

MAÍZ PARA SILAJE EN ENTRE RÍOS. CAMPAÑA 2002/03

Ings. Agrs. Elena Di Nucci de Bedendo*, María Gabriela Díaz* y Andrea Pasinato**. 2003.

*Área de Investigación en Producción Vegetal. INTA-EEA Paraná

**Área de Investigación en Producción Animal. INTA-EEA C. del Uruguay.

www.produccion-animal.com.ar

Volver a: [silos](#)

INTRODUCCIÓN

La intensificación de la producción de los sistemas de invernada y tambo ha conducido a la suplementación con granos y forrajes conservados. El silaje de maíz se ha transformado en estos sistemas en un recurso muy utilizado, por la elevada producción de forraje y valor nutritivo, no sólo para cubrir déficits estacionales en la producción de pasto, sino también para mejorar la oferta forrajera y balancear adecuadamente las dietas.

La producción y calidad del forraje del cultivo de maíz destinado para silaje varía en función del híbrido, de las prácticas de manejo del cultivo, del estado de madurez a la cosecha y de las condiciones ambientales.

La elección del híbrido es un factor clave a considerar, ya que influye en el silaje a través del rendimiento de forraje cosechado, de la proporción de grano en la planta y de la calidad de la misma.

Tradicionalmente se consideraba que el mejor híbrido para grano también lo era para silaje, concepto actualmente relativizado, ya que un elevado rendimiento de grano no siempre está asociado a un elevado rendimiento de forraje; por otro lado, el rendimiento de grano no está necesariamente correlacionado con la calidad del forraje. Hoy se acepta que se requieren para silaje híbridos con características diferenciales. En los últimos años se han seleccionado en los EE.UU. híbridos para silaje incorporando nuevas características, como foliosidad y bajo contenido de lignina en la pared celular (BMR o nervadura marrón); otros, continúan trabajando en la línea de los híbridos doble propósito. En países como Francia, Alemania y Holanda, donde la producción de silaje es importante, la selección de híbridos para este fin se ha orientado hacia la producción y calidad de forraje, dando como resultado mayores diferencias entre los genotipos en la digestibilidad de la planta.

La calidad del silaje de maíz depende de la concentración de almidón, de la cantidad de fibra y de la calidad de la misma. Diferentes estudios han demostrado que diferencias pequeñas en el contenido de fibra y la digestibilidad de la misma se traducen en diferencias significativas en respuesta animal.

En el mercado existen numerosos cultivares de maíz y en los últimos años se han incorporado nuevos genotipos con características diferentes; mientras en algunos la planta permanece verde por un período más prolongado (staygreen), otros poseen una maduración a tasas diferentes entre la espiga y el tallo (dry down), permitiendo que la planta llegue con mayor calidad al momento del corte.

En la EEA Paraná del INTA se realizan desde 1994 ensayos con el fin de evaluar el comportamiento productivo y la calidad de los silajes de híbridos de maíz.

METODOLOGÍA

La experiencia se realizó durante la campaña 2002/2003 en un suelo Molisol de la serie Tezanos Pinto, con un contenido (0-15 cm) de Pe de 59,9 ppm, 62,5 ppm de N-NO₃, 6,4 de pH y 3,02% de MO.

Se evaluaron 14 genotipos de maíz de ciclo completo utilizando un diseño en bloques completo al azar con 4 repeticiones y parcelas de 17,5 m². La siembra se realizó el 25 de octubre en forma directa con bastón experimental y en condiciones de secano, colocando dos semillas por golpe para lograr luego del raleo una densidad de 5 plantas/m a cosecha (71.500 plantas/ha).

El cultivo se manejó sin limitaciones nutricionales. Las malezas se controlaron con 1 l pc/ha de metolaclo 96% + 1,6 kg pc/ha de atrazina 90%. El control de oruga cogollera se realizó con 1 l pc/ha de clorpirifos 48%.

El corte se realizó a una altura de 10 cm, en el estado de ¼ línea de leche del grano.

Se registró la fecha de floración y la altura de la planta en el momento del corte. La producción de biomasa total de forraje y el rendimiento de grano (corregido al 0% de humedad) se evaluó sobre un surco de 4 m. El aporte del grano a la biomasa seca total (% grano/kg MS total) surge de relacionar la producción total de materia seca (MS) y el rendimiento del grano. La partición de la materia seca de la planta en los componentes hoja (lámina + vaina) tallo, y espiga y el porcentaje de materia seca de la planta se realizó sobre 2 plantas representativas por unidad experimental.

Se confeccionaron microsilos experimentales con tubos de PVC de 50 cm de largo, 10 cm de diámetro y una capacidad neta de 3 kg de materia verde (MV) de forraje picado fino. El picado se realizó con una máquina experimental y la anaerobiosis se logró mediante compactación mecánica. Se evaluaron las características fermentati-

vas, pH y la calidad nutritiva de los silajes: proteína bruta (PB), fibra detergente neutro (FDN), fibra detergente ácido (FDA) y digestibilidad *in vitro* de la materia orgánica (DIVMO), estimada a partir de la producción de gas *in vitro*. Los análisis de calidad de los silajes se realizaron en el Laboratorio de Producción Animal de INTA EEA Concepción del Uruguay.

Se realizaron análisis de variancia (ANVA) y las medias se compararon con la prueba de Duncan ($p < 0,05$).

RESULTADOS

Las condiciones climáticas de la campaña fueron favorables para el cultivo de maíz. Durante el ciclo se registraron 747,2 mm (25/10/02 al 27/02/03); las precipitaciones no fueron limitantes durante el período crítico de prefloración-floración.

Cuadro 1: Precipitaciones registradas desde julio/02 hasta febrero/03.

	J	A	S	O	N	D	E	F	Total
Total	36,4	36,1	162,8	242,2	220,6	316,1	20,2	187,1	1221,5
Normal	30,6	32,4	52,6	104,1	109,9	109,4	120,9	103,5	663,4
Desvío	5,8	3,7	110,2	138,1	110,7	206,7	-100,7	83,6	558,1

La floración promedio de los cultivares se registró el 5/01/03, a los 72 días de la siembra. La altura promedio de las plantas fue de 239 cm, con mínimos y máximos de 225 y 264 cm para los cultivares Prozea 30 y Morgan 369, respectivamente (Cuadro 2).

El corte se realizó desde el 18 al 27/02/03, según los genotipos, en el estado de ¼ línea de leche, con un contenido de materia seca promedio de la planta de 37%.

Los cultivares se diferenciaron ($p < 0,01$) en la producción de biomasa total verde y seca, el rendimiento de grano, el aporte del mismo a la materia seca total y la partición de la materia seca en los componentes hoja, tallo y espiga (Cuadro 2).

Cuadro 2: Comportamiento productivo y partición de la materia seca de la planta de cultivares de maíz para silaje (INTA-EEA Paraná -Campaña 2002/2003).

Cultivares	Empresas	Altura (cm)	Biomasa Total **		Grano **		Hoja ** (%)	Tallo ** (%)	Espiga ** (%)							
			(kg MV/ha)	(kg MS/ha)	(kg MS/ha)	(%/kg MS total)										
Duo 542 Bt	DOW MORGAN	255	71116	a	26112	a	11416	ab	43,7	cdef	18,2	def	18,0	bcde	63,7	abc
Morgan 507	DOW MORGAN	249	67455	abc	25737	a	10286	ef	40,0	f	20,7	ab	19,5	ab	59,7	de
Morgan 369	DOW MORGAN	264	69866	a	24888	ab	10455	cdef	42,1	def	20,2	abc	20,5	a	59,2	e
DK 790 S	MONSANTO	226	65491	abc	24528	abc	11980	a	49,1	ab	19,1	bcdef	17,0	cdef	64,0	abc
DK 780 S	MONSANTO	235	68616	ab	24472	abc	10985	bcde	44,9	bcde	21,0	a	16,2	efg	62,5	bcd
Experimental 11	GAPP	229	61607	cd	24059	abcd	10276	ef	42,7	def	18,3	def	16,0	efg	65,2	ab
Sil 3	MONSANTO	231	57947	de	23727	abcd	11044	bcd	46,8	abcd	19,1	bcdef	14,5	g	66,5	a
Prozea 30	PRODUSEM	225	63795	bcd	23657	abcd	10833	bcde	46,0	bcd	20,7	ab	16,5	efg	63,0	bc
Suco	SYNGENTA	231	63304	bcd	23268	abcd	11121	bc	47,8	abc	19,8	abcd	19,0	abcd	61,2	cde
M 371	GAPP	252	58840	de	22548	bcd	9145	g	40,6	ef	21,3	a	19,2	abc	59,7	de
NX 9410	SYNGENTA	230	63616	bcd	22425	bcd	10359	def	46,4	abcd	19,7	abcde	15,2	fg	64,7	ab
NX 9400	SYNGENTA	227	54509	e	22090	bcd	11258	b	50,9	a	17,9	ef	16,7	defg	65,7	ab
Experimental 2	PRODUSEM	249	57768	de	21664	cd	10717	bcdef	49,5	ab	17,3	f	16,7	defg	66,7	a
Experimental 3	PRODUSEM	241	61920	cd	21289	d	10075	f	47,7	abc	18,3	cdef	17,7	bcde	64,0	abc
Media		239	63274		23604		10711		45,6		19,4		17,3		63,3	
CV(%)			5,8		7,6		4,1		6,4		5,9		8,4		3,2	

Letras comunes indican diferencias no significativas según la prueba de Duncan ($p < 0,05$) ** significativo al 1%

La producción promedio de biomasa verde de forraje fue de 63.274 kg MV/ha, con un máximo de 71.116 kg MV/ha (Duo 542 Bt) y un mínimo de 54.509 kg MV/ha (NX 9400). La producción promedio de biomasa seca de forraje fue de 23.604 kg MS/ha y fluctuó entre 26.112 y 21.289 kg MS/ha para los cultivares Duo 542 Bt y Experimental 3, respectivamente.

El rendimiento promedio de grano fue de 10.711 kg MS/ha, con valores extremos de 11.980 kg MS/ha (DK 790 S) y 9.145 kg MS/ha (M 371). El aporte promedio de grano a la materia seca total de forraje fue de 45,6%, con valores extremos de 50,9% (NX 9400) y 40% (Morgan 507) (Cuadro 2).

Si bien la producción de biomasa seca total de esta campaña fue similar a la del ciclo 2001/02, el rendimiento de grano fue superior, aproximadamente en 2000 kg MS/ha y como consecuencia, el aporte de éste a la biomasa total (36,8 vs 45,6%). Esto se aprecia claramente en la partición de la materia seca de la planta (Cuadro 2), mientras que en la campaña 2001/02 la proporción de hoja, tallo y espiga fue de 23, 19 y 58%, en 2002/03 fue de 19, 17 y 63%, respectivamente, incrementando la porción de espiga en detrimento de las fracciones hoja y tallo.

La partición de la materia seca de la planta varió entre los genotipos ($p < 0,01$); la proporción de hoja fluctuó de 21,3% (M 371) a 17,3% (Experimental 2), el tallo de 20,5% (Morgan 369) a 14,5% (Sil 3) y la espiga de 59,2% (Morgan 369) a 66,7% (Experimental 2).

CALIDAD DE LOS SILAJES

Los silajes presentaron diferencias significativas entre cultivares en el porcentaje de proteína bruta (PB), fibra detergente neutro (FDN) y digestibilidad *in vitro* de la materia orgánica (DIVMO) (Cuadro 3).

Los valores de pH indican una buena conservación del material ensilado, con un promedio de 2,45. El contenido de PB varió de 6,12% (Morgan 369) a 8,48% (NX 9410).

Los contenidos de fibra de los silajes fueron bajos, la FDN presentó una amplitud de 5,67%, fluctuando de 35,33% (DK 790 S) a 41% (Morgan 369, M 371 y NX 9400) y el valor promedio de FDA fue de 20,31. Es de destacar que los valores estimados estuvieron lejos del 60%, valor a partir del cual se puede limitar el consumo de materia seca. La DIVMO fue alta con un promedio de 72,4%; DK 780 S (77,00%) se diferenció de los cultivares restantes. Se debe considerar que estos valores expresan la digestibilidad de la fracción de materia orgánica y no la seca y es por esta razón que son más elevados. De acuerdo con los valores estimados, la concentración energética promedio de los silajes sería de aproximadamente 2,6 Mcal/kg MS. Los valores de calidad se encuentran dentro de los rangos que definen una calidad óptima del silaje de maíz.

Cuadro 3: Características fermentativas y nutritivas del silaje de planta entera de cultivares de maíz. EEA Paraná (Campaña 2002/03).

Cultivar	Empresa	pH		PB **		FDN *		FDA		DIVMO *	
				(%)		(%)		(%)		(%)	
Duo 542 Bt	DOW MORGAN	2,24	a	6,67	de	37,33	abc	20,00	a	70,00	b
Morgan 507	DOW MORGAN	2,23	a	6,53	ef	40,67	ab	23,00	a	72,33	b
Morgan 369	DOW MORGAN	2,71	a	6,12	f	41,00	a	19,00	a	72,00	b
DK 790 S	MONSANTO	2,65	a	7,09	cd	35,33	c	20,00	a	73,67	b
DK 780 S	MONSANTO	2,37	a	7,38	bc	37,33	abc	18,00	a	77,00	a
Experimental 1	GAPP	2,73	a	6,70	de	40,67	ab	19,67	a	72,67	b
Sil 3	MONSANTO	2,55	a	7,38	bc	40,67	ab	20,33	a	73,00	b
Prozea 30	PRODUSEM	2,43	a	7,49	bc	36,33	bc	20,67	a	73,33	b
Suco	SYNGENTA	2,55	a	7,52	bc	36,00	c	19,67	a	71,00	b
M 371	GAPP	2,46	a	7,67	b	41,00	a	22,33	a	73,33	b
NX 9410	SYNGENTA	2,26	a	8,48	a	40,67	ab	20,33	a	71,33	b
NX 9400	SYNGENTA	2,59	a	7,18	bcd	41,00	a	20,33	a	71,67	b
Experimental 2	PRODUSEM	2,30	a	7,12	bcd	38,33	abc	21,67	a	71,67	b
Experimental 3	PRODUSEM	2,25	a	7,18	bcd	38,00	abc	19,33	a	70,67	b
Media		2,45		7,18		38,88		20,31		72,40	
CV(%)				4,1		6,1		9,2		2,7	

Letras comunes indican diferencias no significativas según la prueba de Duncan ($p < 0,05$)
 * significativo al 5% ** significativo al 1%
 Análisis de calidad realizado en el Lab. de Prod. Animal de la EEA C. del Uruguay, Ing. Agr. Andrea Pasinato

CONSIDERACIONES FINALES

Los resultados reflejan la potencialidad del maíz para producir elevados volúmenes de forraje de óptima calidad, con diferencias entre los genotipos en la producción de forraje, composición de la planta y calidad de los silajes.

Volver a: [silos](#)