

EFFECTO DE DISTINTOS TRATAMIENTOS SOBRE LOS PRINCIPIOS NUTRITIVOS, CARACTERÍSTICAS FERMENTATIVAS Y DIGESTIBILIDAD *IN VITRO* DE ENSILADOS DE SUBPRODUCTO DE PIMIENTO

NUTRITIONAL COMPOSITION, FERMENTATIVE CHARACTERISTICS AND *IN VITRO* DIGESTIBILITY IN SILAGES OF BYPRODUCTS OF PEPPER CULTIVATIONS AFFECTED BY DIFFERENT TREATMENTS

De Haro Martínez, J.E.², M.M. Reboloso Fuentes¹, F. García Barroso² y J.L. Guil Guerrero^{1*}

¹Departamento de Ingeniería Química. Universidad de Almería. La Cañada de San Urbano s/n. 04120 Almería. España.

²Departamento de Biología Aplicada. Universidad de Almería. La Cañada de San Urbano s/n. 04120 Almería. España.

*Autor al que se debe de dirigir la correspondencia.

Tlf. 34 950 015586. Fax: 34 950015484. E-mail: jlguil@ual.es

PALABRAS CLAVE ADICIONALES

Ensilaje. Subproducto de pimiento. Composición química. Aditivos. Producción de gas. Digestibilidad *in vitro*.

ADDITIONAL KEYWORDS

Silage. Pepper byproduct. Chemical composition. Additives. Gas formation. *In vitro* digestibility.

RESUMEN

Se ha analizado el efecto de diversos aditivos sobre la evolución de distintos parámetros bromatológicos y fermentativos en subproductos vegetales de invernadero (SVI) de pimiento tras 24 días de ensilado. Los aditivos y las proporciones en que se emplearon fueron las siguientes: i) ácido fórmico ii) un producto comercial: Ficpotenciado, a base de ácido propiónico y de sus sales, y iii) mezcla de SVI de pimiento con SVI de tomate.

Se determinó la composición química (proteína bruta, proteína verdadera, nitrógeno no proteico, extracto etéreo, fibra neutro detergente, fibra ácido detergente, lignina ácido detergente, cenizas y materia seca), las características fermentativas (ácido láctico, ácido acético, nitrógeno soluble, nitrógeno amoniacal, pH) así como la producción de gas *in vitro* del material vegetal original y de los microensilados obtenidos.

En general, las digestibilidades *in vitro* de los ensilados obtenidos son inferiores al material vegetal en fresco, debido fundamentalmente al aumento de la fracción fibrosa (excepto las obtenidas con la utilización del ácido fórmico), pero a su vez son similares a las de otros forrajes europeos tradicionales. Las mejores calidades de los ensilados obtenidos se muestran en los tratamientos realizados con ácido fórmico.

Arch. Zootec. 50: 323-333. 2001.

SUMMARY

A study about the effect of some additives on the evolution of different nutritional and fermentative parameters in byproducts of hothouse pepper cultivations after 24 days of silage was carried out.

Additives were used in the following amounts:

i) formic acid, ii) a commercial product: *Fic-poten-ciado*, composed by propionic acid and salts derivatives, iii) a mixture of pepper and tomato byproducts. Several assays *in vitro* were effected in order to evaluate the ruminal degradation of the different silages, by using the controlled fermentation or *gas test* technique.

Analysis about the chemical composition (crude protein, non protein nitrogen, ether extract, neutral detergent fiber, acid detergent fiber, acid detergent lignin, ash and dry matter), fermentative characteristics (acetic acid, soluble nitrogen, ammonia nitrogen and pH), as well as *in vitro* gas production were carried out.

Usually, *in vitro* digestibilities were lower than those obtained on a fresh matter, because the fibrous fraction was also increased, except when the formic acid was used, but they are similar to those traditional european forages. Quality silages were higher for those obtained with formic acid.

INTRODUCCIÓN

La provincia de Almería es una zona líder en producción hortícola de invernadero. En los últimos años, ha tenido lugar un enorme incremento tanto en superficie cultivada, unas 39200 ha, como en la producción, unas 2.400000 t. Pero este incremento ha engendrado a su vez una cantidad formidable de subproductos vegetales de invernadero (SVI), los cuales alcanzan un total de 959670 t de materia fresca, constituidos principalmente por SVI de tomate (283500 t), y de pimien-

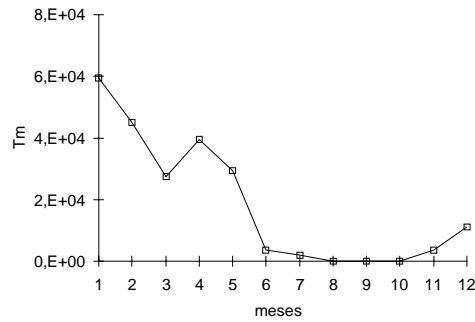


Figura 1. Distribución anual de la producción de SVI de pimienta (t) en Almería. (Annual distribution of pepper byproducts (t) in Almería).

to, (192500 t). El uso de estos SVI resulta indiscriminado, y muchos ganaderos desplazan su ganado directamente a los lugares de depósito, donde su acumulación genera putrefacciones y proliferación de insectos, con el consiguiente riesgo para la salud de los animales. El problema principal es su fuerte concentración estacional en la producción, con dos máximos; el principal en verano, y otro de menor magnitud al inicio de primavera.

El uso de SVI podría constituir una alternativa para cubrir, al menos parcialmente, las necesidades de alimentación animal en los rebaños locales, siempre y cuando esta práctica sea avalada mediante un estudio de la composición química y valor nutritivo de estos materiales. Así pues, la conservación de estos SVI en forma de ensilados con o sin diferentes aditivos se presenta como una alternativa bastante provechosa al uso que de ellos se realiza en la actualidad.

El objetivo de este trabajo es mostrar que el proceso de ensilaje es uno

VALOR NUTRITIVO DE ENSILAJE DE SUBPRODUCTO DE PIMIENTO

de los métodos más eficaces para garantizar la correcta conservación del valor nutritivo de estos SVI con alto contenido de humedad. Así mismo, se muestra que en determinadas condiciones este proceso puede verse facilitado mediante la incorporación de sustancias que aceleran el proceso de acidificación y/o ayudan a controlar la evolución y actividad de la flora fermentadora.

MATERIAL Y MÉTODOS

RECOGIDA DEL MATERIAL VEGETAL Y PROCESAMIENTO

Para conocer los periodos de máxima producción de SVI de pimiento se emplearon datos de Escobar Lara (1998) y de la Junta de Andalucía (1997) (**figura 1**). Se recogieron SVI de pimiento *lamuyo saxo* durante los meses de producción de estos, los cuales se dejaron secar durante dos días, y de SVI de tomate *atlético* en invernaderos de la provincia de Almería. Estos SVI fueron triturados mediante una Biotrituradora 3500 Compact. Posteriormente se compactaron en botellas de plástico de 1,5 l, y finalmente se cerraron herméticamente. Este volumen de material fermentado se consideró suficiente, al no encontrarse diferencias estadísticamente significativas con otros de mayor capacidad (30 l). Las botellas presentaban un orificio en su parte inferior a modo de rosca que permitía la extracción de los efluentes generados, y se mantuvieron en la oscuridad durante el proceso.

En los ensilados se evaluaron los siguientes tratamientos: i) Ensilado directo, sin aditivos ii) Adición de áci-

do fórmico (al 4 p.100, dosis de 60 ml/kg), iii) Adición de un producto comercial: *Fic-potenciado*, compuesto por ácido propiónico, propionato amónico, propionato sódico, propionato cálcico, ácido sórbico, 1-2 propanodiol (0,6 p.100), y antioxidante E-321 (0,01 p.100), a dosis de 1 mg/kg de materia fresca. iv) Mezcla al 50 p.100 de SVI de pimiento con SVI de tomate. Se confeccionaron un total de ocho microsilos por tratamiento - 40 microsilos en total- los cuales fueron muestreados por duplicado los días 0, 4, 14 y 24.

Este tiempo de muestreo fue considerado suficiente, debido a que experimentos previos demostraron la estabilización de los ensilados antes del día 24 (datos no publicados).

COMPOSICIÓN QUÍMICA

Las muestras se mantuvieron congeladas a $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$, hasta su desecación a $60\text{ }^{\circ}\text{C}$ y posterior molienda hasta un tamaño de partícula de 1mm para análisis.

Las técnicas de análisis bromatológicos se ajustaron al Sistema Weende y Van Soest (Van Soest, 1994) y se determinaron los siguientes componentes: materia seca, nitrógeno total, nitrógeno soluble, nitrógeno amoniacal, nitrógeno no proteico, extracto etéreo, fibra neutro detergente, fibra ácido detergente, lignina detergente y cenizas. Los carbohidratos solubles se analizaron por el método de la antrona (Osborne, 1986).

METABOLITOS DE FERMENTACIÓN

Para la determinación del pH y ácidos (acético y láctico) se tomaron 10 g de silo y se les añadieron 190 ml de

agua destilada. Tras licuar durante 3 minutos, se mantuvo en agitación en frío durante una hora. A continuación, se midió el pH, utilizando un pH-metro Crison microPH 2001 provisto de electrodo 114-053057, y se ajustó el pH hasta 8, filtrándose posteriormente (Whatman nº1), congelándose finalmente a -20°C.

El análisis de los ácidos acético y láctico se realizó mediante unos Kits de análisis de alimentos (Boehringer Mannheim): ácido acético (Ref. 148261) y ácido láctico (Ref. 139084). Para la determinación del nitrógeno amoniacal se utilizó el método de la reacción con fenol/hipoclorito (Weatherburn, 1967).

PRODUCCIÓN DE GAS *IN VITRO*

Para conocer la digestibilidad *in vitro* se usó la técnica propuesta por Theodorou (1994). El medio de cultivo (Menke y Steingass, 1988) conteniendo una solución de microminerales, solución buffer, solución reductora e indicador anaeróbico se preparó mediante burbujeo con CO₂, hasta que la solución giró a color rosa claro.

Las botellas de incubación (100 ml) se llenaron hasta 60 ml con este medio, donde el 10 p.100 del volumen estaba representado por el inóculo. Para obtenerlo se usaron como donantes ovinos (32,5 ± 5,5 kg de peso vivo) adultos

Tabla I. Composición centesimal de SVI de pimiento lamuyo antes y después del proceso de ensilado (g/100 g materia seca)*. (Proximate Composition of SVI of lamuyo pepper before and later silage process (g/100 g dry matter)*.

	TRATAMIENTOS					
	Pimiento control día 0	Pimiento+ Tomate día 0	Pimiento control día 24	Pimiento+ Tomate día 24	Pimiento+ Ác. Fórmico día 24	Pimiento+ Fic día 24
Materia seca	24,28±1,10 ^b	20,34±3,72 ^a	24,75±1,01 ^b	19,51±0,37 ^a	23,16±0,37 ^b	23,53±0,35 ^b
Cenizas	18,61±0,51 ^b	20,40±0,72 ^a	19,29±0,65 ^a	20,25±0,27 ^a	18,89±0,63 ^b	19,77±0,35 ^a
Extracto etéreo	1,69±0,09 ^a	1,65±0,06 ^a	1,83±0,08 ^a	2,45±0,07 ^b	2,23±0,08 ^b	2,01±0,06 ^b
FND	45,94±0,79 ^c	42,39±0,97 ^b	48,49±0,54 ^d	39,41±0,11 ^a	43,20±0,63 ^b	46,88±0,32 ^c
FAD	29,73±0,60 ^c	25,56±0,11 ^a	35,14±0,81 ^d	28,7±0,29 ^b	30,43±0,36 ^c	32,36±0,55 ^d
LAD	8,42±0,40 ^{ab}	8,07±0,11 ^a	14,12±0,13 ^d	8,24±0,27 ^b	8,55±0,07 ^c	10,38±0,24 ^d
N total	2,77±0,16 ^a	2,40±0,06 ^a	2,79±0,09 ^a	3,02±0,18 ^b	2,75±0,14 ^a	2,64±0,05 ^a
N no proteico	0,98±0,03 ^b	0,61±0,02 ^a	0,94±0,02 ^b	1,22±0,04 ^c	1,05±0,01 ^b	0,94±0,04 ^b
CS	16,20±0,32 ^c	22,76±0,51 ^d	5,67±0,66 ^a	5,48±0,43 ^a	12,26±0,7 ^b	5,37±0,38 ^a

*Los valores de la misma fila que no comparten un mismo superíndice difieren significativamente (p<0,05).

FND= Fibra neutro detergente; FAD= Fibra ácido detergente; LAD= Lignina ácido detergente; CS= Carbohidratos solubles.

machos cruzados (Blackbelly x Pelibuey) con cánulas ruminales de plastisol (Bar Diamond, Inc, Parma, Idaho, USA) los cuales fueron confinados en jaulas metabólicas. El líquido extraído fue convenientemente diluido empleando el medio de cultivo. En cada botella se ubicó 1 g de cada uno de los substratos utilizados (por cuadruplicado) y reservando cuatro testigos sin substrato.

Posteriormente, se midió la presión del gas generado utilizando un transductor (Druck incorporated DPI 701 558 in H₂O/20 psi), y se evaluó el volumen generado usando jeringas de plástico. Durante el periodo de incubación a 39 °C las mediciones de presión y volumen se registraron a las 2, 4, 6, 8, 12, 15, 19, 24, 30, 36, 48, 72 y 96 h. Los resultados obtenidos fueron procesados mediante el programa informático Sigma-Plot. Todos los resultados obtenidos se sometieron a un análisis de varianza con el programa Statgraph-plus 4.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

COMPOSICIÓN QUÍMICA

La composición química de los SVI de pimiento en fresco y ensilados se muestra en la **tabla I**. La composición química obtenida del SVI de pimiento en fresco presenta algunas diferencias con los datos ofrecidos por López *et al.* (2000) para SVI de pimiento: similar contenido en nitrógeno total (2,77 p.100 *versus* 3,07 p.100), mayor cantidad de cenizas (18,6 p.100 *versus* 10,70 p.100), y superiores proporciones de fibra neutro detergente (FND) (45,94 p.100 *versus* 31,1 p.100), de fibra áci-

do detergente (FAD) (29,73 p.100 *versus* 22,2 p.100) y de lignina ácido detergente (LAD) (8,4 p.100 *versus* 5,5 p.100). Las diferencias son menos acusadas al compararlo con el SVI de tomate, el cual presenta un 35,64 p.100 de FND; 24,79 p.100 de FAD; 5,68 p.100 de LAD y 2,69 p.100 de nitrógeno total (De Haro *et al.*, 1999).

El SVI de pimiento en fresco presenta cierta similitud con otros forrajes típicos europeos como el heno de alfalfa, el cual está compuesto por un 47,1 p.100 de FND; 36,8 p.100 de FAD; 7,7 p.100 de LAD y 2,4 p.100 de N total, (Khazaal *et al.*, 1993). Comparativamente, el SVI de pimiento muestra contenidos inferiores de fracciones fibrosas excepto en LAD, y valores superiores de nitrógeno total.

Tras su ensilado, las alteraciones más apreciables se refieren al aumento de la fracción fibrosa, tanto en FND como en FAD, concordando así con las observaciones de Van Soest (1967). No obstante, en el caso de la adición de SVI de tomate al 50 p.100 estos componentes descendieron notablemente. Igualmente ocurrió en el caso del tratamiento con ácido fórmico, en el que se observó un descenso del contenido de FND. También se produce un incremento del porcentaje de extracto etéreo y de nitrógeno total (tanto en el ensilado control como en el ensilado mezcla con SVI de tomate), especialmente en su forma no proteica, similar al citado por Megías *et al.* (1991).

La finalidad de la mezcla realizada con SVI de tomate y pimiento en fresco fue la de producir un aumento en el contenido de carbohidratos solubles iniciales (del 16,2 p.100 en el SVI de pimiento asciende hasta el 22,76 p.100

Tabla II. Concentración de ácidos acético y láctico (g/kg materia seca) nitrógeno soluble y nitrógeno amoniacal (en porcentajes sobre el Nitrógeno Total) a día 24 de ensilados de SVI de pimiento lamuyo con y sin diversos tratamientos*. (Acetic and lactic acids concentration (g/kg dry matter) soluble nitrogen and ammonia nitrogen (p.100 total nitrogen) at 24 days in silages of SVI of lamuyo peppers with and without several treatments).

Tratamiento	pH	Ácido acético	Ácido láctico	N soluble (p.100)	N amoniacal (p.100)
Pimiento control día 24	4,34±0,18 ^a	2,46±0,01 ^a	2,29±0,02 ^c	33,69±1,12 ^a	4,96±0,19 ^a
Pimiento+Ac. Fórmico día 24	4,00±0,17 ^b	2,39±0,14 ^a	1,36 ±0,07 ^a	38,18±2,01 ^b	3,53±0,21 ^b
Pimiento+tomate día 24	4,28±0,37 ^a	3,23±0,31 ^b	1,84±0,12 ^b	59,60±3,25 ^c	3,81±0,35 ^b
Pimiento+Fic día 24	4,22±0,18 ^a	3,41±0,14 ^b	2,36±0,01 ^c	35,60±1,99 ^a	1,33±0,09 ^c

*Los valores en una columna que no comparten un mismo superíndice difieren significativamente (p<0,05).

en la mezcla), favoreciendo así las fermentaciones lácticas posteriores.

Al comparar el efecto de los dife-

rentes conservantes en la evolución de los componentes químicos, se observa que el ensilado control ofrece final-

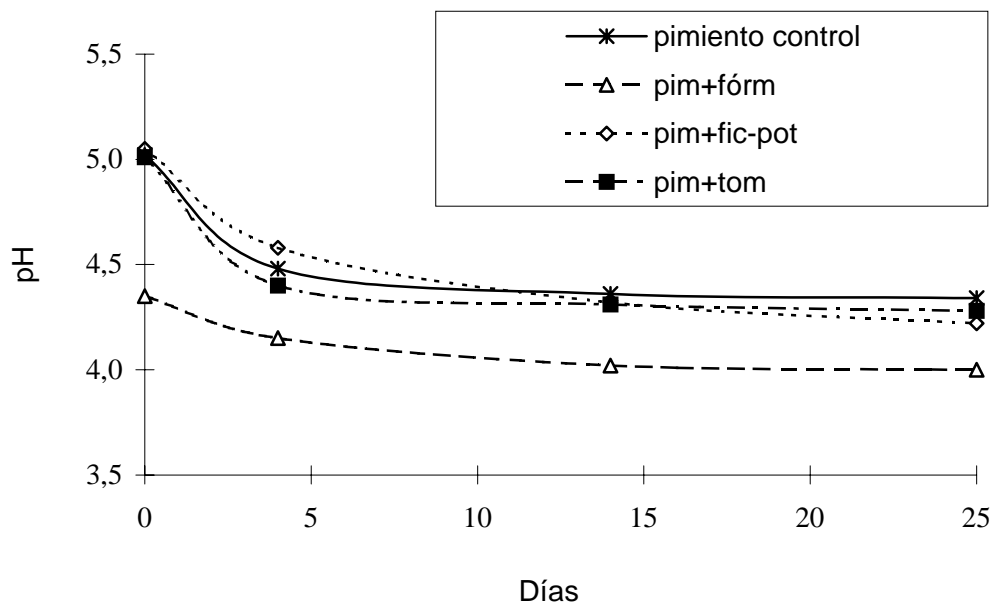


Figura 2. Evolución del pH en ensilado de SVI de pimiento sometido a diversos tratamientos. (pH evolution of pepper byproducts silages affected by several treatments).

VALOR NUTRITIVO DE ENSILAJE DE SUBPRODUCTO DE PIMIENTO

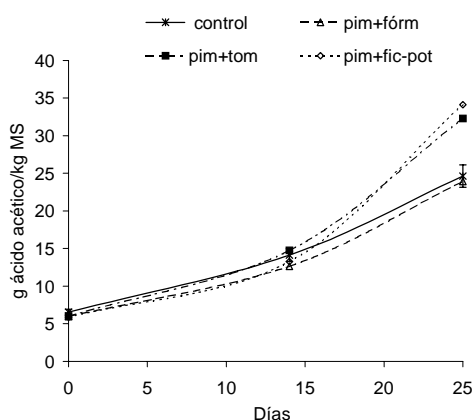


Figura 3. Evolución del contenido en ácido acético (g/kg MS) en ensilados de SVI de pimiento con y sin aditivos. (Acetic acid evolution (g/kg dry matter) in pepper byproducts silages with and without additives treatments).

mente el valor más alto de FND (48,5 p.100), cinco puntos superior al obtenido con ácido fórmico (43,2 p.100). La mezcla con SVI de tomate permite obtener aún menores cantidades de FND (35,64 p.100), debido a su menor contenido. La influencia beneficiosa del ácido fórmico ha sido citada por otros autores (Carpintero *et al.*, 1979) en ensilados de pradera de raygrass inglés (*Lolium multiflorum*) y trébol blanco (*Trifolium repens*). Según McDonald (1981), este efecto se debe a que durante el periodo de almacenaje se produce la hidrólisis de polisacáridos estructurales.

En cuanto a los carbohidratos solubles residuales, el máximo porcentaje corresponde al ensilado tratado con ácido fórmico (se conserva el 86 p.100 de los mismos tras el ensilaje).

METABOLITOS DE FERMENTACIÓN

Los valores de pH, la concentración de ácidos acético y láctico y los porcentajes de nitrógeno soluble y amoniacal tras 24 días de ensilado se muestran en la **tabla II**.

Los valores de pH obtenidos varían entre 4,00 y 4,34, lo que según Keady *et al.*, 1996) permitiría clasificar a estos ensilados prehenificados como de calidad buena, puesto que son inferiores a 4,8. Según otro baremo, en función del contenido de materia seca obtenido (19,51-24,75 p.100), el pH de estabilización debería ubicarse en el rango de 3 a 4,2 (Cañequé *et al.*, 1998), siendo los valores obtenidos ligeramente superiores, excepto en el caso del ensilado tratado con ácido fórmico.

La evolución del pH (**figura 2**) indica que la estabilización del ensilado se alcanza tras 24 días de almacenaje. Vagnoni *et al.* (1997) partiendo de forraje fresco (*Medicago sativa*), obtienen descensos menos acusados de pH para el mismo tiempo de almacenaje, pues desde el valor inicial de 6,40 alcanzan 4,49 en el ensilado control, mientras que en los ensilajes tratados con ácido fórmico, el pH de estabilización alcanzado fue de 4,15.

El efecto inhibitorio del ácido fórmico sobre las fermentaciones también queda patente (**tabla II**) al comparar la generación de ácidos acético y láctico entre tratamientos: son siempre inferiores con ácido fórmico (2,39 y 1,36 g/100 g respectivamente), en consonancia con los datos de otros autores (Barry *et al.*, 1978, Jonsson *et al.*, 1990). La evolución del contenido en ácido acético (**figura 3**) al inicio del ensilaje es, sin embargo, muy similar

para todos los tratamientos.

Con respecto al contenido en nitrógeno soluble, en la mezcla con SVI de tomate se alcanza el 59,6 p.100 sobre nitrógeno total, lo cual está motivado por el mayor valor proteico inicial, y permite por lo tanto clasificar a este ensilado como de calidad buena (50-60 p.100 del nitrógeno total), según Dulphy y Demarquilly (1981). En el resto de los ensilados obtenidos, sin embargo, la calidad sería excelente (porcentaje de nitrógeno soluble inferior al 50 p.100). El porcentaje de nitrógeno amoniacal, al ser inferior al 7 p.100 del nitrógeno total en todos los ensilados obtenidos, los situaría también en una calidad de excelente, según los citados autores. La evolución

en el contenido en nitrógeno amoniacal se muestra en la **figura 4**. Es bastante similar en todos los ensilados, a excepción del control.

El ácido fórmico resultó eficaz para disminuir la amoniogénesis, como se puede comprobar al comparar el porcentaje de nitrógeno amoniacal obtenido en el ensilado tratado con ácido fórmico (3,53 p.100) con el del control (4,96 p.100). Los porcentajes obtenidos son semejantes a los mencionados por otros autores (Mann *et al.*, 1976, Daniel *et al.*, 1970). El aditivo comercial, Fic (compuesto por ácido propiónico) resultó aún mejor al respecto (1,33 p.100). Este efecto beneficioso del ácido propiónico en el control de las fermentaciones de los ensilados ha

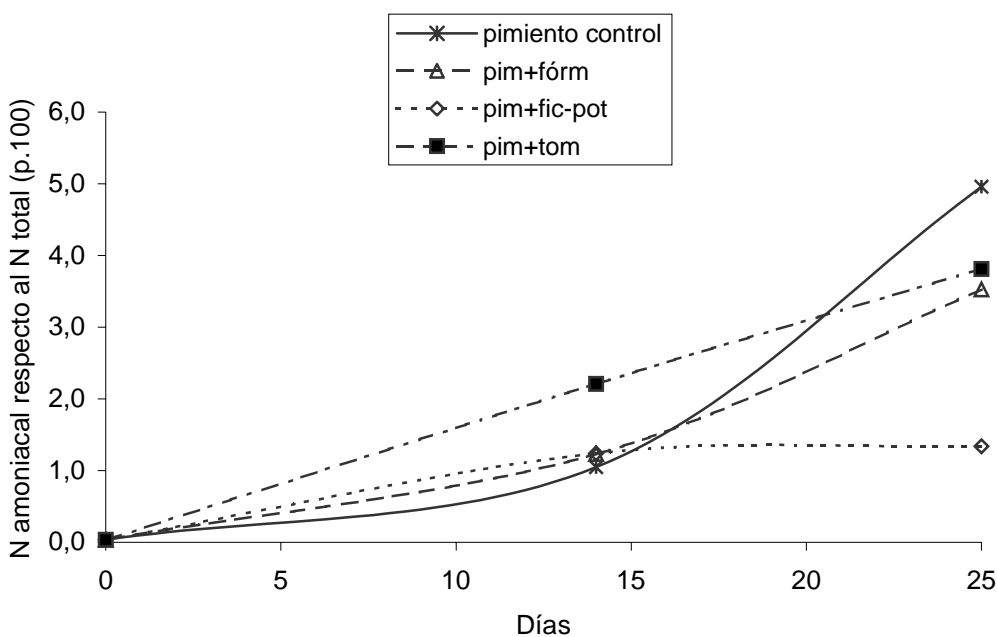


Figura 4. Evolución del contenido de nitrógeno amoniacal en ensilados de SVI de pimiento. (Ammonia nitrogen evolution in pepper byproducts silages).

VALOR NUTRITIVO DE ENSILAJE DE SUBPRODUCTO DE PIMIENTO

Tabla III. Digestibilidad de la materia seca (DIVMS), cinética de fermentación ruminal según modelo: $y = a + b [1 - e^{(-c \cdot t)}]$ (McDonald, 1981) y producción total de gas (PG) para SVI de pimiento sometido a la acción de distintos tratamientos. (Dry matter digestibility (DIVMS), fermentative potential (a+b), ruminal fermentative ratio (c) (simple model: $y = a + b [1 - e^{(-c \cdot t)}]$) (McDonald, 1981), and total gas production for pepper byproducts under different treatments).

Muestra	DIVMS (p.100)	a (p.100)	b (p.100)	c (h ⁻¹)	DER*	PG (ml/ g MS)
pimiento control, 0	0,55±0,01 ^b	-7,39	92,93	0,032	2,47	81,30
pimiento control, 25	0,48±0,01 ^a	-5,01	90,60	0,015	2,45	62,41
pimiento+fórm, 25	0,54±0,03 ^b	-7,31	92,13	0,031	2,45	79,27
pimiento+fic, 25	0,51±0,01 ^{ab}	-6,14	84,25	0,017	2,23	60,51

*Desviación estándar residual.

sido citado por otros investigadores (Hattori, 1994; Meisser and Wyss, 1999).

DEGRADACIÓN RUMINAL

Los parámetros de fermentación ruminal a, b y c, según la ecuación $y = a + b [1 - e^{-ct}]$ (McDonald, 1981), de SVI de pimiento en fresco, así como la digestibilidad *in vitro* de la materia seca (DIVMS) y la producción de gas (PG) se exponen en la **tabla III**. a + b representa el potencia de fermentación (ml), mientras que c representa la velocidad de fermentación (h⁻¹).

Estos parámetros, para el SVI de pimiento en fresco, muestran valores inferiores a los indicados por López *et al.* (2000), tanto de DIVMS (85,2 p.100), como de PG (111,5 ml), y de c (0,079 h⁻¹). Sin embargo, superan los resultados obtenidos por los citados autores en pieles del subproducto de pimiento (43,2 p.100 de DIVMS, 63,9 ml de PG).

Al comparar estos resultados con otros obtenidos a partir de heno de

alfalfa (Khazaal *et al.*, 1993), en estos subproductos se obtienen valores mayores de DIVMS y de potencial de fermentación, pero con inferior velocidad (46,8 p.100, 36,8 ml y 0,063 h⁻¹ en dicho heno, respectivamente).

En consonancia con los antes mencionados efectos sobre los componentes fibrosos, la mayor DIVMS se obtiene en los ensilados tratados con ácido fórmico (54 p.100), valor ligeramente superior al obtenido en raygrass italiano (50,8 p.100) o en heno de trébol persa (51,7 p.100) (Khazaal *et al.*, 1993). En menor grado, también la adición de Fic contribuye a disminuir las pérdidas de DIVMS en los ensilados.

CONCLUSIONES

El SVI de pimiento fresco y/o ensilado presenta un potencial valor nutritivo comparable al de otros forrajes europeos tradicionales de calidad media-alta, puesto que su composi-

ción química revela un elevado contenido proteico y una baja cantidad de fracciones fibrosas.

La adición de aditivos acidificantes (tipo ácido fórmico) es aconsejable para favorecer el proceso de ensilaje al presentar un efecto conservante sobre los carbohidratos solubles y disminuir la generación de ácido acético y nitrógeno amoniacal.

La incorporación de estos aditivos (especialmente del ácido fórmico) es beneficiosa en los ensilados obtenidos, al apreciarse en ellos menores contenidos en fibra y previniendo la

pérdida de digestibilidad de los ensilados con respecto al subproducto de pimiento en fresco.

AGRADECIMIENTOS

El presente trabajo se ha realizado dentro del proyecto *Estudio sobre el aprovechamiento de los subproductos de cultivos bajo plástico en alimentación animal*, financiado por la Fundación para la Investigación Agraria de la Provincia de Almería (FIAPA).

BIBLIOGRAFÍA

- AOAC. 1980. Official Methods of Analysis of the Association of Official Agricultural Chemist. Williams Harwitte, ed, Thirteenth Ed.
- Barry, T.N., J.E. Cook and R.J. Wilkins. 1978. The influence of formic acid and formaldehyde additives and type of harvesting machine on the utilization in lucerne silages with or without intraperitoneal supplements of DL-Methionine. *J. Agric. Sci. Camb.*, 91: 701-715.
- Cañeque, V. y J.L. Sancha. 1998. Ensilado de forrajes y su empleo en alimentación de Ruminantes. p. 67. Mundi-Prensa, Madrid.
- Carpintero, C.M., A.R. Henderson and P. McDonald. 1979. The effect of some pretreatments on proteolysis during the ensiling of herbage. *Grass and Forage Science*, 34: 311-315.
- Daniel, P., H. Honig, F. Weise and E. Zimmer. 1970. Wirkung von Propionsäure bei der Grünfüttersilierung. *Das wirtschaftseigene Futter*, 16: 239-252.
- De Haro, J.E., F.G. Barroso, F.J. Moyano y A. Barros. 1999. Efecto de diversos tratamientos en la calidad del ensilado de subproductos vegetales de invernadero de tomate, judía y pimiento. En: J. Ciria y B. Asenjo Martín (Eds) Producción ovina y caprina, nº XXIV. Jornadas científicas de la sociedad española de ovinotecnia y caprinotecnia.
- Dulphy, J.P. and C. Demarquilly. 1981. Prévision de la valeur nutritive des aliments des Ruminants. Problèmes particuliers aux ensilages pp. 81-104. INRA, Versailles.
- Escobar Lara, A. 1998. Residuos agrícolas. Encuentro Medioambiental Almeriense: en busca de soluciones. pp: 23-47. Almería.
- Hattori, I., S. Kumai and R. Fukumi. 1994. The inhibitive effect of some chemicals on the aerobic deterioration of sorghum silage. *Memoirs of the College of Agriculture. Ehime University*, 38: 295-303.
- Jonsson A., H. Lindberg, S. Sundas, P. Lingvall and S. Lindgren. 1990. Effect of additives on the quality of big-bale silage. *Animal Feed Science and Technology*, 31: 139-155.
- Junta de Andalucía. 1997. Memoria Resumen Año 1997. Consejería de Agricultura y Pesca de la Junta de Andalucía.
- Khazaal, K. 1993. A comparison of gas production

VALOR NUTRITIVO DE ENSILAJE DE SUBPRODUCTO DE PIMIENTO

- during incubation with rumen contents *in vitro* and nylon bag degradability as predictors of the apparent digestibility *in vivo* and the voluntary intake of hays. *Animal Production*, 54: 105-112.
- López, S., D. Davies, M.J. Ranilla, M. Falagan, M.S. Dhanoa, J. Dijkstra and I. McDonald. 1981. A revised model for the estimation of protein degradability in the rumen. *Journal of Agricultural Science*, 96: 251-252.
- Mann, E.M. and P. McDonald. 1976. The effect of formalin and the lower volatile fatty acids on the silage fermentation. *J. Sci. Food Agric.*, 27: 612-616.
- McDonald, P. 1981. The Biochemistry of Silage. pp: 142-145, John Wiley and Sons. New York.
- Megías Rivas, M.D., A. Martínez Teruel y J.A. Gallego Barrera. 1991. Estudio de la evolución de los componentes nutritivos en el ensilado de subproducto de alcachofa. XXXI Reunión Científica de la Sociedad Española de Pastos. Pastoralismo en zonas áridas mediterráneas. pp. 423-426. Murcia.
- Meisser, M. and U. Wyss. 1999. Effects of propionic acid on preservation and quality of baled moist hay. *Agrarforschung*, 6: 437-440.
- Menke, K.H. and H. Steingass. 1988. Estimation of the energetic feed value obtained from chemical analysis and *in vitro* gas production using rumen fluid. *Animal Research Development*, 28: 7-55.
- Osborne, D.R. 1986. Análisis de los nutrientes de los alimentos. pp. 123-128. Acribia, Zaragoza.
- Theodorou, M.K., B.A. Williams, M.S. Dhanoa, A.B. McCallan and J. France. 1994. A simple gas production method using a pressure transducer to determine the fermentation kinetics of ruminant feeds. *Animal Feed Science and Technology*, 48:185-197.
- Van Soests, P.J. 1967. Development of a comprehensive system of feed analyses and its application to forages. *J. Anim. Sci.*, 28:119-128.
- Van Soest, P.J. 1994. Nutritional ecology of ruminant. pp.212-214. Cornell University Press, Ithaca.
- Vagnoni, D.B., G.A. Broderick and R.E. Muck. 1997. Preservation of protein in wilted lucerne using formic, sulphuric, or trichloroacetic acid. *Grass and Forage Science*, 52: 5-11.
- Weatherburn, M.W. 1967. Phenol-hypochlorite reaction for determination of ammonia. *Anal. Chem.*, 39: 971.

Recibido: 31-10-00. Aceptado: 6-4-01.

Archivos de zootecnia vol. 50, núm. 191, p. 333.