

Efectos de la altura de corte y de la inoculación bacteriana sobre la fermentación, la calidad nutritiva y la degradabilidad de dos híbridos de maíz

L. O. Abdelhadi¹ y J. M. Tricarico²

Est. El Encuentro, Investigación y Extensión en Nutrición de Ruminantes, Cnel. Brandsen, Argentina; North American Biosciences Center, Alltech Inc., Nicholasville, KY

Objetivo

Examinar los efectos de un inoculante bacteriano (Sil-All[®], Alltech Inc., Nicholasville, KY) sobre la fermentación, la composición de nutrientes y la degradabilidad de la materia orgánica (DMO) de dos híbridos de maíz cosechados a 20 ó 40 cm del suelo.

Métodos

- El estudio se realizó en una unidad experimental de alta producción (UEDAP Monsanto, Castelli, Argentina) utilizando híbridos de maíz, uno de alta producción de grano (DK682RR, Dekalb, Colón, Argentina) y uno con alto rendimiento de forraje (DK790S, Dekalb), cosechados en la etapa de madurez correspondiente a la mitad de línea de leche a 20 ó 40 cm del suelo.
- En este estudio se utilizó un diseño aleatorizado en bloque completo (trazados de 2 hectáreas) y 2 tratamientos. Los tratamientos incluían no inoculación (control) o inoculación con 5g/ton de Sil-All[®].
- Ambos híbridos se cortaron a 9 mm y se ensilaron en bolsas de polietileno (70m de largo x 2,75m de diámetro), utilizando una máquina embudidora de forraje. Los tratamientos se aplicaron aleatoriamente a secciones de 5m dentro de cada bolsa.
- Se obtuvo una muestra compuesta (9 submuestras) para cada combinación de tratamiento (sección de la bolsa) en cada bloque, antes y después de ensilar durante 60 días.
- Las muestras recolectadas antes y después de ensilar se analizaron para hacer determinaciones de MS, MO, PC, NDF, carbohidratos hidrosolubles (WSC), almidón y desaparición in vitro de materia orgánica (IVOMD). Las muestras obtenidas después del ensilado también se analizaron para determinar proteína ideal (TP), EE, amoníaco-N y pH.
- La IVOMD se determinó después de incubación in vitro durante 3, 6, 12, 24, 48 y 72 h. Los datos se ajustaron según un modelo cinético de primer orden mediante transformación logarítmica seguida de regresión lineal (Mertens, 1993). La fracción no degradable, estimada como el residuo después de la incubación durante 72 h y la velocidad de degradación de la MO se estimó a partir de la pendiente de regresión.
- Los datos se analizaron por separado para cada híbrido, de acuerdo con los siguientes modelos:

Antes de ensilar:

$Y_{ijkl} = \mu + B_i + H_j + C_k + E_{ijkl}$ en donde:

Y_{ijkl} = variable de respuesta para cada bolsa individual

μ = media global

B = efecto del i-enésimo bloque

H = efecto del j-enésimo híbrido

C = efecto de la k-enésima altura del corte

E_{ijkl} = error experimental en la l-enésima observación.

Después de ensilar:

$Y_{ijklm} = \mu + B_i + H_j + C_k + I_l + (H \times C)_{jk} + (H \times I)_{jl} + (C \times I)_{kl} + E_{ijklm}$ en donde:

Y_{ijklm} = variable de la respuesta para cada bolsa individualmente

μ = media global

B = efecto del i-enésimo bloque

H = efecto del j-enésimo híbrido

C = efecto de la k-enésima altura de corte

I = efecto del l-enésimo inoculante

$H \times C$ = interacción híbrido x altura del corte

$H \times I$ = interacción híbrido x inoculante

$C \times I$ = altura de corte x interacción con el inoculante

E_{ijklm} = error experimental de la m-enésima observación.

Resultados

- No se observaron interacciones antes ni después del ensilaje.

Antes de ensilar (Tabla 1):

- La producción de materia verde (GM) fue mayor en el híbrido forrajero ($P=0,01$) pero la concentración de MS fue mayor en el híbrido gramíneo, logrando un rendimiento de MS similar con todos los híbridos. Además, la concentración de almidón también fue mayor ($P=0,01$) en el híbrido gramíneo.
- Una mayor altura de corte (40 cm) redujo ($P<0,05$) la producción de GM, MS y DMS, pero aumentó ($P=0,03$) la concentración de MS.

Después de ensilar (Tabla 2):

- La altura de corte no tuvo efectos sobre la fermentación del ensilaje, el valor nutritivo, ni DMO.
- El híbrido gramíneo tuvo mayores ($P<0,05$) niveles de pH y mayores concentraciones de proteína ideal, WSC y almidón, pero menor NH_3-N y NDF que el híbrido forrajero. La velocidad de DMO también fue mayor ($P<0,05$) en el híbrido gramíneo que en el forrajero.
- La inoculación aumentó ($P<0,05$) la PC del ensilaje y las concentraciones de

proteína ideal, así como la cantidad de materia orgánica digerible en ambos híbridos del maíz sin cambiar la velocidad de digestión.

Conclusiones

- Aumentar la altura de corte no mejoró la calidad del ensilaje y disminuyó el rendimiento.
- El híbrido de alto rendimiento de grano mejoró la calidad del ensilaje, a la vez que brindó un rendimiento similar de MS a la del híbrido forrajero de alto rendimiento.
- La inoculación mejoró la calidad del ensilaje, independientemente del híbrido o de la altura de corte.
- Concluimos que puede lograrse el máximo valor nutritivo del ensilaje mediante la inoculación de maíz híbrido de alto rendimiento de grano, cosechado a 20 cm del suelo.

Tabla 1. Efectos del híbrido de maíz y altura de corte sobre la composición química, la cinética digestiva y el rendimiento antes de ensilar

Variable	Híbrido ¹		Altura de Corte			Valor P ²		
	Grano	Forraje	20 cm	40 cm	SE	Híbrido	Altrua C.	Interacción
MS, %	37,23	31,37	32,93	35,67	0,95	<0,01	0,03	0,74
<i>Composición química (en base a % de MS)</i>								
MO	95,08	94,12	94,45	94,75	0,49	0,09	0,56	0,69
NDF	40,97	41,17	42,40	39,73	1,42	0,89	0,11	0,27
PC	6,75	7,57	7,15	7,17	0,47	0,13	0,97	0,97
WSC	13,42	15,53	14,18	14,77	0,97	0,07	0,57	0,27
Almidón	27,30	21,50	22,97	25,83	1,68	0,01	0,14	0,15
<i>Cinética de la digestión</i>								
DMO, %	76,08	76,15	75,77	76,47	1,32	0,96	0,61	0,54
kd, %/h	4,80	4,90	4,85	4,85	0,10	0,36	0,99	0,54
<i>Rendimiento (ton/ha)</i>								
GM3	44,18	51,70	53,01	42,87	2,45	0,02	0,01	0,47
DM	16,33	16,04	17,21	15,17	0,63	0,66	0,02	0,66
DDM4	13,07	12,98	13,80	12,25	0,58	0,88	0,04	0,91

¹ Grano = DK682RR híbrido (Dekalb), Forraje = DK790S híbrido (Dekalb), cosechado a la ½ de la línea de leche de madurez del grano

² Significancia observada para los efectos del estudio n = 6.

³ GM= materia verde.

⁴ DDM= MS degradable DM.

Tabla 2. Efectos del híbrido de maíz, altura de corte e inoculación microbiana sobre la composición química, la fermentación y la cinética digestiva después de ensilar durante 60 días

Variable	Híbrido 1		Altura de corte		Inoculación ²		
	Grano	Forraje	20 cm	40 cm	Control	Sil-All	Se
MS, %	33.56A	29.05B	30.65	31.96	31.35	31.25	0.88
<i>Composición química (en base a % de MS)</i>							
MO	94.59	94.25	94.05	94.79	94.21	94.63	0.58
NDF	40.70B	43.63A	42.95	41.37	42.95	41.38	1.19
PC	7.86	8.29	8.00	8.15	7.43B	8.73A	0.36
PT, % PC	57.83A	50.78B	54.13	54.49	52.71B	55.91A	0.75
WSC	11,50a	7,86b	10,18	9,18	9,54	9,82	0,99
Almidón	27.44A	19.28B	23.84	22.88	22.38	24.34	2.26
EE	2.63	2.42	2.52	2.53	2.58	2.48	0.33
<i>Fermentación</i>							
pH	3.83A	3.80B	3.81	3.82	3.81	3.82	0.05
NH3-N, % TN	3.84B	4.48A	4.20	4.13	4.23	4.10	0.24
<i>Cinética digestiva</i>							
DMO, %	68.72	67.18	67.41	68.48	66.11B	69.78A	1.37
KD, %/H	4.94A	4.69B	4.81	4.82	4.86	4.79	0.76

¹ Grano = DK682RR híbrido (Dekalb), Forraje = DK790S híbrido (Dekalb).

² Ensilado durante 60 d sin inóculo microbiano (Control) o 5g/ton Sil-All (Alltech Inc., Nicholasville, KY).

^{ab} Medias dentro de cada fila con diferente súper índice difieren (P<0,05); n=12.