


Ensilajes de triticale de alta humedad con aditivos químicos y biológicos: valores nutrimentales y comportamiento de ingesta en ovinos



Valter H. Bumbieris-Junior ^a

Egon H. Horst ^{a*}

Murilo D. Paranzini ^a

Odimári P. P. Calixto ^a

Edson L. A. Ribeiro ^a

Leandro D. F. Silva ^a

Ivone Y. Mizubuti ^a

Clóves C. Jobim ^b

Mikael Neumann ^c

^a State University of Londrina, Center of Animal Science – Rod. Celso Garcia Cid, PR-445, 86057-970, Londrina, Paraná, Brazil.

^b State University of Maringá, Center of Animal Science, Maringá, Paraná, Brazil.

^c Midwestern Parana State University, Department of Veterinary, Guarapuava, Parná, Brazil.

*Autor de correspondencia: egonhh@yahoo.com.br

Resumen:

El ensilaje de triticale de grano con alto contenido de humedad es una excelente opción para las dietas de rumiantes. Sin embargo, falta información sobre el control de pérdidas durante el proceso de fermentación. Se hizo una evaluación sobre los efectos de los aditivos químicos y biológicos a ensilajes de triticale de alta humedad en la composición química-bromatológica, la estabilidad aeróbica, la digestibilidad *in vivo* y el

comportamiento de ingesta en ovinos. Se evaluaron cuatro tratamientos: ensilaje de triticale sin aditivo (control); ensilaje con un inoculante enzimático-bacteriano; ensilaje con 0.5% de urea en materia natural; y ensilaje con benzoato de sodio al 1.5% en materia natural. El comportamiento de ingesta se evaluó con cuatro ovejas macho en jaulas metabólicas. La adición de urea como aditivo proporcionó un aumento en el contenido de la proteína cruda ($189.7 \text{ g kg MS}^{-1}$) y el nitrógeno amoniacal ($106.2 \text{ g kg MS}^{-1}$), pero no afectó la digestibilidad ($699.6 \text{ g kg MS}^{-1}$ en tratamiento con urea, promedio = $687.5 \text{ g kg MS}^{-1}$) ni el comportamiento de ingesta. El consumo de fibra aumentó con la adición del aditivo enzimático-bacteriano (431.87 vs 388.06 g d^{-1} fibra detergente neutra en el control). Todos los aditivos ayudaron a preservar el contenido de proteína cruda después de la apertura del silo, pero ninguno interfirió en el tiempo de estabilidad aeróbica del ensilado.

Palabras clave: Benzoato de sodio, Calidad nutrimental, Estabilidad aeróbica, Inoculante enzimático-bacteriano, Urea.

Recibido: 20/02/20

Aceptado: 04/08/2020

El ensilaje de triticale de alta humedad es un potencial recurso alimenticio de sustitución o suplementación en las dietas de rumiantes. Comparado con el maíz (*Zea mays*), su almidón tiene una mayor solubilidad⁽¹⁾ y niveles más altos de lisina⁽²⁾. Sin embargo, la alta concentración epífita de levadura presente en el grano de triticale⁽³⁾ favorece la pérdida de nutrientes y la disminución de la estabilidad aeróbica del ensilaje una vez abierto el silo.

Se ha probado el uso de aditivos químicos, como el benzoato de sodio y la urea, para el control de estos microorganismos, ya que deterioran el grano, y el consiguiente mantenimiento de la calidad del alimento. El benzoato de sodio se ha probado para controlar la calidad de ensilajes, pero solo se ha aplicado en dosis bajas. Esto se debe a la posibilidad de la esterilización del alimento y los posibles efectos negativos sobre el proceso de fermentación⁽⁴⁾; sin embargo, hay reportes que contradicen estas afirmaciones⁽⁵⁾. En un estudio, la adición de urea al ensilaje de maíz de alta humedad redujo las pérdidas de materia seca y aumentó la estabilidad aeróbica⁽⁶⁾. Otro acercamiento a la mitigación de las pérdidas y el mejoramiento de la estabilidad aeróbica de los ensilajes es el uso de inoculantes bacterianos, con o sin enzimas^(7,8), aunque todavía no se ha llegado a un acuerdo general sobre su uso⁽⁴⁾.

Hasta la fecha, existe poca información sobre los ensilajes de triticale de alta humedad y las posibles estrategias para su preservación. El objetivo de este estudio fue evaluar los efectos de diferentes aditivos químicos, y uno biológico de enzimas fibrolíticas, sobre la composición químico-bromatológica y la estabilidad aeróbica de los ensilajes de triticale

de alta humedad. En adición, se determinó la digestibilidad de nutrientes y comportamiento de alimentación en un modelo de ovinos.

La cosecha de granos de triticale (*X. Triticosecale* Wittmack cv. IPR 111) para la producción del ensilaje se hizo cuando los granos alcanzaron un contenido de humedad aproximado de 30 %. Poco después de la cosecha se trituraron los granos en tamices de 8 mm. Con los granos triturados se prepararon cuatro tipos de ensilaje: triticale de alta humedad sin aditivo, es decir, un control (ETC); triticale de alta humedad con inoculante enzimático-bacteriano (ETEB); triticale de alta humedad con 0.5% de urea en materia natural (ETU); y ensilaje de triticale de alta humedad con 1.5% de benzoato de sodio en materia natural (ETBS). El inoculante enzimático-bacteriano utilizado fue Siltrato[®], compuesto por 4 % de complejos de base enzimática sobre celulosa y siete cepas de bacteria (concentración= 109 UFC g⁻¹): *Lactobacillus curvatus*, *L. acidophilus*, *L. plantarum*, *L. buchneri*, *Pediococcus acidilactici*, *Enterococcus faecium*, y *L. lactis*. Para su aplicación se diluyó el inoculante en agua sin cloro a una concentración de 4.3 g L⁻¹, según las recomendaciones del fabricante. Se agregaron el inoculante, la urea y el benzoato de sodio por separado al triticale triturado y cada mezcla se homogenizó manualmente. Para compensar el efecto de la adición de agua en el ensilaje agregado con el inoculante enzimático-bacteriano, se adicionó el mismo volumen de agua a los demás ensilajes.

Para los análisis de la composición química-bromatológica y de la estabilidad aeróbica, se ensilaron los cuatro tipos de ensilaje en silos experimentales. Estos eran cubetas de polietileno con una capacidad de 4.5 L. Se rellenaron un total de 24 cubetas con los ensilajes, con seis cubetas asignadas a cada tipo de ensilaje. La densidad media de compactación fue de 1.067 kg de MV m⁻³. Los silos se almacenaron durante once meses hasta su apertura.

Para la evaluación químico-bromatológica de los ensilajes se utilizó un diseño completamente al azar con cuatro repeticiones. Se evaluaron ocho variables: capacidad tampón (CT); nitrógeno amoniacal (N-NH₃); pH; materia orgánica (MO) y materia seca (MS); proteína cruda (PC); extracto etéreo (EE); fibra detergente neutra (FDN); y fibra detergente ácida (FDA). La cuantificación del N-NH₃ y la CT se realizó mediante la técnica descrita por Playne y McDonald⁽⁹⁾. Los valores de pH se midieron según Cherney y Cherney⁽¹⁰⁾. Los contenidos de MS, MO y EE se cuantificaron según la AOAC⁽¹¹⁾. Las fibras (FDN y FDA) se midieron con la metodología de Van Soest⁽¹²⁾.

La estabilidad aeróbica se evaluó a los 340 días después del sellado del silo. Se colocaron muestras de 1.0 kg de cada réplica en recipientes de polipropileno recubiertos con una bolsa de plástico y se acondicionaron en un ambiente a una temperatura no controlada. Durante siete días, las temperaturas de los ensilajes se midieron dos veces al día, a las 09:00 h y a las 15:00 h, con un termómetro insertado a una profundidad de 10 cm en el centro de la masa. La pérdida de estabilidad aeróbica se definió como el tiempo necesario para que la temperatura del ensilaje se eleve 2 °C respecto a la temperatura ambiente⁽¹³⁾.

Para la medición de las variables de pH, MS y PC, cada día se tomaron muestras de otro conjunto de recipientes para cada réplica. El diseño fue completamente al azar con tres repeticiones y usando un esquema de parcelas subdivididas, en el cual los factores atribuidos a las parcelas fueron los ensilajes y el factor atribuido a la sub-parcela fue el tiempo de exposición al aire.

Se prepararon los ensilajes utilizados para alimentar a los ovinos siguiendo el mismo procedimiento de fabricación descritos anteriormente. Una vez preparados, se almacenaron en dieciséis silos de hormigón con una capacidad de 250 L cada uno. Se utilizó el método de recolección fecal total en la evaluación del comportamiento de la ingesta y la digestibilidad aparente de los nutrientes. Para llevar a cabo este método se usaron cuatro machos castrados (peso promedio = 25 kg) alojados en jaulas metabólicas apropiadas y equipadas con bebedero y comederos individuales y mezcladores de minerales. Todos los procedimientos cumplieron con los principios éticos de la experimentación animal, y fueron aprobados por el Comité de Ética en Experimentación Animal de la Universidad Estatal de Londrina (No. 26014.2012.79).

Las evaluaciones con los ovinos se realizaron aplicando un diseño de cuadrado latino 4x4; es decir, con cuatro tratamientos y cuatro períodos. Cada período de recolección duró 5 días y la precedió 10 días de adaptación. En las dietas se mantuvo una relación de 50:50 fibra:concentrado. Se formularon únicamente con los ingredientes descritos en el Cuadro 1, y siguiendo los requisitos de la NRC⁽¹⁴⁾ para la categoría de ovino destetado con una ganancia de peso promedio diaria de 300 g. Para completar el volumen se utilizó heno de pasto de estrella (*Cynodon dactylon* (L.) pers) picado y suministrado como pienso mixto.

Cuadro 1: Composición química-bromatológica de pasto de estrella y dietas con ensilaje de triticale de alta humedad con los aditivos evaluados y mezclado con *C. dactylon* a una proporción de 50:50 (g kg MS⁻¹)

	Dieta				Heno
	ETC	ETEB	ETU	ETBS	
MS, g kg MH ⁻¹	780.3	793.9	787.8	789.3	823.2
PC	158.5	154.8	177.1	154.2	129.7
EE	19.1	20.3	19.3	18.5	11.7
FDN	433.5	441.8	436.1	441.1	677.1
FDA	228.8	233.8	231.1	230.9	337.7
MM	49.5	49.9	49.2	51.7	83.8
MO	950.6	950.1	950.9	948.4	-

ETC= testigo; ETEB= inoculante enzimático-bacteriano; ETU= urea; ETBS= benzoato de sodio; MS= materia seca; PC= proteína cruda; EE= extracto etéreo; FDN= fibra detergente neutral; FDA= fibra detergente acida; MM= materia mineral; MO= materia orgánica.

Se alimentaron a los animales dos veces al día a las 08:00 y 17:00 h. Tuvieron acceso libre a agua y sal mineral. Al inicio de cada período se pesaron a los animales. Se calculó el tamaño metabólico con el peso promedio.

Dos veces al día se recolectaron las heces de cada animal. Se guardaron las heces en bolsas de recolección, y se pesaron. Una submuestra del 20 % del total de cada colección se almacenó en un congelador a $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$. Lo mismo se hizo con las submuestras de alimentos suministrados y sobras. Para los análisis de laboratorio, las submuestras se combinaron para formar muestras compuestas por animal, tratamiento y período. Los coeficientes de digestibilidad de las diferentes dietas se obtuvieron mediante el sistema de ecuaciones citado por Silva y Leão⁽¹⁵⁾. Los análisis químicos y bromatológicos de los ensilajes, la dieta total, las sobras y las heces produjeron datos sobre la materia seca, la materia orgánica, la proteína cruda, el extracto etéreo, y las fibras detergente neutro y ácido.

En el último día de cada período se observaron a los animales por 24 h para documentar el comportamiento de ingesta⁽¹⁶⁾. La duración de cada observación se llevó a cabo por un tiempo de cinco minutos⁽¹⁷⁾. Se documentaron ocho comportamientos: ingesta de sólidos (IS); ingesta de agua (IA); ingesta de sales minerales (ISM); rumia de pie (RP); rumia de reposo (RR); ocio de pie (OP); ocio de reposo (OR); y comportamiento atípico (CA). También se documentaron tres elementos de la rumia: el número de masticaciones (MAST); el número de masticaciones por segundo (MAST/S); y la duración del ciclo ruminal (DUR).

Se compararon a los datos de la composición química y bromatológica de los ensilajes y las raciones experimentales, además del rendimiento animal y el comportamiento de ingesta mediante una prueba de Tukey con un nivel de significancia del 5%. Se llevó a cabo mediante el procedimiento GLM en el programa de SAS (2001). Los resultados de la estabilidad aeróbica fueron sometidos a un análisis de regresión por medio del programa R (2013).

La adición de urea provocó un aumento ($P<0.05$) en el contenido de nitrógeno amoniacal (N-NH_3) del ensilaje (Cuadro 2). Este se debe a la solubilización de la urea en presencia de ureasa, una enzima que cataliza la hidrólisis de la urea a dióxido de carbono y amoníaco. Tal aumento causó una mayor CT de la masa ensilada ($364.2\text{ meq de NaOH } 100\text{ g de MS}^{-1}$), aunque este no difirió ($P>0.05$) del ensilaje control ($323.3\text{ meq de NaOH } 100\text{ g de MS}^{-1}$). El contenido de PC también fue mayor ($P<0.05$) en el ensilado de urea agregada ($189.7\text{ g kg MS}^{-1}$) ya que la urea es una fuente de nitrógeno no proteico.

La adición del inoculante enzimático-bacteriano al ensilaje no alteró la composición químico-bromatológica en comparación con el control (Cuadro 2). Este coincide con otro estudio en que la adición de inoculantes con bacterias homo y heterofermentativas no parece haber influido en la estabilidad aeróbica del ensilaje⁽⁴⁾.

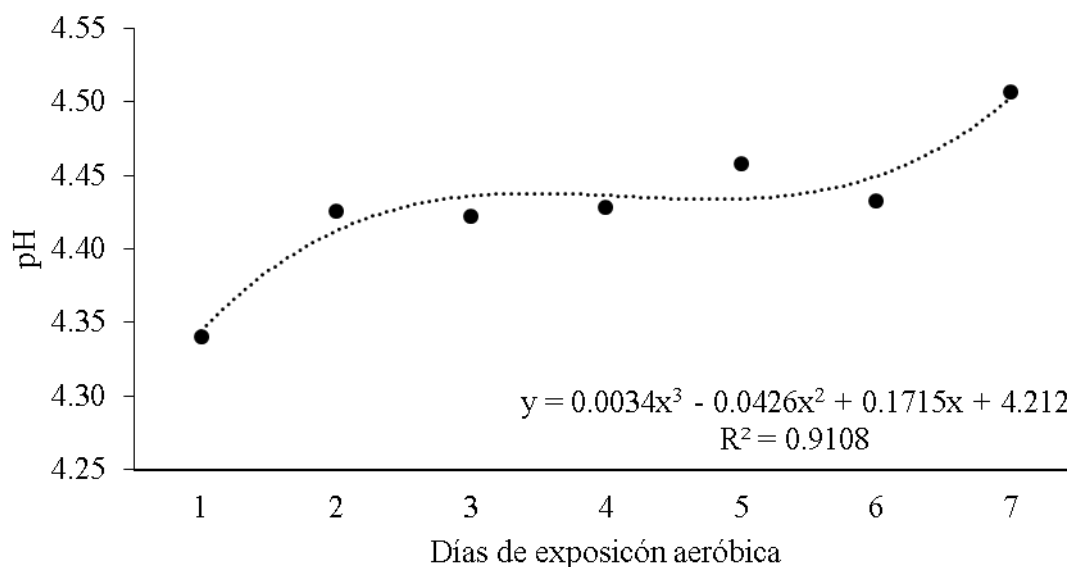
Cuadro 2: Composición química y bromatológica, pH y capacidad de tampón de los ensilajes de triticale alta en humedad con diferentes aditivos

	Ensilajes				Prom.	CV	P
	ETC	ETEB	ETU	ETSB			
MS, g kg MF ⁻¹	686.9	714.1	702.0	704.9	701.9	2.93	0.2208
PC, g kg MS ⁻¹	172.6 ^b	165.2 ^b	189.7 ^a	164.0 ^b	172.9	3.21	<0.0001
EE, g kg MS ⁻¹	16.0	18.5	16.4	14.9	16.5	13.72	0.2286
FDN, g kg MS ⁻¹	109.3	126.0	114.5	124.5	118.6	10.70	0.3081
FDA, g kg MS ⁻¹	39.1	49.0	43.6	43.3	43.7	15.85	0.4390
MM, g kg MS ⁻¹	19.6 ^b	20.5 ^{ab}	19.0 ^b	24.0 ^a	20.8	8.20	0.0092
MO, g kg MS ⁻¹	980.4 ^a	979.5 ^{ab}	981.0 ^a	976.0 ^b	919.2	0.17	0.0092
pH	4.50 ^c	4.35 ^c	4.84 ^b	5.67 ^a	4.84	1.30	<0.0001
N-NH ₃ , % N total	58.7 ^b	46.4 ^b	106.2 ^a	42.1 ^b	63.4	17.07	<0.0001
CT, meq NaOH 100g DM ⁻¹	323.3 ^{ab}	294.1 ^b	364.2 ^a	216.7 ^c	299.6	6.25	<0.0001

ETC= control; ETEB= inoculante enzimático-bacteriano; ETU= urea; ETBS= benzoato de sodio; MS= Materia seca; PC= Proteína cruda; EE= extracto etéreo; FDN= Fibra detergente neutral; FDA= Fibra detergente acida; MM= Materia mineral; MO= Materia orgánica; N-NH₃: Nitrógeno amoniacal; CT=Capacidad tampón.

^{ab} Diferentes letras superíndices en la misma fila indican diferencias ($P < 0.05$).

El pH del ETU (4.84) estaba más alto que el del control (4.50), pero menor que el encontrado en el ETBS (5.67). La razón por la cual el ETBS tuvo un valor alto de pH y una baja CT, sería por el pK_a del ácido láctico. Cuando los valores de pH son superiores a pK_a , la eficiencia del ácido en la solución se reduce porque la forma ácida disminuye y predomina sobre la forma ionizada⁽⁴⁾. Los valores promedios de pH evidenciaron un aumento constante debido al consumo de ácidos orgánicos; sin embargo, no hubo diferencias entre los tratamientos (Figura 1).

Figura 1: Valor medio del pH durante la prueba de la estabilidad aeróbica

En una evaluación de ensilajes de alta humedad de diferentes granos de invierno se encontró un mayor contenido de ácido acético y propiónico en el triticale de alta humedad⁽¹⁸⁾. En adición, hay un predominio de bacterias heterofermentativas en la comunidad epífita de triticale, lo que podría explicar la estabilidad aeróbica prolongada de ensilajes hecho con ello^(3,19).

En comparación con la temperatura ambiente, ninguno de los tratamientos mostró un aumento de temperatura superior a 2 °C durante todo el período de exposición aeróbica (Cuadro 3). Este hecho es un buen indicador del control del deterioro⁽¹³⁾. Todos los ensilajes alcanzaron su temperatura máxima al séptimo día del periodo, lo que es un resultado de la prioridad del desarrollo microbiológico. Se observó que la oscilación en la temperatura en los ensilajes siguió el comportamiento de la temperatura ambiente, contrarrestando un posible aumento gradual que fue independiente del ambiente externo.

Cuadro 3: Temperatura del ambiente y rangos de temperaturas (°C) durante la exposición aeróbica en ensilajes de triticale de alta humedad con diferentes aditivos

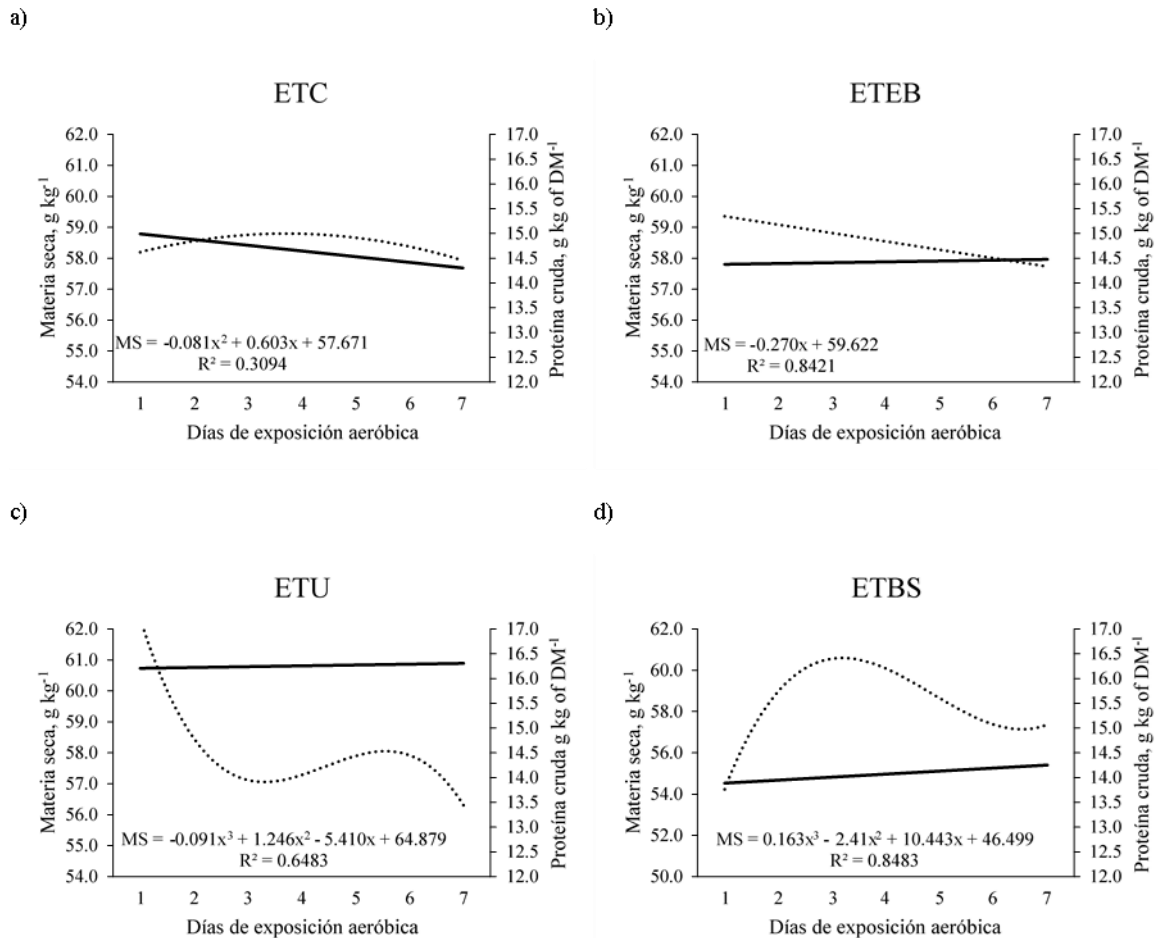
Ensilaje	Días de exposición aeróbica						
	1	2	3	4	5	6	7
ETC	28.83	28.35	29.02	29.13	27.45	28.83	30.28
ETEB	28.92	27.92	28.45	28.57	26.93	28.30	29.73
ETU	28.92	28.17	28.72	28.93	27.27	28.30	30.02
ETSB	28.58	27.97	28.57	28.70	27.08	28.23	30.03
Temp. Ambiente	27.10	28.10	28.15	27.30	27.20	30.25	29.80

ETC= testigo; ETEB= inoculante enzimático-bacteriano; ETU= urea; ETSB= benzoato de sodio.

La alta densidad de compactación alcanzada en los silos podría haber sido un factor determinante en el aparente buen control del deterioro. La compactación favorece que la población de levaduras se reduzca durante la fase de anaerobiosis dentro del silo, proporcionando un alimento más estable ante la exposición al oxígeno⁽²⁰⁾.

Los resultados del comportamiento de los contenidos de la MS y la PC durante los días de exposición aeróbica muestran una interacción entre los ensilajes y los días de exposición (Figura 2). El ensilaje de control (a) tuvo un comportamiento cuadrático, mientras que el ETEB tuvo uno lineal (b) y los ETU (c) and ETBS (d) mostraron uno cúbico.

Figura 2: Contenidos de la materia seca (línea punteada) y la proteína cruda (línea sólida) durante la exposición aeróbica de ensilajes de triticale de alta humedad con diferentes aditivos



1

ETC= control (a); ETEB= inoculante enzimático-bacteriano (b); ETU= urea (c); ETBS= benzoato de sodio (d).

Tanto el ETC (a) como el ETBS (d) mostraron una caída abrupta en el contenido de MS a partir del cuarto día de exposición aeróbica, mientras que el ETEB (b) tuvo una disminución lineal ($R^2 = 0.8421$). La disminución en el contenido de materia seca en los ensilajes con aditivos bacterianos es común y sugiere que ocurre una pérdida de materia. Estas pérdidas se deben a la reducción en la concentración de acetato⁽²¹⁾, un potente antifúngico, y al aumento de la concentración de lactato, un sustrato de crecimiento para las levaduras. De hecho, por cada molécula de ácido acético formada se produce una molécula equivalente de dióxido de carbono, lo cual aumenta la pérdida de materia seca⁽²²⁾. La rápida disminución inicial en el contenido de MS en el ETU (c) puede deberse a la evaporación del amoníaco (Cuadro 2); en este tratamiento, hubo formación de grandes cantidades de amoníaco durante el proceso de fermentación. El aumento en el contenido de materia seca observado durante los primeros días en el ETBS (d) indica una pérdida de humedad por causa del ambiente. Este tipo de aditivo se caracteriza por

dificultar el desarrollo de las levaduras, lo cual retrasa la aparición del deterioro de la materia⁽⁵⁾. Un comportamiento similar esta reportado en un ensilaje de caña de azúcar adicionado con benzoato de sodio⁽²³⁾.

Los contenidos de PC se incrementaron de forma lineal en todos los ensilajes con agregados. Esta tendencia es un reflejo de la dilución, donde se observa principalmente el consumo de carbohidratos, y un aumento consecuente en las concentraciones de otros constituyentes en la materia seca. En cambio, el ETC tuvo un comportamiento opuesto observando que el contenido de PC disminuyó durante el tiempo de exposición aeróbica. Este sugiere que hubo degradación por mohos, que actúan a valores de pH más altos y consumen componentes más complejos⁽²⁴⁾.

Hay una amplia variedad de estudios sobre las pérdidas de materia seca en los ensilajes después de la apertura del silo⁽⁷⁾. Sin embargo, no hay muchos datos sobre el comportamiento de componentes específicos. Se necesitan más investigaciones sobre el tema para llegar a conclusiones más precisas.

En cuanto a las variables de la ingesta de nutrientes, solo las de la FDN y la FDA mostraron diferencias entre los tratamientos; en ambos casos las más altas se registraron en el tratamiento del ETEB (Cuadro 4). Aunque es posible que este resultado no está relacionado con el tratamiento, también es posible que las bacterias presentes en el inoculante alteraron el ambiente ruminal, desde luego permitiendo un mayor consumo. Una mejoría en la ingesta de fibra en respuesta al uso de un inoculante enzimático-bacteriano no es un resultado consistente en la literatura. En una revisión, se concluyeron que las discrepancias entre los resultados de diferentes estudios pueden estar relacionadas, entre otros factores, con variaciones entre los inoculantes utilizados y entre las dietas⁽⁷⁾. Por ejemplo, en un estudio sobre el efecto de la adición de un inoculante con celulasa a un alimento de sorgo se esperaba que se aprovechara mejor la fibra, pero no se observó tal respuesta ya que este grano tiene de por sí un bajo contenido de fibra⁽²⁵⁾.

Cuadro 4: Ingesta de nutrientes (g día⁻¹) en dietas con ensilajes de triticale de alta humedad con diferentes aditivos

	Dietas				Promedio	CV (%)	P
	ETC	ETEB	ETU	ETBS			
IMS	975.78	1056.15	954.12	957.75	985.95	7.33	0.2569
IPC	156.51	164.47	163.66	147.41	158.01	7.73	0.2688
IEE	19.49	22.23	19.73	18.36	19.95	14.95	0.3876
IFND	388.06 ^b	431.87 ^a	383.64 ^b	381.76 ^b	396.33	5.33	0.0435
IFDA	211.46 ^{ab}	232.54 ^a	208.28 ^b	203.55 ^b	213.95	4.42	0.0197
IMO	927.66	1003.84	908.26	908.97	937.18	7.36	0.2599

ETC= control; ETEB= inoculante enzimático-bacteriano; ETU= urea; ETBS= benzoato de sodio; IMS= ingesta de materia seca; IPC= ingesta de proteína cruda; IEE= ingesta de extracto etéreo; IFND= ingesta de fibra detergente neutra; IFDA= ingesta de fibra detergente acida; IMO= ingesta materia orgánica.

^{ab} Distintas letras superíndices en la misma línea indican diferencias ($P < 0.05$).

En general, la digestibilidad de los nutrientes y de la materia seca de los ensilajes se vio afectada ($P>0.05$) por la adición de aditivos (Cuadro 5). Todas las dietas mostraron una digestibilidad de MS compatible con el ensilaje de maíz y sorgo de alta humedad, que son los alimentos de referencia para esta variable^(26,27). Sin embargo, tanto los valores de digestibilidad de la MO (891 g kg MS^{-1}) como de la PC fueron inferiores a los descritos para el triticale de alta humedad (907 g kg MS^{-1})⁽¹⁸⁾.

Cuadro 5: Digestibilidad aparente de los nutrientes en dietas de ensilajes de triticale de alta humedad con diferentes aditivos (g kg MS^{-1})

	Dietas				Promedio	CV	P
	ETC	ETEB	ETU	ETBS			
DMS	679.6	687.4	699.6	683.4	687.5	2.01	0.2898
DPC	707.5	715.2	703.6	689.7	711.5	2.67	0.0823
DEE	770.9	782.5	768.6	769.0	772.7	3.97	0.9035
DFDN	548.3	568.4	549.3	551.9	554.5	6.78	0.8583
DFDA	578.4	597.5	607.4	602.2	596.4	7.32	0.8012
DMO	706.8	710.4	721.0	710.6	712.2	1.95	0.5515

ETC= control; ETEB= inoculante enzimático-bacteriano; ETU= urea; ETBS= benzoato de sodio; DMS= digestibilidad de materia seca; DPC= digestibilidad de proteína cruda; DEE= digestibilidad extracto etéreo; DFDN= digestibilidad fibra detergente neutra; DFDA= digestibilidad fibra detergente acida; DMO= digestibilidad materia orgánica.

El comportamiento de la ingesta del animal es un parámetro eficaz en la evaluación de cualquier alimento⁽²⁷⁾. Muchas veces los beneficios químicos o fermentativos adquiridos de un alimento no se reflejan al momento de la alimentación. En el presente estudio ninguna de las variables relacionadas con el comportamiento de la ingesta de las ovejas difirió entre los tratamientos. En el tratamiento de ETBS, se esperaba un mayor tiempo de ingesta de agua ya que el mismo aditivo contiene sodio, pero no se observó tal comportamiento. Cabe señalar que en el presente estudio el consumo de agua no se midió. La falta de diferencias que se observó en los resultados es de notar porque la composición de una dieta puede afectar el comportamiento de la ingesta. Por ejemplo, se reporta que en ovejas el comportamiento de la ingesta se puede afectar por el contenido de proteína de una dieta, sin embargo, cuando la fuente de proteína fue urea no hubo diferencia con la dieta control⁽²⁸⁾, tal y como se observó en el presente estudio. Además, la acción fibrolítica de algunas enzimas presentes en determinados aditivos conduce a una reducción del contenido de fibra del ensilaje, lo que puede incrementar la ingesta de pienso⁽²⁷⁾. Sin embargo, el contenido de fibra en el tratamiento ETEB no se vio afectado (Cuadro 1) y, desde luego, el comportamiento de la ingesta no difirió del control.

Cuadro 6: Comportamiento de la ingesta en ovejas alimentadas con una dieta de ensilajes de triticale de alta humedad con diferentes aditivos

	Dietas				Promedio	P
	ETC	ETEB	ETU	ETBS		
MAST	78.73	84.69	79.35	79.71	80.62	0.3716
DUR, seg ciclo ⁻¹	56.29	59.94	57.52	57.06	57.70	0.4289
MAST S ⁻¹	1.40	1.41	1.38	1.40	1.40	0.6047
IA, min día ⁻¹	2.19	4.06	2.19	3.75	3.05	0.7490
IS, min día ⁻¹	57.50	55.00	53.75	52.50	54.69	0.8895
ISM, min día ⁻¹	5.31	3.75	3.13	6.65	4.71	0.1597
RP, min día ⁻¹	7.81	6.25	6.88	5.31	6.56	0.7381
RR, min día ⁻¹	141.56	148.75	147.50	132.50	142.58	0.4305
OP, min día ⁻¹	43.75	42.19	40.94	45.93	43.20	0.8783
OR, min día ⁻¹	99.69	97.81	102.81	109.00	102.34	0.6623
CA, min día ⁻¹	2.19	2.19	2.81	4.36	2.89	0.5053

ETC= control; ETEB= inoculante enzimático-bacteriano; ETU= urea; ETBS= benzoato de sodio; MAST= Número de masticaciones; DUR= Duración del ciclo de rumiación; MAST S⁻¹= Número de masticaciones por segundo; IA= ingesta de agua; IS= ingesta de sólidos; ISM= ingesta de sales minerales; R= rumia de pie; RR= rumia de reposo; OP= ocio de pie; OR= ocio en reposo; CA: comportamiento atípico.

En el presente estudio la adición de los aditivos al triticale de alta humedad no derivó en efectos notables sobre la composición químico-bromatológica, la estabilidad aeróbica, la digestibilidad de nutrientes ni el comportamiento de ingesta en ovinos. Cabe señalar que la adición de urea al triticale de alta humedad sí incrementó el contenido de proteína cruda del ensilaje.

Literatura citada:

1. Moeinoddini HR, Alikhani M, Ahmadi F, Ghorbani GR, Rezamand P. Partial replacement of triticale for corn grain in starter diet and its effects on performance, structural growth and blood metabolites of Holstein calves. *Animal* 2017;11:61-67.
2. Zhu F. Triticale: Nutritional composition and food uses. *Food Chem* 2018;241:468–479.
3. Ni K, Wang Y, Cai Y, Pang H. Natural lactic acid bacteria population and silage fermentation of whole-crop wheat. *Asian-Australas J Anim Sci* 2015;28:1123-1132.
4. Bernardes TF, Reis RA, Siqueira GR, Amaral RC, Pires AJP. Estabilidade aeróbia da ração total e de silagens de capim-marandu tratadas com aditivos químicos e bacterianos. *Rev Bras Zootec* 2007;36:754-762.
5. Knicky M, Spörndly R. The ensiling capability of a mixture of sodium benzoate, potassium sorbate, and sodium nitrite. *J Dairy Sci* 2011;94:824-831.

6. Jobim CC, Lombardi L, Macedo FAFD, Branco AF. Silagens de grãos de milho puro e com adição de grãos de soja, de girassol ou uréia. *Pesqu Agropecu Bras* 2008;43:649-656.
7. Oliveira MR, Jobim CC, Neumann M, Bueno AVI, Leão GFM, Daniel JLD. Effects of inoculation with homolactic bacteria on the conservation of wheat silage stored in bunker-silos. *Ital J Anim Sci* 2018;17:81-86.
8. Jondreville C, Genthon C, Bouguennec A, Carre B, Nys Y. Characterization of European varieties of triticale with special emphasis on the ability of plant phytase to improve phytate phosphorus availability to chickens. *Br Poult Sci* 2007;48:678-689.
9. Playne MJ, McDonald P. The buffering constituents of herbage and silage. *J Sci Food Agric* 1996;17:262-268.
10. Cherney JH, Cherney DJR. Assessing silage quality. In: Buxton DR, Muck RE, Harisson JH. *Silage science and technology*. Madison. 2003;141-198.
11. Official Methods of Analysis. Official methods of analysis. 15th ed. Gaithersburg (MD): AOAC International. Official Methods 934. 01, 942.05. 1990.
12. Van Soest PJ. *Nutritional ecology of the ruminant*. 2. ed. Ithaca: Cornell University Press; 1994.
13. Taylor CC, Kung Junior L. The effect *Lactobacillus buchneri* 40788 on the fermentation and aerobic stability of high moisture corn in laboratory silos. *J Dairy Sci* 2002;85:1526-1532.
14. NRC. *Nutrient requirements of sheep* 6th ed. National Academy of Sciences-National Research Council, Washington, DC, 1985.
15. Silva CJF, Leão MI. *Fundamentos de Nutrição de Ruminantes*. Piracicaba: Ed. Livrocercos; 1979.
16. Johnson TR, Combs DK. Effects of prepartum diet, inert rumen bulk, and dietary polyethylene glycol on dry matter intake of lactating dairy cows. *J Dairy Sci* 1991;74:933-944.
17. Carvalho GGP, Pires AJV, Silva RR, Carvalho BMA, Silva HGO, Carvalho, LM. Aspectos metodológicos do comportamento ingestivo de ovinos alimentados com capim-elefante amonizado e subprodutos agroindustriais. *Rev Bras Zootec* 2007;36:1105-1112.
18. Pieper R, Hackl W, Korn U, Zeyner A, Souffrant B, Pieper B. Effects of ensiling triticale, barley and wheat grains at different moisture content and addition of *Lactobacillus plantarum* (DSMZ 8866 and 8862) on fermentation characteristics and nutrient digestibility in pigs. *Anim Feed Sci Technol* 2011;164:96-105.

19. Leão GFM, Jobim CC, Neumann M, Horst EH, Santos SKD, Venancio BJ, *et al.* Nutritional composition and aerobic stability of winter cereal silage at different storage times. *Acta Sci Anim Sci* 2017;39:131-136.
20. Tabacco E, Piano S, Revello-Chion A, Borreani G. Effect of *Lactobacillus buchneri* LN4637 and *Lactobacillus buchneri* LN40177 on the aerobic stability, fermentation products, and microbial populations of corn silage under farm conditions. *J Dairy Sci* 2011;90:928-936.
21. Silva VP, Pereira OG, Leandro E, Silva T, Ribeiro K, Mantovani H, *et al.* Effects of lactic acid bacteria with bacteriocinogenic potential on the fermentation profile and chemical composition of alfalfa silage in tropical conditions. *J Dairy Sci* 2016;99:1895–1902.
22. Wilkinson JM, Davies DR. The aerobic stability of silage: key findings and recent developments. *Grass Forage Sci* 2012;68:1-19.
23. Pedroso ADF, Nussio LG, Loures DRS, Paziani SDF, Ribeiro JL, Mari LJ, *et al.* Fermentation, losses, and aerobic stability of sugarcane silages treated with chemical or bacterial additives. *Sci Agric* 2008;65:589-594.
24. Nout MR. Rich nutrition from the poorest—Cereal fermentations in Africa and Asia. *Food Microbiol* 2009;26:685-692.
25. McCuiston K, Foste JL, Schuster G, Wester D, Lopez Z, Umphres AM *et al.* Forage mass, nutritive value, and in situ degradation of sorghum silage treated with fibrolytic enzymes. *Crop Forage Turfgrass Manag* 2017;3:182-194.
26. Costa FMJ, Júnior GD, Zacaroni OF, Santos JF, Pereira RAN, Pereira MN. Silagem de grãos úmidos de milho de textura dura ou macia em dietas com polpa cítrica para vacas em lactação. *Arq Bras Med Vet Zoot* 2014;66:203-210.
27. Ribeiro ELA, Mizubuti IY, Silva LDF, Paiva FHP, Sousa CL, Castro, FAB. Desempenho, comportamento ingestivo e características de carcaça de cordeiros confinados submetidos a diferentes frequências de alimentação. *Rev Bras Zootec* 2011;40:892-898.
28. Kozloski GV, Cadorin Júnior RL, Harter CJ, Oliveira L, Alves TP, Mesquita FR *et al.* Effect of supplemental nitrogen source and feeding frequency on nutrient supply to lambs fed a kikuyu grass (*Pennisetum clandestinum*) hay-based diet. *Small Ruminant Res* 2009;81:112-118.