | 36     | 95     | <0,01 |
| DE    | 3,66   | 6,01   | 9,08   | 7,22   |       |
| FAD   |        |        |        |        |       |
| media | 31,0 a | 26,3 b | 26,9 b | 35,0 a |       |
| n     | 49     | 504    | 31     | 72     | <0,01 |
| DE    | 4,71   | 4,72   | 6,55   | 5,20   |       |
| FNDa  |        |        |        |        |       |
| media | 57,3   | 46,4   | 46,4   | 53,8*  |       |
| n     | 22     | 210    | 13     | 106    | <0,01 |
| DE    | 6,85   | 7,23   | 9,22   | 6,68   |       |
| PB    |        |        |        |        |       |
| media | 7,6 b  | 7,6 b  | 7,4 b  | 12,1 a |       |
| n     | 50     | 579    | 36     | 108    | <0,01 |
| DE    | 1,55   | 1,27   | 1,31   | 3,50   |       |

\* FDN: valor obtenido sin adición de amilasa.

P: comparación significativa entre los recursos

a,b y c: indican diferencias significativas entre recursos ( $P < 0,05$ )

EL valor para PB fue siempre mayor para el SP que para SM (tabla 2). Sin embargo el valor para SP es menor al registrado por el NRC (2001), (PB: 17,1). En tablas nacionales, no han sido encontrados valores sobre SP de composición química de alimentos, por lo que no ha sido posible la comparación. El resultado de nuestro análisis sobre silajes de maíz, indicaría el equilibrio de calidad suministrada por este recurso. Los niveles

altos de FDN encontrados indicarían que estos silajes de maíz son importante fuente de fibra en la dieta, si bien estos valores reducirían la digestibilidad y la EN de producción (Weis y Wyatt, 2002; Owens, 2002). La alta digestibilidad hallada se debería a la presencia de grano en el silaje, que incrementaría su importancia como alimento energético. El bajo contenido de PB hallado sería consecuencia de maíces seleccionados para la producción de energía (Hartnell et

al., 2005). Considerando como valores metas (*Target*) en calidad para SP lo recomendado por distintos autores en Nueva Zelanda (MS: 25 a 30 %; PB: 16 a 20 %; DIVMS: >70%) nuestros resultados indica-

rían que las pasturas ensiladas son de baja calidad debido al estado fenológico avanzado de cosecha. Esto determinaría menor eficiencia en producción de carne y de leche (Holmes et al., 2002).

Tabla 2. Efecto año sobre la composición química de silajes de maíz y pastura durante el periodo 1996-2001

Table 2. Effect year over chemistry composition of corn and pasture silage (DM, ADF, NDFa and BP) during the period 1996-2001

| Recurso       | variable | estadístico | 1996    | 1997   | 1998    | 1999    | 2000    | 2001    | P        |
|---------------|----------|-------------|---------|--------|---------|---------|---------|---------|----------|
| Grano Pastoso | MS       | media       | 32,2 bc | 31,4 b | 29,4 a  | 29,3 a  | 31,1 ab | 33,6 c  | < 0,0001 |
|               |          | DE          | 7,03    | 5,97   | 5,60    | 5,02    | 5,73    | 7,16    |          |
|               |          | n           | 35      | 119    | 184     | 109     | 63      | 65      |          |
|               | FNDa     | media       |         |        |         | 48,9 c  | 43,8 a  | 46,3 b  | < 0,0001 |
|               |          | DE          |         |        |         | 6,03    | 5,02    | 6,89    |          |
|               |          | n           |         |        |         | 106     | 55      | 49      |          |
|               | FAD      | media       | 26,7 b  | 27,0 b | 27,0 b  | 25,6 ab | 23,9 a  | 25,4 ab | < 0,002  |
|               |          | DE          | 4,11    | 5,56   | 4,44    | 3,71    | 3,80    | 4,18    |          |
|               |          | N           | 35      | 115    | 176     | 100     | 41      | 37      |          |
|               | PB       | media       | 8,0 b   | 7,93 b | 7,50 a  | 7,46 a  | 7,59 ab | 7,23 a  | < 0,0001 |
|               |          | DE          | 0,92    | 1,51   | 0,96    | 1,14    | 1,05    | 1,21    |          |
|               |          | n           | 35      | 118    | 206     | 107     | 58      | 55      |          |
| Grano Duro    | MS       | media       |         | 47,2 b | 40,3 ab | 37,8 a  |         |         | < 0,0001 |
|               |          | DE          |         | 8,48   | 6,07    | 10,8    |         |         |          |
|               |          | n           |         | 21     | 7       | 8       |         |         |          |
| Silo Pastura  | MS       | media       |         | 29,4 a | 32,5 ab | 32,0 ab | 28,6 a  | 36,0 b  | < 0,0001 |
|               |          | DE          |         | 7,00   | 4,09    | 8,60    | 8,49    | 6,38    |          |
|               |          | n           |         | 39     | 15      | 13      | 8       | 20      |          |
|               | FND      | media       |         | 52,1 a | 52,4 ab | 54,5 b  | 58,0 b  | 54,9 ab | < 0,003  |
|               |          | DE          |         | 7,33   | 6,92    | 6,62    | 10,53   | 4,45    |          |
|               |          | n           |         | 37     | 13      | 13      | 8       | 35      |          |
|               | FAD      | media       |         | 34,6 a | 34,9 ab | 38,7 b  | 33,3 a  | 34,0 a  | < 0,002  |
|               |          | DE          |         | 4,78   | 5,43    | 8,17    | 8,21    | 2,65    |          |
|               |          | n           |         | 14     | 13      | 11      | 4       | 30      |          |
|               | PB       | media       |         | 13,2 c | 12,2 b  | 13,5 c  | 9,58 a  | 10,6 a  | < 0,0001 |
|               |          | DE          |         | 3,79   | 2,98    | 3,42    | 2,71    | 2,85    |          |
|               |          | n           |         | 39     | 15      | 13      | 6       | 34      |          |

a, b, c significan diferencias entre años para cada recurso

Materia seca (MS), fibra ácido detergente (FAD), fibra neutro detergente (FNDa) y proteína bruta (PB).

La variable MS presentó el mayor coeficiente de variación (CV: 19.7%) y la DIVMS presentó el menor valor (CV: 7.2%) para todas las zonas. Similares resultados se obtuvieron en el NRC (2001).

Para el análisis de zona se utilizó el SMGP procedente de las Cuencas: MyS, O, NO, CSF y NELP. Las otras cuencas no se incluyeron por tener un n insuficiente (tabla 4). El n para las variables de las cuencas analizadas fue diferente en función al envío realizado al Laboratorio.

En el análisis entre cuencas se observó que para SMGP el menor valor de DIVMS (60,9) y el mayor de FAD (28,5) se registraron en el NELP, siendo diferentes al resto de las cuencas. La MS fue diferente entre CSF (32,9) y NELP (27,6). La cuenca CFS está ubicada en la zona de mayor registros de lluvias y de

mayores temperaturas (figura 1). No se registraron diferencias entre zonas (P<0.05) para los valores de FNDa y PB.

De acuerdo a los resultados obtenidos podemos concluir que:

En el periodo de estudio no se observó un patrón de comportamiento climático constante entre ciclos.

Para SMGP y SP se observó efecto año, si bien no se ha podido determinar una relación directa con las variables climáticas analizadas. La calidad nutritiva del SMGP fue la que menos variación tuvo comparada con la calidad de los otros recursos.

En función de la variabilidad registrada, se recomienda el análisis de este tipo de alimentos para una mejor utilización de los recursos disponibles.

Tabla 3. Digestibilidad *in vitro* de silaje de maíz (SM) con grano lechoso (GL), grano pastoso (GP) y grano duro (GD) y silaje de pastura (SP) y su efecto año  
Table 3. In vitro digestibility of corn silage with milking grain (GL), pasty grain (GP) and firm grain (GD) and pasture silage (PS) and its years effect.

| Recurso        | estadístico | DIVMS | Años   |        |        |         |        | P       |      |
|----------------|-------------|-------|--------|--------|--------|---------|--------|---------|------|
|                |             |       | 1996   | 1997   | 1998   | 1999    | 2000   |         | 2001 |
| Grano Lechoso  | media       | 64,0  |        | 67,4 c | 59,2 a | 66,9 bc | 69,0 c | 72,0 c  | 0,05 |
|                | DE          | 6,95  |        | 6,71   | 6,16   | 5,35    | 0,07   | 4,17    |      |
|                | n           | 50    |        | 6      | 21     | 20      | 2      | 2       |      |
| Grano Pastoso  | media       | 67,0  | 69,5 b | 68,5 b | 63,7 a | 68,4 b  | 69,3 b | 68,8 b  | 0,05 |
|                | DE          | 5,12  | 3,38   | 3,89   | 5,53   | 4,26    | 3,49   | 3,76    |      |
|                | n           | 589   | 35     | 117    | 209    | 109     | 59     | 65      |      |
| Grano Duro     | media       | 68,1  |        | 67,9 b | 61,5 a | 72,0 b  |        | 66,7 ab | 0,05 |
|                | DE          | 5,63  |        | 5,47   | 6,21   | 3,25    |        | 3,09    |      |
|                | n           | 33    |        | 18     | 4      | 8       |        | 3       |      |
| Silaje pastura | media       | 64,6  |        | 64,8   | 65,3   | 62,2    | 63,8   | 65,2    | 0,05 |
|                | DE          | 6,65  |        | 6,24   | 7,39   | 9,63    | 7,86   | 5,11    |      |
|                | N           | 104   |        | 34     | 15     | 12      | 7      | 35      |      |

a, b, c significan diferencias entre años para cada recurso.

Tabla 4. Digestibilidad in vitro promedio de la materia seca (DIVMS), fibra ácida detergente (FAD) y proteína bruta (PB) en silaje de maíz (SM) con grano pastoso (GP) para las diferentes zonas geográficas

Table 4. Mean digestibility of the dry matter (DM), acid detergent fiber (ADF) and crude protein (CP) in corn silage with milking grain, pasty grain and firm grain for different geographic zones

| Variable | Estadístico | Cuencas |         |         |        |        | p      |
|----------|-------------|---------|---------|---------|--------|--------|--------|
|          |             | M y S   | O       | NO      | CSF    | NELP   |        |
| MS       | media       | 31,3 ab | 29,9 ab | 31,6 ab | 32,9 a | 27,6 b | 0.009  |
|          | DE          | 6,02    | 6,08    | 5,17    | 5,16   | 5,75   |        |
|          | n           | 187     | 238     | 39      | 34     | 23     |        |
| FAD      | media       | 25,4 bc | 27,7 a  | 26,0 ab | 25,3 c | 28,5 a | 0.0001 |
|          | DE          | 3,78    | 3,94    | 4,01    | 3,58   | 5,60   |        |
|          | n           | 151     | 212     | 37      | 32     | 23     |        |
| FNDA     | media       | 45,9    | 48,4    | 45,4    | 45,1   | -      |        |
|          | DE          | 5,71    | 6,29    | 6,93    | 6,16   |        |        |
|          | n           | 90      | 79      | 9       | 9      |        |        |
| PB       | media       | 7,7     | 7,6     | 7,6     | 8,0    | 7,6    |        |
|          | DE          | 0,98    | 1,19    | 0,77    | 1,06   | 1,07   |        |
|          | n           | 197     | 235     | 39      | 32     | 23     |        |
| DIVMS    | media       | 67,4 a  | 66,7 a  | 68,3 a  | 68,9 a | 60,9 b | 0.0001 |
|          | DE          | 4,79    | 5,26    | 3,79    | 4,30   | 5,79   |        |
|          | n           | 219     | 236     | 38      | 21     | 23     |        |

Cuencas: M y S: Mar y Sierras; O: Oeste; NO: noroeste, CSF: centro de Santa Fe y NELP: noreste de La Pampa. a,b y c: indican diferencias significativas entre zonas (P<0.05)

Materia seca (MS), fibra ácida detergente (FAD), fibra neutro detergente (FNDA), proteína bruta (PB) y digestibilidad in vitro de la materia seca (DIVMS).

## Bibliografía

Association of Official Analytical Chemists -AOAC-. (1990). Oficial methods of analytical chemist. 15th ed. (K, Helrick editor) Arlington, VA, p: 250-253.

Bal MA, Coors JG and Shaver RD. 1997. Impact of the maturity of corn for use as silage in the diets of dairy cows on intake, digestion and milk production. J Dairy Sci 80: 2497-2503.

Bal MA, Shaver RD, Al-Jobeile H, Coors JG and Lauer JG. 2000. Corn silage hybrid effects on

intake, digestion, and milk production by dairy cows. J Dairy Sci. 83: 2849-2858.

Bertoia L, Frugone M, Amestoy O y Sartori M. 1996. Silaje de maíz. Morgan-Mycogen. p. 46. Ed. Argentina.

Cirilo A y Andrade F. 1994. Sowing date and maize productivity: I. Crop growth and dry matter partitioning. Crop Sci. 34: 1039-1043.

Charlton D and Dalton C. 2002. Managing pastures properly - Some problems and solutions. Copyright <http://www.Lifestylefarmer.com/>

Gaggiotti M, Romero L, Bruno O, Comeron E y Quaino O. 1996. Tabla de composición química de alimentos. Estación Experimental Agropecuaria INTA-Rafaela. Centro Regional Santa Fe. Ed. Perfil S.A. Argentina. pp. 42-46.

Goering HK and Van Soest PJ. 1970. Forage Fiber Analysis. Agriculture Hand. 379. USDA, Washington, DC.

Graybill J, Cox W y Otis D. 1991. Yield and quality of forage maize as influenced by hybrid, planting date and plant density. Agronomy J. 83: 559-564.

Hartnell GF, Hatfield RD, Mertens DR and Martin NP. 2005. Potential benefits of plant modification of alfalfa and corn silage to dairy diets. Proc. Southwest Nutr. Conf. 156-172.

Holmes CW, Brookes IM, Garrick DJ, Mackenzie DDS, Parkinson TJ and Wilson GF. 2002. Cap. 15: Nutrition: Food intake and nutritive value, pp. 263-294. In Milk Production from pasture. Principles and practices. Ed. D. Swain. New Zealand.

Johnson L, Harrison JH, Hunt C, Shinnors K, Doggett CG and Sapienzas D. 1999. Nutritive value of corn silage as affected by maturity and mechanical processing: a contemporary review. J Dairy Sci. 82: 2813-2825.

Kaiser AG and Piltz JW. 2002. Silage production from tropical forages in Australia. <http://www.fao.org/ag/AGP/AGPC/doc/silage/kaiser-paper/kaisersilage.htm>

www.fao.org/ag/AGP/AGPC/doc/silage/kaiser-paper/kaisersilage.htm

NRC National Research Council. 2001. Nutrient Requirements of dairy Cattle. 7ta. Rev. Ed. Natl. Acad. Sci., Washington, D.C. EEUU.

Owens F, Soderlund S and Hinds M. 2002. Developing new specialty grains for ruminants. Pages 48-70 in Proceedings 13<sup>th</sup> Annual Florida Nutrition Symposium.

Pichard G y Rybertt G. 1993. Degradación de las proteínas en el proceso de ensilaje. Ciencia e Investigación Agraria, 20: 402-429.

Tilley J, Terry R. 1963. A two-stage technique for the in vitro digestion forage crops. J. British Grassland Soc 18: p: 104-111.

Uhart S y Andrade F. 1991. Nitrogen and carbon accumulation and remobilization during grain filling in maize under different source/sink ratios. Crop Sci., 35: 183-190.

Vega C y Valentinuz O. 1997. Actas del VI Congreso Nacional de Maíz. Pergamino, Noviembre de 1997. Argentina. III: 20-26.

Weiss WP and Wyatt DJ. 2002. Effects of feeding diets based on silage from corn hybrids that differ in concentration and in vitro digestibility of neutral detergent fiber to dairy cows. J. Dairy Sci. 85:3462-3469.

(Aceptado para publicación el 27 de noviembre de 2006)

