

DEYECCIONES DE AVE O UREA COMO SUPLEMENTOS NITROGENADOS DEL ENSILAJE DE MAIZ, PARA LA PRODUCCION DE LECHE¹

Cage layer excreta or urea as nitrogen supplements of maize silage, for milk production

Claudio Wernli K.², Cristián Uslar M.³ y Ernesto Jahn B.⁴

SUMMARY

Two experiments, one using 32 Holstein cows blocked in 4 treatments (productive response) and the other using 24 lambs blocked in 4 treatments (intake, digestibility and nitrogen retention) were carried out in order to study the effect of adding various sources of N to maize silage. Treatments were: (A) Maize silage *ad libitum* + 2.7 kg rapeseed meal/cow (control); (B) Maize ensiled with 40% cage layer excreta, D.M. basis (15% CP), *ad libitum*; (C) Maize silage *ad libitum* + 40% of the same excreta, offered with the silage; (D) Maize ensiled with 0,5% urea (fresh matter basis) *ad libitum*. Cows also received lucerne hay (isoproteic diets) and concentrate, according to estimated requirements.

Fermentation was better in the silage without additives. The addition of urea resulted in lower pH and higher ammonia and total acids, than the addition of excreta.

Intake of D.M. with cows according to treatments was 219(A); 144(B); 148(C) and 172(D) g/kg^{0,75}. Both diets including excreta also resulted in the lowest intakes of protein and metabolizable energy. Milk yield was 15.6 a, 9.8 b, 11,7 bc and 13.5 ac L/cow/day ($P < 0,05$) for treatments A, B, C and D, respectively. Liveweight changes did not differ significantly. Animal response was lower with both rations that included excreta.

With sheep, the silages supplemented with N were evaluated as sole diets, without supplementation of hay or concentrate. *In vivo* digestibilities of D.M., protein and energy, and intakes of digestible protein and energy were lower with diets including excreta, compared to addition of urea or supplementation of rapessed meal. Highest efficiencies of N utilization were reached when urea or excreta were added at ensiling.

It was concluded that cage layer excreta do not constitute a convenient N additive for maize silage when compared to the addition of urea or the use of silage plus rapeseed, under the conditions of this investigation.

Key words: cows, milk production, maize silage, cage layer excreta, urea.

INTRODUCCION

El ensilaje de maíz constituye un recurso forrajero rico en energía, pero de bajo contenido proteico,

¹Recepción de originales: 28 de abril de 1989.

Los autores agradecen la valiosa colaboración del Sr. Hernán Olgún H. en la organización del trabajo de campo, y al personal de los Laboratorios de Nutrición Animal de Estación Experimental La Platina y de la Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales de la Universidad de Chile, por su apoyo en los análisis químicos realizados.

²Oficina Central INIA, Casilla 16077/3, Santiago, Chile.

³Fundo "Los Nogales", Casilla 485, Linares, Chile.

⁴Estación Experimental Quilamapu (INIA), Casilla 426, Chillán, Chile.

por lo que la suplementación con proteína, suele traducirse en notorios aumentos de la productividad. Además, la inclusión de un compuesto nitrogenado al maíz, en el momento de ensilar, contribuye a una mejor fermentación del forraje, al cubrirse las necesidades en nitrógeno de la flora microbiana fermentativa.

La urea es ampliamente usada como aditivo del maíz al ser ensilado, pero falta información sobre el uso de otros aditivos nitrogenados. Las deyecciones de aves son una fuente nitrogenada generalmente de bajo costo, aunque se caracterizan por una gran variación en su contenido de nitrógeno y cenizas (Egaña y Wernli, 1982).

El consumo de ensilaje de maíz confeccionado con cama de broiler, ha sido mayor que el preparado sin aditivos o con urea (Harmon, Fontenot y Webb, 1975b). La comparación del uso de excretas de ponedoras agregada al silo o al comedero como suplemento del ensilaje (Buchanan-Smith, McLeod y Jofriet, 1982), reveló mayor consumo por ovinos, cuando el guano se suministró en el comedero; no se observó diferencias con el afrecho de soya como suplemento proteico, aunque la digestibilidad y la retención de N fueron superiores con el afrecho. En vacas lecheras, de mediano rendimiento y alimentadas con 5 kg de concentrado/vaca/día, Videla y otros (1986) encontraron similar respuesta al usar urea o cama de aves como aditivos al ensilaje. Fontenot (1982) ha recomendado no agregar más de 30% de guano de aves, base m.s., al ensilaje de maíz.

La información sobre el uso de deyecciones de aves como aditivo o suplemento del ensilaje de maíz ofrecido a vacas en lactancia, es limitada. El presente estudio se realizó con el objeto de comparar el efecto de la urea o las deyecciones de aves ponedoras, como aditivos del maíz para ensilaje, sobre el proceso de ensilado y la respuesta en vacas lactantes. Además, se estudió la alternativa de agregar las excretas al forraje en el momento de ensilar, o junto con el ensilaje en el comedero.

MATERIALES Y METODOS

En la Estación Experimental La Platina (INIA), Santiago, 33° 34' lat. S y 70° 38' long. W, se realizó dos ensayos simultáneamente: uno con vacas leche-

ras, para medir la respuesta productiva; y otro con ovinos, para medir el consumo y la digestibilidad de los ensilajes.

Alimentos

El maíz se cosechó con madurez de grano pastoso y 27% de materia seca, ensilándolo simultáneamente en tres silos canadienses y destinándose alternadamente cada carro a distinto silo. Se ensiló 34 ton con cada uno de los aditivos (urea; o deyecciones de aves de postura en jaula: mezcla de fecas, orina, plumas y alimento derramado) y 75 ton sin aditivos. Los aditivos se incluyeron con el propósito de aportar el 33% de la proteína cruda de la ración total requerida por las vacas lactantes, tratando que sus aportes en N al silo fuesen iguales. En un silo se agregó 181 kg m.s. de deyecciones de ave/ton m.v. de forraje; en otro, urea granulada en dosis de 5 kg/ton m.v. En cada carro descargado de forraje, los aditivos se mezclaron con éste, tomándose cada vez una muestra representativa de forraje y de excretas, para análisis químico. Los tres ensilajes se compactaron con tractor por períodos iguales cada uno, y se cubrieron con carpa de polietileno. Los tres silos se abrieron al cabo de 90 días y a medida que fueron utilizados, se recolectó muestras representativas, una parte de las cuales se preservó por congelación y la otra fue secada al horno (65° C) con ventilación forzada, para análisis químico.

La composición química del forraje cosechado y de los alimentos usados en los experimentos, se indica en el Cuadro 1.

CUADRO 1. Composición química y nutricional de ingredientes y alimentos usados (% base m.s.)

TABLE 1. Chemical composition and in vitro digestibility of ingredients and feeds used (% D.M. basis)

Componente	Ingredientes				
	Forraje maíz	Heno de alfalfa	Afrecho raps	Deyecciones de ave	Concentrado
Materia seca	27,1	89,7	90,0	68,9	-
Cenizas	6,11	8,87	7,67	55,7	9,88
Proteína cruda	7,03	15,3	37,7	15,0	15,2
Fibra detergente neutro	61,1	48,5	-	32,2	-
Fibra detergente ácido	28,8	33,4	-	22,0	-
Celulosa	21,4	24,2	-	4,97	-
Hemicelulosa	32,0	15,0	-	10,2	-
Lignina	4,90	8,40	-	6,33	-
Sílice	0,34	0,14	-	0,44	-
Energía bruta (kcal/g)	4.304	4.357	4.596	1.641	4.286
Digestibilidad <i>in vitro</i>					
m.s.	67,6	68,3	-	55,6	-
m.o.	68,0	66,0	-	34,3	-

Ensayo de producción de leche

Se utilizaron 32 vacas Holstein, con un rendimiento promedio inicial de 18,8 L/día y con un período de lactancia que fluctuaba entre dos y tres meses al inicio del ensayo. Las vacas (8 bloques de 4 animales cada uno, según rendimiento lechero y número de parto) se sortearon al azar, en los siguientes tratamientos:

- I. Ensilaje de maíz sin aditivo a discreción, más 2,7 kg afrecho de raps/día.
- II. Maíz ensilado con 40% de deyecciones de ponedoras, a discreción.
- III. Ensilaje de maíz sin aditivos a discreción, más 40% de deyecciones de ponedoras (utilizado en II), suministrado en el comedero.
- IV. Maíz ensilado con 0,5% urea base m.v., a discreción.

Los tratamientos I, II y III recibieron heno de alfalfa en cantidades de 4,57 kg/vaca y el tratamiento IV, 1 kg/vaca/día, con el objeto de hacer la comparación entre fuentes de N sobre base isoproteica. Además, se ofreció un concentrado energético según requerimientos (resultando un aporte de 1 kg/2 L de leche sobre los 18 L, con restricción de suministrar cantidades totales iguales en los 4 tratamientos) y una mezcla mineral completa, a libre disposición.

El concentrado se entregó individualmente, en dos parcialidades al día durante las ordeñas. La conformación teórica inicial de las raciones fue realizada para conseguir un contenido nutritivo similar entre tratamientos y garantizar un aporte diario del 105% de los requerimientos según NRC (1978). Las raciones se estructuraron sobre un consumo fijado en 17,6 kg m.s./vaca/día, para todos los tratamientos, y en base a la composición proteica real de los ingredientes usados. Los contenidos en P.C. fueron 12,00; 11,99; 11,99 y 12,40% y los valores energéticos 2,29; 2,17; 2,17 y 2,35 E.M./kg m.s., para los tratamientos I, II, III y IV, respectivamente.

Las vacas se mantuvieron durante todo el ensayo en corrales con piso de tierra, techumbre parcial, y dormideros individuales, agrupadas de acuerdo a tratamiento, y dispusieron de agua de bebida a discreción.

El ensayo tuvo un período pre-experimental de 8 días, seguido por una etapa experimental de 51 días. Los ensilajes y los suplementos proteicos se suministraron a las 09:00 hr, en cantidad aproxi-

madamente 20% superior al consumo promedio de los tres días precedentes. La cuantía de sobras se apreció diariamente, antes del suministro de los alimentos, y se mezcló con éstos. Cada dos o tres días, se descartaron las sobras, previo pesaje de éstas, obteniéndose una muestra para determinación de materia seca. También, cada tres días se tomaron muestras de los ingredientes alimenticios, los que fueron secados en horno para su posterior análisis químico.

Las vacas se ordeñaron a las 08:30 y 16:30 hr, midiéndose diariamente la productividad individual de leche, y fueron pesadas después de la ordeña matinal, sin destare, por tres días consecutivos en tres ocasiones, entre el inicio y el término del período experimental.

Ensayo de consumo, digestibilidad y retención de N, con ovinos

Paralelo al ensayo de producción antes descrito, se utilizó 24 corderos Merino Precoz, con peso vivo promedio de 25,3 kg, bloqueados según peso vivo y sorteados en 4 tratamientos, de 6 animales, en un diseño de bloques al azar. Los tratamientos estuvieron constituidos por cada uno de los ensilajes y suplemento proteico del ensayo de producción, ajustándose las proporciones de ambos, de acuerdo a cada tratamiento aplicado a las vacas, excluyéndose los aportes de heno y concentrado. Los animales se mantuvieron individualmente en corrales de 1,5 m², con comedero y bebedero. El ensayo tuvo una fase pre-experimental de 13 días, seguido por un período experimental de 10 días, en que se midió consumo voluntario y digestibilidad *in vivo*. El suministro de ensilaje y suplemento se realizó de acuerdo a lo descrito en el ensayo de producción lechera. Las sobras de la ración durante el período experimental, se pesaron y retiraron diariamente, tomándose una muestra en cada ocasión, para análisis químico; el alimento caído al suelo, fue recolectado diariamente, pesado y secado en horno. Se recolectó diariamente una muestra del ensilaje (separando una para preservación por congelación y otra para secar al horno) y de los suplementos proteicos, para análisis químicos. Se midió digestibilidad aparente de las dietas, por recolección total de heces usando bolsas y arneses durante los 10 días de la etapa experimental, usando 4 corderos sorteados al azar dentro de cada grupo, considerando el consumo de alimento durante el período comprendido entre 2 días antes del comienzo y del término de la recolección fecal. Las heces de cada animal se pesaron diariamente y se obtuvo una muestra representativa que se secó al horno (65° C por 48 hr) y se acumuló individualmente con el objeto de analizarla químicamente. Los animales se

pesaron individualmente con destare, al inicio y al final del período experimental. Al término de este experimento, se sortearon dos animales de cada tratamiento, determinándose con sus mismos tratamientos, la retención y eficiencia de utilización del N. Se utilizó jaulas individuales metálicas, procediéndose a medir consumo y excreción fecal durante 10 días, de acuerdo a lo descrito anteriormente, y a recolectar diariamente la excreción urinaria preservada con 5% H₂SO₄ 10 N, obteniéndose una alícuota de 10% para análisis del contenido de N.

Análisis químico

Las muestras de forraje ensilado, de ensilaje (seco al horno), suplementos nitrogenados, heno, alimento concentrado, sobras y fecas, fueron analizadas en cuanto a contenido de cenizas, nitrógeno total y energía bruta, según AOAC (1970). Los componentes estructurales en los forrajes y deyecciones de aves, se determinaron según Goering y Van Soest (1970) y el contenido de N en orina según AOAC (1970). En muestras de ensilaje preservado por congelación, se midió pH sobre el extracto; la concentración de ácido láctico, utilizando dehidrogenasa láctica (Hohorst, 1959); el contenido de ácidos grasos volátiles en el extracto, por cromatografía gas-líquido; y el contenido de N amoniacal en ensilaje fresco, por destilación del N, en forma similar al método Kjeldahl (AOAC, 1970). El contenido de m.s. verdadera y de N de los ensilajes, se determinó sumando los componentes volátiles (ácidos grasos y N volátiles) al contenido de m.s. determinado en

horno. El valor calórico de los ensilajes, se corrigió por el mayor aporte de sus ácidos grasos volátiles, de acuerdo a lo descrito por Wernli y Ojeda (1990). La digestibilidad *in vitro* de la m.s. y m.o. se determinaron según Tilley y Terry (1963).

Análisis estadístico

La productividad de leche y variación de peso vivo de las vacas se analizó por covariancia (covariable peso vivo inicial, en ambos casos). El consumo voluntario de alimentos, digestibilidad *in vivo* y consumo de nutrientes digestibles con los ovinos, se evaluó por análisis de variancia.

RESULTADOS

Caracterización de los ensilajes

El contenido de m.s. corregida y de cenizas, fueron mayores en el ensilaje preservado con deyecciones de ponedoras, en comparación con los otros ensilajes (Cuadro 2).

Los compuestos derivados de la fermentación del forraje durante el ensilado, revelan que el proceso fue más favorable en el ensilaje sin aditivo, observándose un menor pH, mayor contenido de los ácidos láctico y acético, mayor proporción de ácido láctico entre los ácidos totales generados, y niveles marcadamente más bajos de N amoniacal y ácido butírico, en relación a los forrajes ensilados

CUADRO 2. Composición química de los ensilajes de maíz utilizados

TABLE 2. Chemical composition of maize silages used

Componente (% base m.s. corregida)	Ensilaje		
	Sin aditivo	Aditivo deyecciones ave	Aditivo urea
Materia seca	30,6	39,2	30,2
Proteína cruda	5,77	7,76	8,10
Cenizas	5,29	25,9	5,66
Energía bruta (kcal/g)	4.136	3.678	4.302
pH	3,95	6,45	5,14
Acido láctico	6,91	2,14	2,61
Acido acético	4,28	1,49	3,06
Acido propiónico	0,212	0,266	0,537
Acido butírico	0,282	1,047	3,439
Acidos totales	11,68	4,94	9,64
Acido láctico (% sobre ácidos totales)	59,2	43,3	27,1
N amoniacal	0,062	0,428	0,867
N amoniacal (% sobre N total)	6,3	28,5	49,9

con deyecciones de ave o urea. En estos dos, la producción de ácido láctico fue baja y la de amoníaco alta, observándose que con la adición de excretas, la proporción de ácido láctico sobre el total de ácidos fue mayor y la formación de amoníaco menor que al aplicar urea. Sin embargo, la fermentación y preservación pareció más adecuada en el ensilaje con urea, considerando la mayor producción de ácidos totales (particularmente ácidos grasos volátiles) y el menor pH final alcanzado (Cuadro 2).

Evaluación nutritiva y respuesta animal

El consumo de ensilaje y de la ración total, fueron altos con el ensilaje suplementado con afrecho de raps, superando entre ensilajes a aquel con urea, a pesar del consumo mayor de complementos (heno y afrecho de raps) en el primer tratamiento (Cuadro 3). Los consumos más bajos se encontraron al incluir las deyecciones de ave en la dieta, siendo similares cuando este subproducto se incluyó al ensilar o en el comedero.

El consumo estimado de E.M. registró diferencias similares a los de consumo de m.s., pero con valores notoriamente bajos al incluirse deyecciones de ave en ambas formas. El consumo de P.C. fue bajo y similar en las dietas que incluyeron urea o excretas, alcanzando en promedio 59% del consumo observado con el ensilaje suplementado con afrecho de raps (Cuadro 3).

La producción de leche fue mayor con los tratamientos de ensilaje suplementado con raps y de maíz ensilado con urea, en comparación con ambos tratamientos que incluyeron deyecciones de ave, aunque con el suministro de deyecciones en el comedero, el rendimiento lechero no difirió significativamente respecto a la ración basada en ensilaje-urea (Cuadro 3). La entrega de deyecciones de ave en el comedero, mostró una tendencia hacia un mayor rendimiento lechero, asociado a menores pérdidas de peso y mejor eficiencia de conversión de alimentos en leche, en comparación con la agregación de las mismas deyecciones al ensilar, lo que no fue válido estadísticamente, bajo las condiciones de la presente investigación ($P > 0,05$).

CUADRO 3. Consumo voluntario y respuesta animal promedio en vacas lactantes¹, sometidas a diferentes tratamientos

TABLE 3. Voluntary feed intake and animal response in lactating cows, under different treatments

	Tratamiento			
	Ensilaje + A. raps	Ensilaje con deyecciones al ensilar	Ensilaje + deyecciones al comedero	Ensilaje con urea al ensilar
Consumo (kg m.s./día)				
Ensilaje	18,37	9,46	6,54	16,94
Heno	4,10	4,10	4,10	0,91
Excreta ponedora	-	-	3,60	-
Afrecho raps	2,47	-	-	-
Concentrado	1,13	1,13	1,13	1,13
Total	26,07	14,69	15,37	18,98
Total (g.m.s./kg ^{0,75} P.V.)	219,1	143,6	148,2	172,0
Consumo P.C. (g/día)	2.777	1.533	1.716	1.683
Consumo E.M. ² (Mcal/día)	62,6	27,7	29,5	47,4
Productividad de leche (L/vaca/día)	15,6 a	9,8 b	11,7 bc	13,5 ac
Eficiencia de conversión (L leche/kg m.s. consumo)	0,60	0,67	0,76	0,71
Peso vivo (kg)				
Peso inicial	591	489	489	541
Peso final	578	467	479	515
Variación (g/vaca/día)	-260 a	-704 a	-359 a	-742 a

¹Letras distintas sobre una misma línea revela diferencia ($P \leq 0,05$) entre tratamientos.

²Calculado en base a contenidos de energía metabolizable (Mcal/kg m.s.), estimados para los ingredientes usados: ensilaje maíz sin aditivo (2,45); ensilaje maíz con deyecciones de ponedora (1,70); ensilaje maíz con urea (2,50); deyecciones de ponedora (0,50); afrecho de raps (2,40); heno de alfalfa (2,10) y concentrado (2,70).

La variación en peso vivo de las vacas, bajo las condiciones del presente experimento, no difirió significativamente entre tratamientos.

La evaluación con ovinos, de los ensilajes suministrados como único forraje y suplementados con N, reveló tendencias similares a las observadas en las vacas, aunque las diferencias entre tratamientos fueron menos marcadas con los ovinos (cuadros 3 y 4).

La digestibilidad de la m.s. fue máxima para el ensilaje preservado con urea, seguido en orden decreciente, por el ensilaje suplementado con afrecho de raps, el ensilado con excretas y la entrega de excretas en el comedero (Cuadro 4). Por otra parte, la digestibilidad de la m.o. del ensilaje preparado con deyecciones fue menor que cuando el subproducto se entregó en el comedero, probablemente explicado por una selectividad que indujo a una mayor ingestión de ensilaje y menor de excretas, en este último tratamiento. La digestibilidad de la proteína y energía, fueron también notablemente menores cuando se usó deyecciones de ave.

Los consumos de m.s. digestible, m.o. digestible, proteína digestible y energía digestible, fueron máximos con la dieta de ensilaje y afrecho de raps,

seguidos por el ensilado con urea, y significativamente más bajos con ambos tratamientos que incluyeron deyecciones (Cuadro 4).

La retención de N y su eficiencia de utilización, fueron notoriamente mayores con el ensilaje preparado con urea en relación a los demás tratamientos (Cuadro 5). El ensilaje preparado con excretas, indicó valores satisfactorios, particularmente en la utilización del N absorbido o valor biológico; el aporte de deyecciones de ave en el comedero resultó en las más bajas eficiencias de uso del N ingerido y absorbido.

DISCUSION

Composición y fermentación de los ensilajes

La diferencia en el contenido de N amoniacal observado entre ambos ensilajes con aditivo, podría atribuirse en parte a la naturaleza del N agregado en cada caso. La inclusión de urea implicó un aporte de 0,85% de nitrógeno no proteico (NNP) base m.s., liberado en forma de amoníaco. La adición de las deyecciones de ave, por otra parte, cuyo N podría estimarse constituido en aproximadamente 60% por

CUADRO 4. Consumo voluntario, digestibilidad *in vivo* y consumo de nutrientes digestibles promedio, con los ensilajes suplementados con nitrógeno, en ovinos¹

TABLE 4. Voluntary feed intake, *in vivo* digestibility and intake of digestible dry matter, for silages supplemented with nitrogen, in sheep

	Tratamiento			
	Ensilaje + A. raps	Ensilaje con excretas al ensilar	Ensilaje + excretas al comedero	Ensilaje con urea al ensilar
Consumo de m.s.				
g/animal/día	989	624	744	806
g/kg P.V. ^{0,75} /día	73,1 a	52,9 b	63,1 ab	66,5 ab
Digestibilidad aparente (%) de:				
Materia seca	64,7 b	60,1 c	55,7 d	68,7a
Materia orgánica	68,1 b	55,6 d	64,1 c	71,9 a
Proteína cruda	49,0 a	38,6 b	26,4 c	46,6 a
Energía bruta	63,8 a	53,7 b	57,5 b	66,9 a
Consumo de nutrientes digestibles/día (g)				
m.s. digestible	642 a	375 c	411 c	551 b
m.o. digestible	640 a	228 d	392 c	544 b
Proteína digestible	381 a	206 c	146 c	295 b
Energía digestible	26,4 a	10,5 d	14,9 c	22,1 b

¹Letras distintas sobre una misma línea, indica diferencia ($P \leq 0,05$) entre tratamientos.

CUADRO 5. Eficiencia de utilización del N en dietas de ensilaje suplementados con N**TABLE 5. Efficiency of N utilization in diets of silage supplemented with N**

	Tratamiento			
	Ensilaje + A. raps	Ensilaje con excretas al ensilar	Ensilaje + excretas al comedero	Ensilaje con urea al ensilar
Retención de N				
g/día	4,16 bc	5,23 b	2,56 c	13,16 a
g/kg P.V. ^{0,75} /día	0,307	0,443	0,209	1,086
Eficiencia utilización N (%)				
N retenido/N ingerido	30,9 c	42,6 b	21,7 d	62,5 a
N retenido/N absorbido	61,1 b	78,3 a	51,6 b	84,7 a

¹Letras distintas sobre una misma línea indica diferencia ($P \leq 0,05$) entre tratamientos.

N proteico y 40% por NNP (Egaña y Wernli, 1982) significó un aporte de 0,38% de NNP, base m.s. ensilada, y de 0,58% como N proteico. Este último, de lenta y compleja metabolización a amoníaco, junto con una aparente inhibición parcial de la fermentación anaeróbica (de acuerdo a la menor producción de ácidos totales observada en relación al ensilaje sin aditivos), podría contribuir a explicar el menor nivel de N amoniacal encontrado en el ensilaje preparado con deyecciones de ave. Buchanan-Smith y otros (1982) también encontraron aumentos notorios en la concentración de N amoniacal del ensilaje al agregar excretas de ponedoras, y Harmon, Fontenot y Webb (1975a) y Nowar (1985) al agregar cama de broiler o urea; sin embargo, Harmon y otros (1975a) encontraron escaso efecto al usar urea como aditivo.

El aumento en pH y la reducción en el contenido de ácidos láctico y acético con las adiciones de los suplementos nitrogenados al forraje, han sido confirmados por Nowar (1985), al usar cama de broiler o urea como aditivos al ensilaje de maíz con 20% de m.s.; esto contrasta con leves aumentos de ambos ácidos informados por Harmon y otros (1975a) y Buchanan-Smith y otros (1982); más aún, los primeros observaron sólo leves aumentos en el pH al agregar cama de aves, y la adición de urea no afectó el pH del ensilaje.

Los compuestos de la fermentación resultante en los ensilajes con aditivos, en el presente estudio sugieren la ocurrencia de alguna inhibición del proceso, particularmente al usar deyecciones de gallinas. Las razones no aparecen claras, pudiendo plantearse la eventual acción de un agente inhibidor (ej. antibióticos u otros excretados en las fecas de aves). Sin embargo, otros antecedentes revelan que

la inclusión de 30 ó 45% de cama de broiler al ensilaje de maíz, aumentó la población bacteriana del ensilaje en relación al testigo preparado sin aditivos (Harmon y otros, 1975a). La naturaleza de la fermentación del ensilaje de maíz preservado con suplementos nitrogenados no tradicionales requiere mayor investigación.

Respuesta animal

El consumo voluntario de las raciones estudiadas, apareció como una de las principales condicionantes de la respuesta productiva animal. Las diferencias en consumo voluntario determinadas con ovinos reflejaron en alguna medida, lo observado con las vacas lecheras, que recibieron además heno de alfalfa y concentrado.

La diferencia entre ambos tratamientos de menor consumo (con deyecciones de ave), concuerda con lo observado por Buchanan-Smith y otros (1982) en ovinos, al agregar 10 ó 20% de excretas de ponedoras (19,4% P.C., base m.s.). El consumo voluntario fue menor ($P \leq 0,05$) cuando las excretas se incluyeron al ensilar, que cuando las mismas se suministraron en el comedero, junto al ensilaje. Sin embargo, en ese caso, la suplementación con excretas en el comedero, resultó en iguales consumos que el testigo (ensilaje de maíz y afrecho de soya) con iguales cantidades de N.

El bajo consumo del ensilaje con deyecciones en el presente estudio, no podría explicarse por la acidez del forraje, factor que limita frecuentemente el consumo de este tipo de alimentos (Wernli, 1975), ya que el contenido de ácidos disminuyó y el pH aumentó, al agregar las deyecciones. Por otra parte, podría sugerirse, una limitación de palatabilidad o

por aumento notorio en el contenido de aminos del ensilaje preparado con excretas (Buchanan-Smith y otros, 1982). Además, cabe hacer notar que la adición de excretas al ensilaje de maíz, puede resultar favorable, aumentando el consumo cuando se compara con ensilaje de maíz sin aditivo y sin suplementación proteica alguna (Harmon y otros, 1975b).

La mayor digestibilidad *in vivo* del ensilaje con urea, en comparación con aquel sin aditivo y suplementado con afrecho de raps (Cuadro 4), podría atribuirse a un probable efecto de la mayor liberación de amoníaco sobre el forraje ensilado. También, aunque en menor medida, podría haber contribuido a ello el efecto del mayor consumo del ensilaje suplementado con raps, reduciendo la digestibilidad. Los menores valores de digestibilidad, en las raciones que incluyeron deyecciones, podrían asignarse a la baja digestibilidad *in vitro* de la m.s. y particularmente, de la m.o. del subproducto (Cuadro 1). Asociado a ello, también la digestibilidad de la proteína fue menor con los ensilajes que incluyeron deyecciones. Menores digestibilidades *in vivo* en ovinos, también fueron informadas por Buchanan-Smith y otros (1982), al agregar excretas de aves de jaula al ensilar el maíz o en el comedero junto con el ensilaje (digestibilidad promedio de 70,7%), en comparación con el ensilaje suplementado con afrecho de soya (78,2%).

La mayor eficiencia de utilización del N ingerido y absorbido, al incorporar los suplementos urea y deyecciones de ave al ensilaje, sugiere un efecto favorable de una probable transformación de parte del NNP agregado en N proteico microbiano, durante la fermentación del forraje, reduciendo la liberación de amoníaco en el rumen y mejorando la absorción de éste. Sin embargo, considerando el elevado contenido y proporción de N amoniacal de los ensilajes con aditivo, particularmente con urea, es posible, también, que la mayor retención y eficiencia de utilización del N en el ensilaje con urea se explique por una mayor actividad de la flora ruminal, que pudo convertir el N-NH₃ en N bacteriano. Por otra parte, del contraste entre el aporte de afrecho de raps o deyecciones de ave en el comedero, se deduce que una mayor proporción del N ingerido alcanzaría el intestino delgado, al suministrar afrecho de raps; pero la utilización del N absorbido no difirió significativamente, al suplementar con cualquiera de ambas fuentes proteicas.

El contraste en rendimiento lechero entre tratamientos, puede interpretarse principalmente en función de las ingestiones de proteína y energía

metabolizable. El mayor consumo de ésta, correspondió al tratamiento de ensilaje más afrecho de raps (Cuadro 3), debido al elevado consumo de alimentos y la alta digestibilidad del ensilaje suplementado (Cuadro 4). Este fue seguido por la ración basada en ensilaje preservado con urea, con menor consumo que el anterior, pero con mayor digestibilidad y valor energético del ensilaje. Los consumos inferiores de proteína y energía metabolizable ocurridos con el uso de deyecciones en ambas modalidades, reflejan los bajos consumos y digestibilidades del ensilaje más excretas. Ninguna de las modalidades de aplicación de deyecciones de ave aparece definitivamente más ventajosa, aunque con una leve superioridad en consumo de proteína y energía, en rendimiento lechero y en eficiencia de conversión alimenticia (estadísticamente no demostrados), al ofrecer las deyecciones en el comedero.

El consumo de proteína limitó primordialmente la productividad de leche. La ingestión de P.C. calculada con las raciones que incluyeron deyecciones de ponedoras, alcanzaría a cubrir los requerimientos para mantención y producción (NRC, 1978) de aproximadamente 12 kg de leche/día; con la ración de mayor consumo de P.C. (ensilaje suplementado con afrecho de raps), se habría logrado cubrir las necesidades para mantención y producción de 25 kg/día. La eficiencia de uso del N, que de acuerdo a la prueba con ovinos, fue notoriamente mayor cuando la urea o las deyecciones se agregaron al forraje al ensilar (Cuadro 5), debería contribuir a una mayor nutrición proteica en estos tratamientos. Sin embargo, los resultados del ensayo con vacas sugieren que el consumo total de P.C. (Cuadro 3) influyó en mayor grado sobre la respuesta productiva lechera, que las diferencias entre dietas en eficiencia de utilización de la proteína.

El consumo de E.M, que presentó similar orden de diferencias que en consumo de P.C. no aparece influyendo sobre el rendimiento lechero; pues la ingestión de energía, con ambos tratamientos con excretas, permitirían cubrir los requerimientos (NRC, 1978) para mantención y producción de 11 kg/día, y con las raciones de ensilaje de maíz-urea y ensilaje de maíz-afrecho de raps, las necesidades para 25 y 40 kg de leche/vaca/día, respectivamente. Considerando que el consumo en P.C. y energía con la ración de ensilaje de maíz y raps superó con creces los requerimientos proteicos y energéticos para la productividad observada (15,6 kg/vaca), este rendimiento representa aparentemente el límite de la potencialidad genética productiva de los animales en ensayo.

CONCLUSIONES

El uso de deyecciones de ave de postura (con las características de la utilizada) no es recomendable, ya sea agregándola al forraje en el momento de ensilar o suministrándola junto al ensilaje en el comedero. La inclusión de urea al silo ofreció mayores ventajas que las excretas, ya que derivó en una mejor fermentación y propiedades preservantes del forraje y permite el uso de menores aportes de heno de alfalfa en la ración, alcanzando una relativamente alta productividad de leche. Los mejores resultados cabe esperarlos del uso de ensilaje sin aditivos y suplementado con afrecho de raps, aunque resta asignar costos a las distintas raciones a fin de evaluar los tratamientos económicamente.

En consideración a que la ingestión en P.C. constituyó la principal limitante de la productividad lechera en el experimento, el uso de excretas con mayor contenido en P.C. podría elevar el tenor de ésta en el ensilaje o ración final y, también, incrementar la ingestión diaria de proteína. En tal caso podría esperarse una respuesta significativa en rendimiento lechero, siempre que el uso de las excretas no afecte negativamente sobre el consumo de alimentos. El estudio sobre el efecto de dosis y composición química de las deyecciones de aves sobre la fermentación y pérdidas del ensilaje, y sobre la respuesta productiva animal, requiere de mayor investigación.

RESUMEN

Con el objeto de estudiar el efecto de agregar distintas fuentes de nitrógeno al maíz de silo, se realizaron dos ensayos simultáneos, uno utilizando 32 vacas Holstein bloqueadas en 4 tratamientos (medición de respuesta productiva), y otro usando 24 corderos bloqueados en los 4 tratamientos (mediciones de consumo, digestibilidad y retención de N). Los tratamientos fueron (A) Ensilaje de maíz *ad libitum* más 2,7 kg afrecho raps/vaca (testigo); (B) Maíz ensilado con 40% de deyecciones de ave de postura base m.s. (15% P.C.), *ad libitum*; (C) Ensilaje de maíz *ad libitum* + 40% de iguales deyecciones que en B, suministradas en comedero; (D) Maíz ensilado con 0,5% de urea base m.v., *ad libitum*. Las vacas recibieron, además, heno de alfalfa (raciones isoproteicas) y concentrado energético, según requerimientos estimados.

El proceso fermentativo fue más favorable en el ensilaje sin aditivos. La adición de urea redundó en menor pH y más ácidos totales y amoníaco que la de deyecciones.

El consumo de m.s. en las vacas (según tratamiento) fue 219 (A); 144 (B); 148(C) y 172(D) g/kg^{0,75}. Ambas raciones con deyecciones, registraron también los menores consumos de proteína y energía metabo-

lizable. La productividad de leche fue 15,6a; 9,8b; 11,7bc y 13,5ac L/vaca/día para los tratamientos (A), (B), (C) y (D), respectivamente. Las variaciones en peso vivo no difirieron estadísticamente, concluyéndose que la respuesta animal fue inferior con las raciones que incluyeron deyecciones de ave.

Con corderos, se evaluaron únicamente los ensilajes suplementados con N, sin complementación con heno o concentrado. La digestibilidad *in vivo* de la m.s., proteína y energía y el consumo de proteína y energía digestibles, fueron todos menores con las dietas que incluyeron excretas. Las mayores eficiencias de utilización del N fueron cuando la urea o las deyecciones se agregaron al silo.

Se concluyó que las deyecciones de ave de postura no son un buen complemento nitrogenado para el ensilado de maíz, en relación al uso de urea, o la suplementación del ensilaje de maíz con afrecho de raps, bajo las condiciones de la presente investigación.

Palabras claves: vacas, producción de leche, ensilaje de maíz, excretas de ave, urea.

LITERATURA CITADA

AOAC - ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. 1970. Official methods of analysis. Association of Official Agricultural Chemists. Washington D.C. 1.015 p.

BUCHANAN-SMITH, J.G., MACLEOD, G.K. and JOFRIET, J.C. 1982. Wet cage layer excreta added to whole plant corn prior to its ensiling and effect on food intake and utilization by sheep. Can. J. Animal Sci. 62: 163-172.

- EGAÑA, J. IGNACIO, y WERNLI K., CLAUDIO. 1982. Utilización de desechos agrícolas y subproductos agroindustriales nacionales en la alimentación de rumiantes. En: C. Wernli (ed.). Utilización de subproductos en la alimentación del ganado. Soc. Chilena de Producción Animal. Santiago, p.:11-35
- FONTENOT, J.P. 1982. Generalidades sobre subproductos utilizados en la alimentación del ganado. En: C. Wernli (ed.). Utilización de subproductos en la alimentación del ganado. Soc. Chilena Producción Animal, Santiago, p.: 7-10.
- GOERING, H.K. and VAN SOEST, P.J. 1970. Forage Fiber Analysis. Apparatus, reagents, procedures and some applications. Agr. Handbook 379. Agricultural Research Service. USDA, Washington, D.C.
- HARMON, B.W., FONTENOT, J.P. and WEBB, K.E. Jr. 1975a. Ensiled broiler litter and corn forage. I. Fermentation characteristics. J. Animal Sci. 40 (1): 144-155.
- HARMON, B.W., FONTENOT, J.P. and WEBB, K.E. Jr. 1975b. Ensiled broiler litter and corn forage. II. Digestibility, nitrogen utilization and palatability by sheep. J. Animal Sci. 40 (1): 156-160.
- HOHORST, H. 1965. L (+) Lactate determination with lactic dehydrogenase and DPN. In: H.V. Bergmeyer (ed.) Methods of enzymatic analysis. Academic Press. New York-London p.:266-269.
- NOWAR, M.S. 1985. Biochemical studies on silage. III. Effect of adding urea and poultry litter as crude protein sources on the course of fermentation and the quality of corn silage. Original no consultado, compendiado en Nutrition Abstracts & Reviews 55:(6): 298.
- NRC-NATIONAL RESEARCH COUNCIL. 1978. Nutrient Requirements of Dairy Cattle. National Academy of Sciences. Washington, D.C. 76 p.
- TILLEY, J.M. and TERRY, R.A. 1963. A two-stage technique for the *in vitro* digestion of forage crops. J. Br. Grassland Soc. 18: 104-111.
- VIDELA, D., PEREIRA DE MELLO, R., DE ASSIS VILLACA, H., MARIA DA CRUZ, G. e ABILIO MOREIRA, H. 1986. Efeito da cama de aviário e da ureia na ensilagem do milho sobre o desempenho de vacas em lactacao. Rev. Soc. Bras. Zoot. 15 (1): 57-68.
- WERNLI, CLAUDIO. 1975. El valor nutritivo de los forrajes ensilados. I. Consumo voluntario. Agricultura Técnica 35 (1): 47-60.
- WERNLI, CLAUDIO y OJEDA, FELIX. 1990. Metodologías para investigaciones sobre conservación y utilización de ensilajes. En: Nutrición de Rumiantes: Guía Metodológica de Investigación (Edit. M. Ruiz y A. Ruiz). IICARISPAL-ALPA. San José, C. Rica. p.: 179-232.