

DETERMINACIÓN DE LA CALIDAD DE SILAJE DE MAÍZ EN CONDICIONES DE RIEGO Y SECANO

INTRODUCCIÓN

El área de siembra con maíz para silaje en Argentina se incrementó notablemente a partir de 1990 con la intensificación de los sistemas ganaderos. El uso de este cultivo con destino a forraje conservado presenta muchas ventajas como la posibilidad de obtener grandes volúmenes por unidad de superficie, a un costo relativamente bajo por kilogramo de materia seca digestible (Scheneiter y Carrete, 2004).

El ensilado es una práctica de larga data en nuestro país, pero comienza a adquirir importante desarrollo a partir del año 1994, cuando el INTA lanza el PROPEFO, (proyecto integrado que apunta a mejorar la eficiencia en la recolección mecánica de los forrajes). El crecimiento de la superficie destinada a la práctica de silaje se vio acompañada de una importante incorporación de equipos forrajeros, algunos de origen importado y otros de fabricación nacional, dotados de los últimos adelantos técnicos (Carrete, 2002).

En la campaña 2004/2005 el área de siembra de maíz para silaje alcanzaba unas 230.000 ha (Bragachini y Peiretti, 2005).

El silaje es una técnica de conservación de forraje por vía húmeda a diferencia de la henificación (fardo o rollo) donde la conservación del material se produce a partir de una deshidratación previa (Fernández Mayer, 1999).

Este tipo de reserva permite el desarrollo de un complejo grupo de microorganismos (mo) en un ambiente sin oxígeno (anaerobiosis). El objetivo es conservar el valor nutritivo de la planta verde, a través de distintos procesos químicos-biológicos que se producen en el material ensilado.

El silaje de maíz es uno de los forrajes conservados más importantes en el mundo. Se lo usa ampliamente por las siguientes razones:

- * Altos rendimientos de materia seca (MS) por hectárea de un alimento con buen valor energético.
- * Alta palatabilidad.
- * No requiere preoreo, debido a que posee buenas características para ser ensilado a través de corte directo.
- * Rápida cosecha.
- * Bajos costos de almacenamiento.

Además es un forraje de alta energía, siempre y cuando contenga entre un 40-50 % de MS en forma de grano al momento del corte (Romero, 2004).

Estas características varían según el híbrido usado y las condiciones ambientales (Romero *et al.*, 2003).

El silaje de maíz de planta entera es el suplemento energético de menor costo. Además, es un complemento insustituible de la pastura en cualquier esquema de producción de leche y/o carne. El contenido de energía y fibra que posee complementa la ración, posibilita el aumento de la carga animal o el mantenimiento de altas cargas anuales, corrige desbalances nutricionales (exceso de proteína, bajo porcentaje de materia seca) que se producen en otoño – invierno en pasturas de alta calidad, incrementa la ganancia de peso individual y permite a los sistemas pastoriles una cierta independencia de la variable climática. En la mayoría de los casos el objetivo final de realizar un silaje de maíz es producir carne o leche.

Un dato básico para elegir el híbrido a sembrar es su producción de energía, o sea, mayor energía digestible por hectárea y que esa energía pueda ser efectivamente consumida y transformada por el animal.

El consumo voluntario de un forraje es regulado por el contenido en Fibra Detergente Neutro (FDN) del mismo. Altos valores de FDN actúan como limitantes al consumo y en consecuencia, a la producción. Por lo tanto, para lograr que esa alta producción de energía por hectárea se transforme efectivamente en leche o carne, se necesita que el consumo sea lo más alto posible, ya que si es bajo, la mayor parte de lo ingerido irá a cubrir necesidades de mantenimiento, quedando muy poco para destinar a producción. En cambio si los valores de FDN son bajos, se logra que el consumo sea suficiente para el mantenimiento y además deje un margen importante para que el animal lo convierta en carne o leche.

En la mayoría de las situaciones, el mejor híbrido de maíz para silaje será el que combine una alta producción de energía digestible por hectárea con un bajo nivel de Fibra Detergente Neutro.

En general las prácticas de manejo como riego, densidad y fecha de siembra no inciden mayormente en la degradabilidad de hojas y tallos, Tabla 1, pero afectan la proporción de los componentes de la planta y de esta forma la calidad de la misma. Por ejemplo: el riego mejora el rendimiento de grano y disminuye la proporción de hojas.

Tabla 1: Degradabilidad de hojas y tallos de los híbridos Dekalb 615 con y sin riego

Componente morfológico	DK 615	
	Secano	Regado
Tratamiento		
Hojas	45.3	45.7
Tallos	26.1	24.6

En áreas marginales para el cultivo de maíz, los altos rendimientos de forraje y su calidad, dependen de las condiciones climáticas durante el desarrollo del cultivo, principalmente en floración. La utilización del riego en aquellas regiones donde es posible implementarlo, permitiría mantener rendimientos constantes de buena calidad de planta a través de los años, por lo tanto, el factor hídrico es de fundamental importancia, sobretodo en lo que respecta a la calidad final del producto obtenido para su posterior corte y picado (Romero y Bruno, 2004).

Es aquí donde el riego complementario comienza a adquirir un rol fundamental para cubrir los requerimientos hídricos del cultivo evitando que sufra cualquier tipo de estrés, sobretodo en el período crítico del cultivo. El maíz para silaje, generalmente no se riega, hacerlo tiene la ventaja de diluir todos los cotos inherentes al cultivo a través de una duplicación de la materia seca total ensilada.

Un aspecto muy importante a tener en cuenta son las condiciones de almacenamiento una vez cortado y picado. Una de las alternativas para conservar su calidad y permitir el correcto desempeño de las bacterias acidificantes es la utilización de bolsas de polietileno, que permiten una óptima fermentación con escasas pérdidas de nutrientes (15 a 40 % menos que el silo puente). Este sistema de almacenaje consiste en embolsar forraje húmedo en bolsas y tiene como ventaja poder colocarlas dentro del lote donde se va a racionar, evitando movimiento de máquinas, animales, personal y pérdidas de material. El forraje cortado debe tener un contenido de humedad entre 55 y 68 % (Vernet, 2006).

El forraje se debe embolsar con una densidad entre 525 a 825 kg.m⁻³, cuanto más denso se embolsa menos pérdidas se producen. Si se embolsa forraje con alto porcentaje de humedad ($\geq 70\%$), la densidad debe situarse entre 415-525 kg.m⁻³ para evitar pérdidas por lavado ó filtración (Vernet, 2006).

Existen antecedentes de trabajos realizados en los que se ha determinado la composición de la planta, en híbridos cosechados para silaje de maíz, utilizando híbridos Pioneer en condiciones de secano, Romero (2004), obtuvo que el mayor porcentaje de MS correspondió a los tallos, seguido por grano, hojas, marlo y chala.

Respecto al contenido de nutrientes en el silo, se muestran en la Tabla 2 los datos obtenidos por diferentes autores:

Tabla 2: Contenido de nutrientes en silaje de maíz bajo diferentes tratamientos.

Autores	MS %	PB %	FDA %	FDN %	C %	D %	EM Mcal/kg MS
Romero (2004), Híbrido Pioneer (secano)		8	28	48			
Maineri Pons et al.,(2003) Híbrido Dekalb 780 (bajo riego)		4.8	34.2	66.4	7.6		
Giaveno et al., (2002) Híbrido Dekalb	44.3	8.9	38.2	52.2		59.1	2.2
Híbrido Nidera (bajo riego)	42.5	8.2	32.1	48.7		63.9	2.1

Referencias: MS: Porcentaje de materia seca; PB: porcentaje de proteína bruta;
 FDA: porcentaje fibra detergente ácida; FDN: porcentaje fibra detergente neutra;
 C: porcentaje de cenizas; D: porcentaje de digestibilidad; EM: Mcal/kg MS.
 Fuente: Romero, 2004.

El propósito de este trabajo fue corroborar la existencia de una diferencia en la calidad nutricional y de producción en un silaje de maíz bajo condiciones de riego y otro en seco para la zona de Río Cuarto.

HIPOTESIS

El silaje de maíz realizado en el momento oportuno y condiciones de corte y picado adecuado, alcanzará rendimientos máximos y mejor calidad cuando el cultivo se realiza bajo riego.

OBJETIVO GENERAL

Determinar la calidad del silaje de maíz bajo condiciones de riego y secano.

OBJETIVOS ESPECIFICOS

- * Determinar la producción de materia seca (%) del cultivo de maíz con riego y en secano.
- * Establecer una diferenciación de calidad de silo de maíz bajo riego y en secano.

MATERIALES Y MÉTODOS

La experiencia se desarrolló en el campo experimental de la Universidad Nacional de Río Cuarto, ubicado en Ruta 36 – km 601, Río Cuarto. Su ubicación geográfica es 33° 07' LS, 64° 14' LO y a 421 m msnm.

El Departamento de Río Cuarto está conformado por cuatro grandes Unidades Ambientales, ubicándose Río Cuarto en la Llanura Subhúmeda bien drenada, con suelos, en su mayoría, Hapludoles típicos, sin problemas de drenaje interno o externo, caracterizándose por un relieve plano, pendientes menores al 2%, y bien desarrollados, sobre materiales loessicos, franco-arenosos. (Figura 1) (Cantero *et al.*, 1998).

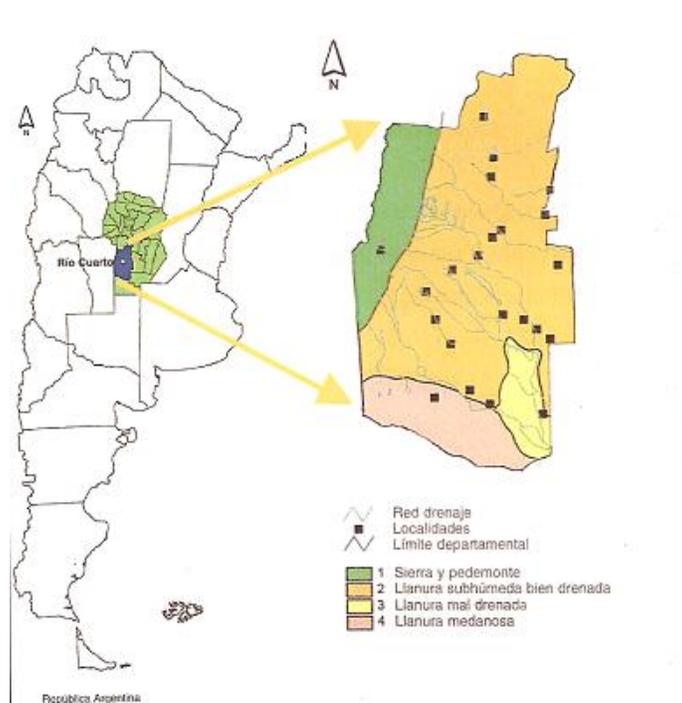


Figura 1: Unidades ambientales del Departamento de Río Cuarto (Cantero *et al.* 1998).

El clima es templado-subhúmedo, con una media anual de lluvias de 804,5 mm, (serie 1977-2006) concentrándose entre los meses de octubre a abril (Figura 2) (Seiler *et al.*, 2007).

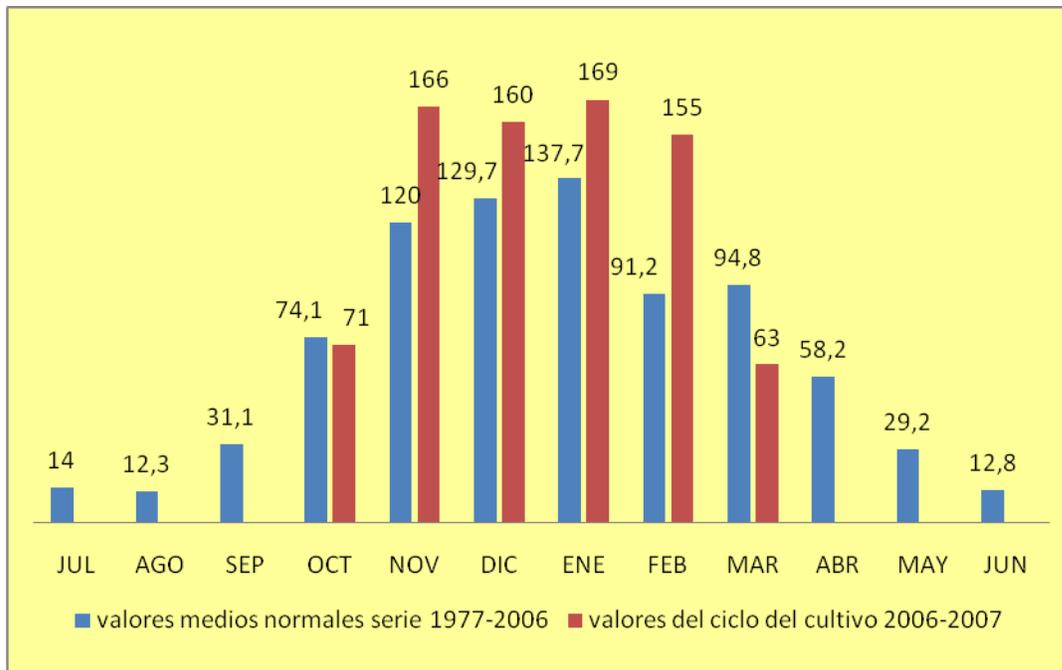


Figura 2: Precipitación (valores medios normales, serie 1977-2006 y valores del ciclo del cultivo 2006-2007)

El régimen térmico es templado-mesotermal, caracterizado por una temperatura media anual de 16,5°C, con máxima media para el mes más cálido (enero) de 29°C y una mínima media de 3°C para el mes más frío (julio). El período medio libre de heladas es de 255,7 días, la fecha media de la primera helada es el 25 de mayo ($\pm 14,3$ días) y de la última el 12 de septiembre con una desviación de $\pm 20,3$ días. La velocidad del viento, factor importante en la evapotranspiración de los cultivos, oscila entre 3,8 m.seg⁻¹ y 5,5 m.seg⁻¹ (Seiler *et al.*, 2007).

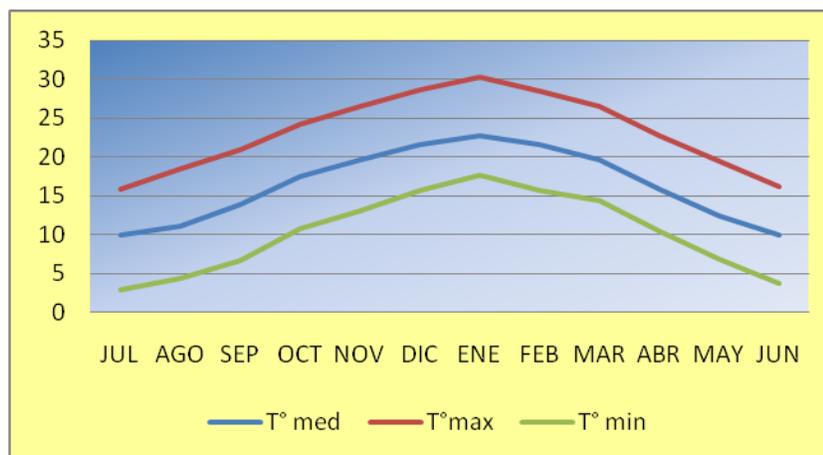


Figura 3: Temperatura (valores medios normales, máxima y mínima, serie 1977-2007)

Se realizó, antes de la siembra a los fines de establecer los requerimientos de fertilización, un análisis de suelo, determinando nitrógeno (N) hasta los 60 cm de profundidad y fósforo (P) en los primeros 20 cm (Cuadro 3). Además se determinaron los parámetros edáficos relacionados con el agua del suelo, capacidad de campo (Wc), punto de marchitez permanente (Wm) y densidad aparente (Da) en cada horizonte del perfil del suelo (Cuadro 4).

Tabla 3: Análisis químico del suelo del ensayo.

Profundidad Horizontes (mm)	P (ppm)	N-NO ₃ (ppm)	NO ₃ (ppm)
0 - 120	34,00	14,1	62,46
121 - 200	29,00	13,7	60,69
201 - 360		14	62,02
361 - 600		9,3	41,2
	Método de Kurtz y Bray I	Reducción por Cadmio	

Tabla 4: Parámetros físicos del suelo

Horizonte	Profundidad Horizontes (mm)	Densidad Aparente (g.cm ⁻³)	Humedad gravimétrica (g.g ⁻¹)		Lámina de agua	
			Capacidad de campo (Wc)	Punto de marchitez (Wm)	Wc (mm)	Wm (mm)
Ap	0 - 120	1,23	22,72	10,07	33,53	14,85
A ₂	121 - 200	1,32	22,92	11,35	24,21	11,98
Bw ₁	201 - 360	1,36	21,00	11,09	45,71	24,13
Bw ₂	361 - 600	1,26	17,10	9,02	51,72	27,26
BC	601 - 900	1,26	16,18	8,22	61,15	31,07
C	901 - 990	1,26	15,95	7,74	19,90	9,65
					216,31	118,98

AU = 97,33

La siembra del cultivo se realizó el 5 de octubre de 2006, con una densidad de 100.000 plantas.ha⁻¹, y un distanciamiento entre hileras de 0,52 m, utilizando un híbrido simple de NIDERA (Ax 884). Se fertilizó a la siembra con 100 kg/ha de Urea y 25 kg/ha de fosfato diamónico, luego cuando el cultivo se encontraba en el estadio fenológico V6, se refertilizó el maíz con 200 kg/ha de Urea.

Las parcelas experimentales tuvieron una dimensión de 13 m de ancho por 20 m de largo. El diseño experimental empleado fue de parcelas totalmente al azar con dos tratamientos y dos repeticiones.

Los tratamientos fueron:

T1: con riego. Partiendo desde capacidad de campo, se regó durante todo el ciclo, aplicando la lámina necesaria para llevar la humedad del suelo a capacidad de campo cuando se consumían 25 mm, siempre y cuando el pronóstico extendido de 72 horas brindado por el Servicio Meteorológico Nacional no indique lluvias. En caso de no ocurrencia se aplicó la lámina indicada.

T2: sin riego.

La etapa de confección de los silajes se inició el 18 de enero de 2007, cuando el maíz se encontraba en el estadio fenológico de grano lechoso (R3) cuando la línea de leche estaba en 1/4 del grano.

El corte y posterior picado fue efectuado por una máquina CLAAS Jaguar 690 , recolectando el 50% de la superficie correspondiente a cada tratamiento y repetición; con este material se confeccionaron cuatro silajes en total, dos pertenecientes a cada una de las repeticiones de T1 y dos pertenecientes a cada una de las repeticiones de T2.

El tamaño de picado del forraje fue de 12 mm con un contenido de humedad del 60%. Al material picado se lo recolectó colocando una bolsa de 5 metros de largo confeccionada con tela mediasombra, la cual se ató del extremo del tubo de expulsión de la máquina; posteriormente se procedió a colocar parte del material recolectado en bolsas de polietileno negras dentro de las cuales se procedió a realizar la tarea de compactado por medio mecánico (utilizando un pisón grande) y luego se finalizó sellando las bolsas con cinta de empaquetado.

Los silajes estuvieron sellados durante 60 días permitiendo el accionar de las bacterias en el interior de los mismo, posteriormente se procedió a tomar las muestras compuestas (consiste en tomar una serie de unidades de muestra en forma aleatoria y luego mezclar las unidades, homogeneizar y tomar una parte para realizar la medición) para realizar los análisis de calidad en laboratorio. La cantidad de muestra extraída de cada uno de los cuatro silos fue de 165 gramos aproximadamente.

Los análisis realizados en laboratorio fueron:

- Cenizas (C)
- Proteína Bruta (PB)
- Fibra Detergente Neutra (FDN)
- Fibra Detergente Ácida (FDA)
- Lignina (L)
- Energía Metabólica (EM)
- Materia Seca (MS)

El procedimiento llevado a cabo para obtener dichos análisis fue el siguiente:

- Detergente Neutro (Paredes Celulares): El método del detergente neutro para constituyentes de paredes celulares es un método rápido para la determinación de la fibra total en alimentos de origen vegetal. Parece dividir la materia seca de los alimentos muy cerca al punto que separa los constituyentes solubles y nutricionalmente disponibles (98 %) de aquellos que son aprovechables de manera incompleta y dependen de la fermentación microbiana.
- Fibra Detergente Ácido: El procedimiento de fibra detergente ácido provee un método rápido para determinación de lignocelulosa en alimentos. El residuo incluye también sílica. La diferencia entre los constituyentes de paredes celulares y la fibra detergente ácido es un estimado de la hemicelulosa; aunque esta diferencia incluye algo de proteína adherida a las paredes celulares. La determinación de fibra detergente ácido es utilizada como un paso previo a la determinación de lignina.

Tanto la Fibra Detergente Neutra como la Fibra Detergente Ácida son determinados en un digestor de fibras (Figura 4).



Figura 4: Digestor de fibras

- Lignina Detergente Ácido: El procedimiento de la lignina detergente ácido utiliza la determinación de fibra detergente ácido (FDA) como un paso preparatorio. El detergente elimina la proteína y otro material soluble en ácido, el cual podría interferir con la determinación de lignina. El residuo FDA consiste de celulosa, lignina, cutina y ceniza insoluble en ácido (principalmente sílica). El tratamiento con ácido sulfúrico al 72 % disuelve la celulosa. Calcinando el residuo se determina la fracción lignina cruda incluyendo cutina.
- Proteína Bruta: El procedimiento consiste en una valoración del Nitrógeno Proteico y No Proteico (excepto Nitratos, Nitritos y Compuestos con N azoado) por el método de Kjeldahl. Se

efectúa una digestión de la muestra con ácido sulfúrico concentrado, posteriormente una neutralización y destilación, y por último se realiza la titulación del Nitrógeno.



Figura 5: Digestor para Kjeldhal



Figura 6: Destilador para Kjeldhal

- Cenizas (C): Se obtiene colocando la muestra en una mufla a 550 °C durante 3 hs. Posteriormente se obtiene el valor de C mediante el siguiente cálculo:
$$\% C = \text{Peso de C} / \text{Peso MS} \times 100$$



Figura 7: Mufla

- **Materia Seca (MS):** Se obtuvo secando la muestra por congelación al vacío o liofilizado; en este caso las muestras son congeladas al vacío hasta llegar al punto de sequedad deseado. Tiene la ventaja de evitar las pérdidas de elementos volátiles y de no producir alteraciones en la muestra, quedando intactos sus constituyentes. Posteriormente para obtener el valor de MS se efectúa el siguiente cálculo: $\% \text{ MS} = \text{Peso MS} / \text{Peso Húmedo} \times 100$



Figura 8: Liofilizador

Para la determinación del contenido de MS (%) de las plantas al momento del corte (R3), se extrajeron 6 plantas, 3 correspondientes a cada uno de los tratamientos, y se procedió a separar a cada uno de sus órganos en: tallo, hojas, panojas, chalas, granos y marlo colocándolos luego en estufa a 105 °C.

Todos los datos obtenidos fueron evaluados estadísticamente mediante la Prueba T.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el presente trabajo se realizaron 2 riegos en el tratamiento T1 totalizando una lámina de 50 mm. Las precipitaciones del ciclo del cultivo fueron de 508 mm mientras que la evapotranspiración del cultivo fue de 467 mm para el tratamiento con riego y de 456 mm para el tratamiento sin riego.

En la Tabla 5 se indican los diferentes riegos semanales aplicados y la evapotranspiración para igual período, en cada uno de los tratamientos.

Tabla 5: Láminas de agua aplicadas semanalmente (R, mm), precipitación efectiva y evapotranspiración del cultivo (ETc, mm).

Semanas del Ciclo	Precip. Efec. (mm)	T1		T2	
		ETc	R	ETc	R
1	0	6,55		15,20	
2	30	18,01		20,46	
3	19	16,89		19,62	
4	16	14,08		14,77	
5	14	22,78	25	14,06	
6	0	24,54		25,79	
7	52	29,59		24,28	
8	100	34,54		22,38	
9	47	39,60		39,03	
10	18	45,74		40,29	
11	45	40,76		39,08	
12	48	41,24		45,30	
13	22	24,89		34,58	
14	97	36,31		28,02	
15	0	44,09	25	39,41	
16	0	28,30		34,33	
Totales	508	467,91	50	456,60	

Los datos de calidad de los silos obtenidos en laboratorio se presentan en la tabla 6.

Tabla 6: Componentes de calidad nutritiva de los silos pertenecientes a ambos tratamientos.

T	R	MS	PB	FDN	FDA	Lig.	EM	C
1	1	32,10	9,70	42,27	21,02	2,24	2,57	7,07
1	2	31,20	9,77	38,69	20,85	2,33	2,60	8,12
2	1	31,52	9,25	42,43	19,56	2,27	2,51	7,73
2	2	32,30	9,29	39,30	20,24	2,31	2,50	7,73

Nota: T: tratamiento; R: repetición; MS: porcentaje de materia seca; PB: porcentaje de proteína bruta;

FDA: porcentaje fibra detergente ácida; FDN: porcentaje fibra detergente neutra;

C: porcentaje de cenizas; EM: energía metabólica Mcal/kg MS; Lig.: porcentaje de lignina

El análisis estadístico correspondiente se muestra en el tabla 7.

Tabla 7: Análisis estadístico de la calidad de los silajes (Promedios (X), desvío estándar (DE), coeficiente de variación (CV) y prueba T).

Componente de Calidad	Estadístico medido	Tratamiento	
		T1	T2
MS	X	31,65	31,91
	D.E	0,64	0,55
	C.V	2,01	1,73
	Prueba T	0,7050	
PB	X	9,74	9,27
	D.E	0,05	0,03
	C.V	0,51	0,31
	Prueba T	0,0074	
FDN	X	40,48	40,87
	D.E	2,53	2,21
	C.V	6,25	5,42
	Prueba T	0,8862	
FDA	X	20,94	19,90
	D.E	0,12	0,48
	C.V	0,57	2,42
	Prueba T	0,0980	
Lignina	X	2,29	2,29
	D.E	0,06	0,03
	C.V	2,79	1,24
	Prueba T	0,9283	
EM	X	2,59	2,51
	D.E	0,02	0,01

	C.V	0,82	0,28
	Prueba T	0,0369	
Cenizas	X	7,60	7,73
	D.E	0,74	0
	C.V	9,78	0
	Prueba T	0,8211	

El análisis estadístico mostró que existe diferencia estadísticamente significativa ($p \leq 0,05$) entre ambos tratamientos en dos de los componentes de calidad de los silajes, éstos fueron PB ($p=0,007$) y EM ($p=0,03$), lo cual puede visualizarse en las Figuras 10 y 14.

En el resto de los parámetros evaluados se pudo observar que no existen diferencias estadísticamente significativas (Figuras 9, 11,12, 13 y 15), lo cual está expresado en las correspondientes Pruebas T.

La principal razón a la cual se le atribuye que no haya habido una diferencia marcada de calidad entre los silajes correspondientes a ambos tratamientos, es la ocurrencia de abundantes y continuas precipitaciones a lo largo del ciclo del cultivo, lo cual significó que se debiera regar solamente 2 veces a la parcela de maíz correspondiente al tratamiento con riego, lo cual no permitió una diferencia significativa en la producción entre ambos tratamientos.

Esta situación de precipitaciones continuas se pudo ver reflejada al momento de efectuar el corte y picado, donde se apreció que las plantas de maíz de ambos tratamientos habían llegado al estado fenológico R3 en igual tiempo, lo que demuestra que el tratamiento en secano no sufrió ningún tipo de estrés hídrico durante el ciclo. Esto también se visualiza en el contenido de materia seca de las plantas de ambos tratamientos al momento del corte, lo cual se puede observar en la tabla 8, donde dicha diferencia es sólo de un 10%.

Tabla 8: Contenido de materia seca (%) de las plantas en R3.

Órgano	T1	T2
Tallo	20,8	21,7
Panoja	55,7	46,5
Hojas	26,2	26,5
Chalas	27,4	24,7
Granos	57,7	43,6
Marlo	39,5	36,3
% MS Total	32,8	29,4

Referencias: T1: Tratamiento 1, T2: Tratamiento 2

Con estos datos también podemos apreciar que existe una diferencia en el contenido de energía que tendrá uno y otro silaje, observándose que el maíz bajo riego presentó un mayor porcentaje de grano con respecto al maíz en seco, aunque en ambos casos el % MS en forma de grano supera al 40 %, lo que indica que estamos ante la presencia de un forraje de alta energía, coincidiendo con lo indicado por Romero, 2004.

Otra interpretación sobre los resultados de los análisis de calidad que se puede hacer es que, cada uno de los silajes de ambos tratamientos constituyen un material de elevada calidad, los cuales tendrán un elevado nivel de aceptación y consumo por parte de los animales, ya que el indicador que determina esto, FDN, presenta un valor de normal (40-42%) a bajo en ambos tratamientos, coincidiendo con los valores obtenidos por Romero y Bruno, 1998 (Figura 11). No se obtuvo coincidencia con los resultados alcanzados bajo riego por Maineri Pons, 2003, quien presento valores muy bajo de PB y muy elevados de FDN, lo que demarca una baja calidad del silaje. Con respecto a los valores obtenidos por Giaveno, 2002, en nuestro ensayo se obtuvo resultados de MS inferiores a los obtenidos por el autor, pero mejores valores de PB y FDN.

Figura 9: Contenido de MS (%) en silaje de maíz bajo riego y seco.

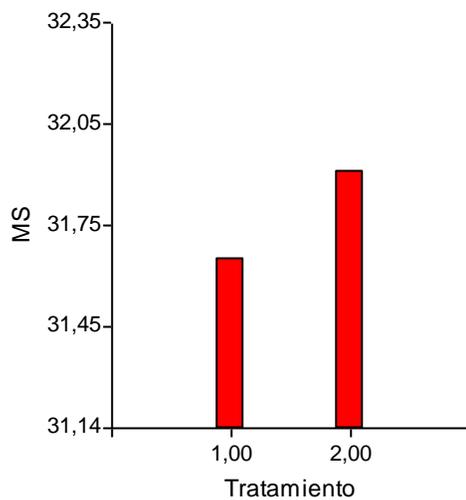


Figura 10 : Contenido de PB (%) en silaje de maíz bajo riego y seco.

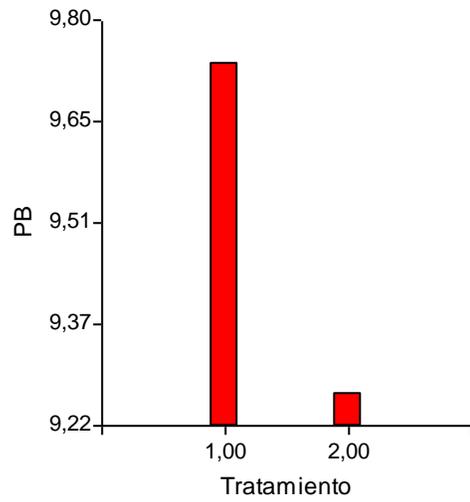


Figura 11: Contenido de FDN (%) en silaje de maíz bajo riego y seco.

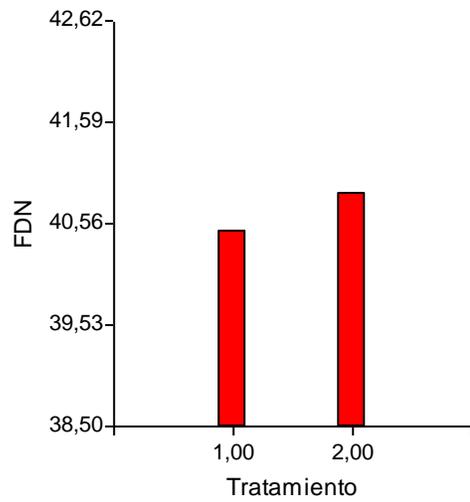


Figura 12: Contenido de FDA (%) en silaje de maíz bajo riego y seco.

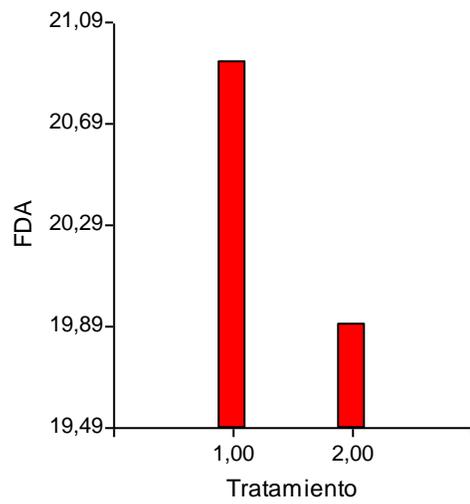


Figura 13: Contenido de Lignina (%) en silaje de maíz bajo riego y seco.

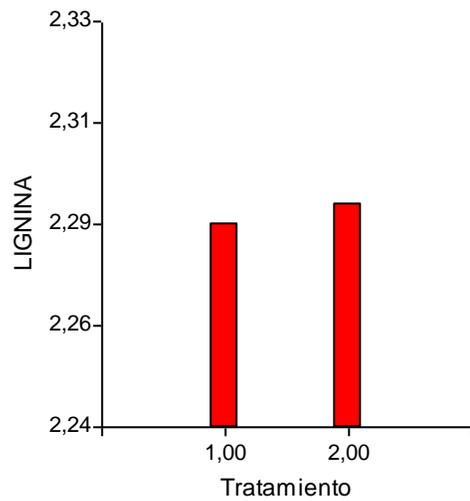


Figura 14: Contenido de EM (Mcal/kg) en silaje de maíz bajo riego y seco.

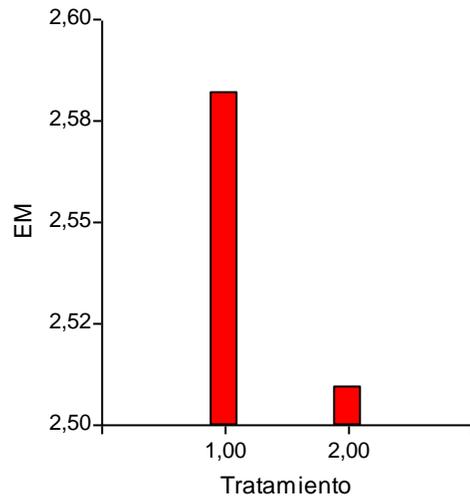
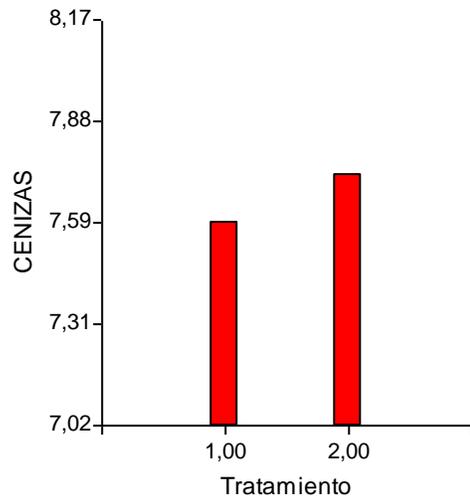


Figura 15: Contenido de Cenizas (%) en silaje de maíz bajo riego y seco.



CONCLUSIONES

- ❖ La calidad nutritiva del silaje de maíz muestra respuesta ante una mínima aplicación de riego en parámetros tales como PB y EM.
- ❖ Existe muy poca diferencia en el % de MS entre el maíz bajo riego y el maíz en secano al momento del corte ante un mínimo riego.
- ❖ Se recomienda seguir investigando sobre el tema para establecer si existe algún tipo de respuesta al riego en otros parámetros de calidad del silaje, ya que en este período de investigación no se vió favorecido el ensayo por un aspecto climático de excesivas precipitaciones, lo cual no permitió efectuar un mayor número de riegos.
- ❖ Es necesario seguir con la investigación ya que existe muy poca cantidad de trabajos publicados que muestren respuesta en la calidad nutritiva de silajes de maíz ante la aplicación de riego.

BIBLIOGRAFÍA

- Bragachini, M. y Peiretti, J. 2005 Informe Técnico, **PRECOP**. En www.cosechaypstcosecha.org/data/articulos/cosecha/maizenargentinacultivoclave.asp. Consultada 15/01/07.
- Fernández Mayer. 1999 El silaje y los procesos fermentativos. En www.produccionbovina.com/produccion-y_manejo_reservas/reservas-silos/01-el_silaje_y_los_procesos_fermentativos.htm. Consultada 02/01/07.
- Giaveno, C.D.; Pilatti, M.A. y R.P. Marano 2002 Riego suplementario en el centro de Santa Fe: Maíz para silaje I- Respuesta productivas en diferentes épocas de siembra. Revista FAVE – Ciencias Agrarias 1(2): 15-23.
- Godio, L., Cufre, G., Maffioli, R., Alcantú, G. y Provencal, P. 2004 Evaluación nutricional de alimentos para rumiantes y monogástricos. **U.N.R.C. Departamento de producción animal. Cátedra Nutrición Animal**. 81 pp.
- Maineri Pons, C., Arelovich, H., Amela, M y Mockel, F. 2003 Productividad de biomasa forrajera de dos variedades de maíz bajo riego y valor nutritivo del silaje. **Rev. AAPA**. Vol. 24 / Supl.1.
- Romero, L. 2004 Silaje de maíz. Calidad en forrajes conservados. **INTA E.E.A Rafaela**. En www.produccionbovina.com/forrajes-conservados-silos/silaje_de_maiz.htm. Consultada 04/01/07.
- Romero, L. y Latimori, N. y Kloster, A. 2003 Invernada bovina en zonas mixtas. **INTA E.E.A Marcos Juárez**. Segunda edición. 276 pp.
- Schneiter, O. y Carrete, J. 2004 Conservación, altura de corte y calidad en maíz para silo. **INTA E.E.A Pergamino**. En www.inta.gov.ar/ediciones/idia/cereales/maiz09.pdf. Consultada 18/01/07.
- Vernet, E. 2006 Manual de consulta Agropecuario. Primera edición. Bs. As. 328 pp.
- Van Soest, P.J., and J.B Robertson 1976 Chemical and physical properties of dietary fibre. Proc. Miles Symp. Of the Nutrition Society of Canada. Halifax, Nova Scotia. Pp. 13-25.
- Van Soest, P.J., J.B. Robertson, and B.A. Lewis 1991 Methods for dietary fibre, neutral detergent fiber and acid detergent fiber. Cincinnati. Pp. 73-82.

ÍNDICE GENERAL

	Página
Certificado de Aprobación	I
Dedicatoria y agradecimientos	II
Índice	III
Resumen	V
Summary	VI
Introducción	1
Hipótesis y Objetivos	5
Materiales y Métodos	6
Resultados y Discusiones	13
Conclusiones	20
Bibliografía	21

INDICE DE FIGURAS

	Pàgina
Figura 1. Unidades ambientales del Departamento de Rio Cuarto.	6
Figura 2. Precipitaciòn (valores medios normales, serie 1977-2006 y valores del ciclo del cultivo 2006-2007).	7
Figura 3. Temperatura (valores medios normales, máxima y mínima, serie 1977-2007).	7
Figura 4. Digestor de fibras.	10
Figura 5. Digestor para Kjeldhal.	11
Figura 6. Destilador para Kjeldhal.	11
Figura 7. Mufla.	12
Figura 8. Liofilizador.	12
Figura 9. Contenido de MS (%) en silaje de maíz bajo riego y seco.	16
Figura 10. Contenido de PB (%) en silaje de maíz bajo riego y seco.	17
Figura 11. Contenido de FDN (%) en silaje de maíz bajo riego y seco.	17
Figura 12. Contenido de FDA (%) en silaje de maíz bajo riego y seco.	18
Figura 13. Contenido de Lignina (%) en silaje de maíz bajo riego y seco.	18
Figura 14. Contenido de EM (Mcal/kg) en silaje de maíz bajo riego y seco.	19
Figura 15. Contenido de Cenizas (%) en silaje de maíz bajo riego y seco.	19

INDICE DE TABLAS

Pàgina

Tabla 1. Degradabilidad de hojas y tallos de los híbridos Dekalb 615 con y sin riego.	2
Tabla 2. Contenido de nutrientes en silaje de maíz bajo diferentes tratamientos.	4
Tabla 3. Anàlisis quìmico del suelo del ensayo.	8
Tabla 4. Paràmetros físicos del suelo.	8
Tabla 5. Làminas de agua aplicadas semanalmente (R, mm), precipitación efectiva y evapotranspiración del cultivo (ETc, mm).	13
Tabla 6. Componentes de calidad nutritiva de los silajes pertenecientes a ambos tratamientos.	14
Tabla 7. Anàlisis estadísticos de la calidad de los silajes.	14
Tabla 8. Contenido de materia seca (%) de las plantas en R3.	15

DEDICATORIA

A mi familia: Marcelo, Mirta, Esteban, Maria Clara, Jorgelina, a mi novia Eugenia, a mis abuelas y a mi ahijado Santino.

AGRADECIMIENTOS

A Dios por darme el espíritu y la fortaleza para poder alcanzar mis metas.

A mis padres que me guiaron hacia el camino correcto.

A mi novia por apoyarme en todo momento.

A mi directora y co-director por brindarme toda su ayuda.

A mis compañeros y amigos.

UNIVERSIDAD NACIONAL DE RÍO CUARTO
FACULTAD DE AGRONOMIA Y VETERINARIA

CERTIFICADO DE APROBACIÓN

Título Del Trabajo Final:

**DETERMINACIÓN DE LA CALIDAD DE SILO DE MAÍZ
EN CONDICIONES DE RIEGO Y SECANO**

Autor: AGUSTÌN FEDERICO CACCIAVILLANI

Director: Ing. Agr. M. Sc. ANA ROSA RIVETTI

Co-Director: Ing. Agr. ROBERTO PEDRO MAFFIOLI

Aprobado y corregido de acuerdo con las sugerencias de la Comisión Evaluadora:

Fecha de presentación: ____ / _____ / _____

Aprobado por Secretaria Académica: ____ / _____ / _____

Secretario Académico

SUMMARY

In this work the advantages of an appropriate programming of complementary watering were verified, to obtain an increment in the production of MS of the cultivation of corn low watering, and an improvement in the nutritious quality of the silage of corn. The experience was developed in the Experimental Field of the National University of River Room during the cycle 2006/07, having the climatic information of the Meteorological Station installed in the place. An experimental design was used completely at random in parcels with two repetitions, the treatments were: T1: leaving from field capacity, it was watered during the whole cycle, applying the necessary sheet to take the humidity from the floor to field capacity when 25 mm and T2 wasted away: without watering. When arriving the cultivation to the state fenologic of milky grain (R3), you proceeded to cut and to chop the corn, it stops then to make the silos corresponding to each treatment (two silos of T1 and two silos of T2), and this way to conclude with the elaboration of the analyses of quality of the same ones in laboratory. The results of this experience establish a scarce difference among the parameters of quality of the silos of both treatments, obtaining differs in the cases of Metabolic Energy (EM) and Gross Protein (PB).

RESUMEN

En este trabajo se verificaron las ventajas de una adecuada programación de riego complementario, para obtener un incremento en la producción de MS del cultivo de maíz bajo riego, y una mejora en la calidad nutritiva del silaje de maíz. La experiencia se desarrolló en el Campo Experimental de la Universidad Nacional de Río Cuarto durante el ciclo 2006/07, contándose con la información climática de la Estación Meteorológica instalada en el lugar. Se utilizó un diseño experimental en parcelas totalmente al azar con dos repeticiones, los tratamientos fueron: T1: partiendo desde capacidad de campo, se regó durante todo el ciclo, aplicando la lámina necesaria para llevar la humedad del suelo a capacidad de campo cuando se consumían 25 mm y T2: sin riego. Al llegar el cultivo al estado fenológico de grano lechoso (R3), se procedió a cortar y picar el maíz, para luego confeccionar los silos correspondientes a cada tratamiento (dos silos de T1 y dos silos de T2), y así finalizar con la elaboración de los análisis de calidad de los mismos en laboratorio. Los resultados de esta experiencia establecen una escasa diferencia entre los parámetros de calidad de los silajes de ambos tratamientos, obteniéndose diferencias en los casos de Energía Metabólica (EM) y Proteína Bruta (PB).

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE RÍO CUARTO
FACULTAD DE AGRONOMIA Y VETERINARIA**

“Trabajo Final presentado para optar al Grado de Ingeniero Agrónomo”

**DETERMINACIÓN DE LA CALIDAD DE SILAJE DE MAÍZ
EN CONDICIONES DE RIEGO Y SECANO**

Agustín Federico Cacciavillani
DNI: 29.833.764

Director: Ing. Agr. M. Sc. Ana Rosa RIVETTI
Co- director: Ing. Agr.. Roberto Pedro MAFFIOLI

Río Cuarto- Córdoba- Argentina
2008

