

COMPARACION DE DOS SILOS EXPERIMENTALES PARA LA INVESTIGACION DE ENSILAJES¹

Comparison of two experimental silos for silage research

Antonio Hargreaves B.², Norberto Butendieck B.² y Mauricio Hiriart L.²

SUMMARY

Two experimental silos were evaluated: 1. Nylon evacuated bags, with the inlet of a heavy duty vacuum cleaner to 3.2 kg/cm²; and 2. P.V.C. tube with hand-compaction, with the objective of determining which is the most suitable and inexpensive for silage research. A 75% forage plants and 25% weed pasture was ensiled, with 25% D.M. at the moment of ensiling. The forage was wilted to reach 29.5% and 32% D.M. After packing the silos, three different compaction pressures were applied: 0, 40 and 80 g/cm², and then the silos were stored for 45 days. In both silos, D.M. and total protein significantly decreased ($P \leq 0.01$) with respect to the original material, even more with no pressure. D.M. losses were higher in P.V.C. silos, reaching over 25%. Butyric acid was not found in any case; acetic acid and ammonia-nitrogen remained low. Lactic acid was within the normal range, being higher with the highest levels of D.M. ($P \leq 0.01$). Final grade of all the silos was "very good". pH was normal (4.0). Both types of silos were adequate to use in research, but the oxygen extraction by vacuum is very important, for fermentation studies in the laboratory.

INTRODUCCION

Todas las transformaciones de orden químico, físico y biológico que experimentan los forrajes desde que son ensilados hasta la obtención del producto final, han sido objeto de estudio por muchos años. Son muchos y extremadamente variables los factores que influyen en la calidad del producto, de modo que resulta imposible estudiarlos en silos de gran tamaño. Los investigadores han destinado gran esfuerzo en tratar de conseguir un silo de laboratorio, que permita controlar al máximo aquellos factores más importantes que influyen en el proceso. Es así como se han ideado silos de laboratorio de gran sofisticación y otros más simples, como una bolsa de polietileno, con algunos accesorios. En efecto, el uso de bolsas de polietileno con evacuación del aire por vacío, ha tenido éxito en trabajos con ensilaje de maíz (Huber, 1980; Johnson, Huber y Bergen, 1982) y con ensilaje de rastrojo de maíz (Hargreaves y otros, 1984). Una modalidad más acabada de silos de laboratorio consiste en un tubo

plástico, de 75 a 100 cm de largo y 10,5 cm de diámetro (Parker, 1978), con ambos extremos sellados con una campana plástica removible, equipada de válvulas para la recolección de gases y fluidos, según corresponda.

El objetivo de este ensayo fue evaluar dos tipos de silos experimentales, para la investigación de ensilajes a nivel de laboratorio, y decidir cual de los dos es el más adecuado, económico y fácil de construir.

MATERIALES Y METODOS

El estudio se realizó en la Estación Experimental Carillanca (INIA, Temuco), entre el 2 de noviembre y el 27 de diciembre de 1983.

Se evaluaron dos tipos de silos de laboratorio:

1. Doble bolsa de polietileno, con evacuación del aire por vacío a 3,2 kg/cm². (Figura 1).
2. Tubo de P.V.C., de 16 cm de diámetro, con compactación manual, sin extracción del aire por vacío. (Figura 2).

¹ Recepción de originales: 24 de mayo de 1985

² Estación Experimental Carillanca (INIA), Casilla 58-D, Temuco, Chile.

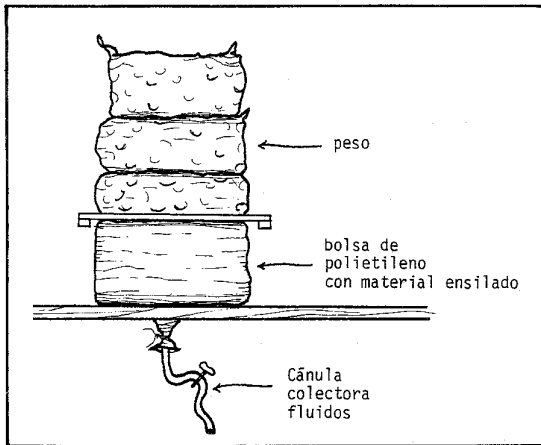


FIGURA 1. Bolsa de polietileno con evacuación de oxígeno por vacío. 15–20 kg de material ensilado.

FIGURE 1. Polyethylene bag, with oxygen evacuation by suction. 15–20 kg of silage.

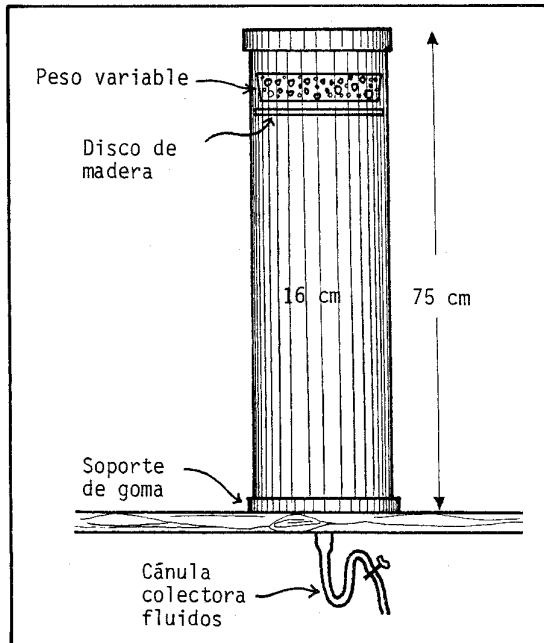


FIGURA 2. Tubo de PVC, con 5 kg de capacidad.

FIGURE 2. PVC tube, with 5 kg silage capacity.

Las bolsas utilizadas en el primer caso eran de polietileno de color azul intenso, de 0,5 mm de espesor y de 60 x 90 cm. Se usaron dos en cada caso; ambas fueron perforadas en la base, donde se dispuso un tubo plástico flexible de 1/8"; éste fue pegado por dentro con pegamento (Agorex) y atado con cáñamo para asegurar el sellado. Se dejaron 20 cm de tubo libre y

se acopló un tubo de vidrio en forma de U, hecho por calentamiento, para terminar con otro tubo plástico sellado en la punta, con un tapón plástico puesto a presión.

Las bolsas se ubicaron sobre mesones de madera de 45 cm de ancho y 40 cm de alto sobre el suelo. Cada silo fue puesto en un sector perforado del mesón, para permitir la salida del tubo de recolección de fluidos, el que fue en forma de S, para que actuara como sifón y evitara la entrada de oxígeno.

Los silos de P.V.C. tenían una altura de 75 cm y 16 cm de diámetro. La paredes interiores se forraron con plástico transparente, confeccionado a partir de una manga de 18 cm de diámetro y 0,25 mm de espesor. El extremo inferior se terminó con un tubo plástico flexible sellado, igual que en el caso anterior.

Llenado de los Silos:

Las bolsas se llenaron de una vez con 10 kg de forraje cosechado con cosechera—picadora. Luego se extrajo el aire con una bomba de vacío de laboratorio, cuya manguera se introdujo al centro del material y se mantuvo por exactamente 1 min. Al cabo de ese lapso, las bolsas estaban duras y compactas al tacto. Luego se estranguló la salida de la bolsa y se ató firmemente con cáñamo.

En el caso de los silos P.V.C., se usaron 5 kg de forraje. Este fue firmemente compactado a mano y sellado en la punta con una tapa de madera, de un diámetro exacto al del tubo.

En ambos casos, se utilizó un drenaje de piedrecillas redondas, dispuestas en el orificio de salida de fluidos, para evitar que el material obstaculizara la salida de líquidos. Esas piedrecillas fueron lavadas cuidadosamente con agua destilada caliente y fría.

La batería de silos se guardó en un galpón cerrado, con poca luz y a temperatura ambiente.

El material que se usó para ensilar se marchitó por exposición al sol, de 25°/o m.s. a 29,5°/o m.s. y a 32°/o m.s. Luego se sometió a distintas presiones de compactación: 0, 40 y 80 g/cm², que se lograron a través de la aplicación de pesos que, en el caso de las bolsas, eran sacos con piedras y, para los tubos P.V.C., eran tarros de 15 cm de diámetro, llenos con arena y piedras.

Una vez confeccionado cada silo, se permitió un período de 45 días para estabilizar el proceso.

Determinaciones:

— Al momento de ensilar: Composición botánica de la pradera, por separación manual, y composición química.

— Al momento de abrir los silos: Peso del material ensilado; m.s. , en horno con aire forzado a 60° C durante 48 hr; N total y N amoniacal (N-NH₃) (AOAC, 1965); ácidos láctico (L), acético (A), y butírico (B) (Zimmer, 1969); fibra detergente neutra (FDN) y cenizas (C) (Goering y Van Soest, 1970); pH; digestibilidad de m.s. (d.m.s.) (Tilley y Terry, 1963); y calificación según Zimmer (1969).

Análisis estadístico:

Los resultados de cada una de las variables medidas fueron analizados en parcelas divididas 3 x 7 (3 contenidos de m.s. y 7 subtratamientos). Los 7 subtratamientos corresponden a una estructura factorial 2 x 3 (2 tipos de silo y 3 presiones de compactación), más

un testigo sin ensilar. La comparación de medias se hizo según la prueba de Scheffé y, cuando se comparó con el control, se usó la prueba de Dunnett (Gill, 1978).

RESULTADOS Y DISCUSION

La pradera fue cosechada el 24 de noviembre de 1985 y los resultados de la composición química del material que se ensiló y de los ensilajes están en el Cuadro 1. La composición botánica, hecha por separación manual, correspondió a un 75,50/o de especies nobles y a un 24,50/o de malezas. La pradera, a pesar de presentar una composición botánica favorable para la obtención de un buen ensilaje, se encontraba un poco sobre—madura, a juzgar por el alto contenido de m.s. del material recién cortado (250/o m.s.) y porque, en general, la gramínea había iniciado espigadura. Se premarchitó a dos niveles : 8 hr al sol, logrando 29,50/o m.s., y 14 hr al sol, logrando 320/o m.s.

CUADRO 1. Composición química de los ensilajes experimentales (base m.s.)¹**TABLE 1. Chemical composition of the experimental silages (D.M.B.)**

Ensilaje	Presión g/cm ²	Materia seca o/o	Proteína o/o	Fibra detergente neutra o/o	Cenizas o/o	Digestibilidad in vitro o/o
ENSILAJE EN BOLSAS						
Inicial	—	25,0	8,9	53,7	5,8	69,8
	0	23,0 ²	7,5 ²	50,3	5,0	70,1
Directo	40	23,2 ²	8,3	49,2	5,2	68,9
	80	23,3 ²	8,5	48,8 ²	5,1	69,3
Inicial	—	29,5	10,2	53,1	5,5	70,3
	0	26,4 ²	8,4 ²	54,5	5,3	67,9
Premarchito (8 hr)	40	26,1 ²	8,8 ²	54,7	5,4	70,4
	80	26,2 ²	9,5	50,4	5,7	69,2
Inicial	—	32,0	9,6	54,9	5,9	68,4
	0	28,6 ²	9,4	54,2	5,6	67,4
Premarchito (14 hr)	40	27,4 ²	8,6 ²	53,3	5,6	66,9
	80	30,5	9,3	53,0	5,5	65,8
ENSILAJE EN TUBOS P.V.C.						
Inicial	—	25,0	8,9	53,7	5,8	69,8
	0	23,0 ²	8,2	49,3	5,6	68,1
Directo	40	23,0 ²	8,4	48,8 ²	5,6	68,4
	80	23,0 ²	7,9 ²	49,1	5,6	67,8
Inicial	—	29,5	10,2	53,1	5,5	70,3
	0	26,8 ²	8,6 ²	53,4	5,7	70,9
Premarchito (8 hr)	40	26,6 ²	8,8 ²	53,3	5,8	70,6
	80	26,8 ²	8,3 ²	52,6	5,9	71,9
Inicial	—	32,0	9,6	54,9	5,9	68,4
	0	32,2	9,1	53,1	5,7	70,0
Premarchito (14 hr)	40	30,5 ²	9,0	52,2	5,7	69,4
	80	31,9	8,7 ²	52,6	5,7	70,6

¹ Cada valor corresponde al promedio de dos observaciones.

² Valores significativamente más bajos que el control sin tratar ($P \leq 0,05$).

La proteína total que ingresó al silo, en cada caso, se consideró más bien baja, si se la compara con los resultados de una pradera similar, cortada en la misma época (Butendieck y otros, 1981), y ello puede obedecer al grado de madurez recién expuesto. El contenido de FDN se consideró normal y, consecuentemente, los valores de d.m.s. pudieron haber sido superiores al 700/o. El contenido de cenizas (5,5 – 5,90/o) es normal, aunque pudo haber habido algún grado de contaminación cuando se preparaban las cantidades a ingresar al silo, ya que esta faena se realizó sobre suelo de cemento, en que, aunque se limpió, siempre queda algo de tierra y piedrecillas, que pudieron mezclarse con el pasto.

Como se esperaba, los dos grados de premarchitamiento incrementaron significativamente ($P \leq 0,01$) los niveles de m.s., con respecto al ensilaje directo. Cuando se compara la m.s. de los ensilajes, con respecto a la m.s. del material original, resultan todos significativamente más bajos ($P \leq 0,05$), excepto aquellos ensilajes premarchitos por 14 hr y con la mayor presión de compactación, en ambos silos. Una mayor presión de compactación junto con un mayor contenido de m.s. del material, produce un efecto inhibitorio de las pérdidas de m.s. de esos ensilajes, debido a que se genera una fermentación más controlada y se asegura la ausencia de oxígeno, por efecto de la presión. Similares resultados han sido informados por Perkins y Pratt (1951), con silos de laboratorio.

La proteína también disminuyó en algunos casos con respecto al material original, especialmente cuando la presión de compactación fue la mínima, con el menor contenido de m.s., en el caso de los silos tipo bolsa. Esto, sin embargo, no ocurre en el silo P.V.C. en el que se observaron las mayores pérdidas con la mayor presión de compactación y mayor contenido de m.s. No hubo efecto significativo del tipo de silo ni de la presión de compactación ($P \geq 0,01$) sobre el contenido de proteína; sin embargo, la tendencia a una mejor conservación de la proteína se da en aquellos silos en que se extrajo el oxígeno por vacío y se mantuvieron con la mayor presión de compactación.

La fracción fibrosa, las cenizas y la digestibilidad *in vitro*, no se vieron afectadas por ninguno de los tratamientos estudiados ($P \geq 0,01$); esto normalmente ocurre así en los ensilajes (Mc Donald, 1981).

La información referente a las pérdidas de m.s. y de N está complementada en el cuadro 2 y 3. Las pérdidas de m.s. son claramente mayores ($P \leq 0,05$) en el silo P.V.C., para prácticamente todos los casos, llegando incluso a valores del 30,80/o, muy superiores a los informados en la literatura, que no sobrepasan el

190/o en varias muestras de ensilajes, sin ningún tratamiento (Mc Donald, 1981). Las pérdidas de m.s., en general, son significativamente menores ($P \leq 0,01$), cuando se usa la mayor presión de compactación en ambos tipos de silo. La conclusión más importante en este caso es que la extracción del aire por vacío es clave, para disminuir las pérdidas de m.s. en este tipo de silos, y con este tipo de material. En el caso del presente ensayo, no puede especificarse claramente la forma en que se perdió la m.s., ya que sólo se midió la diferencia en peso y contenido de m.s., con respecto al material original. En este sentido, no se han encontrado comparaciones en la literatura que confirmen la ventaja de usar la extracción del aire por vacío en silos de laboratorio; sin embargo, es una práctica recurrida para asegurar las condiciones para la obtención de ensilajes (Bergen y otros, 1974; Huber, 1980; Hargreaves y otros, 1984).

CUADRO 2. Pérdidas de materia seca en silos experimentales

TABLE 2. Dry matter losses of the experimental silages

Ensilaje	Presión g/cm ²	Pérdidas de m.s. (0/o)	
		Bolsa Polietileno	Tubo P.V.C.
Directo	0	16,4 a	25,2 b
	40	10,6 a	16,4 b
	80	7,2 a	9,2 b
Premarchito (8 hr)	0	17,8 a	25,4 b
	40	13,4 a	30,8 b
	80	13,2 a	20,6 b
Premarchito (14 hr)	0	13,0 a	27,6 b
	40	17,0 a	16,6 a
	80	5,2 a	22,9 b

Cifras con letras distintas en cada líneas difieren estadísticamente ($P \leq 0,05$).

CUADRO 3. Pérdidas de nitrógeno en silos experimentales

TABLE 3. Nitrogen losses in the experimental silages

Ensilaje	Presión g/cm ²	Pérdidas de N (0/o)	
		Bolsas Polietileno	Tubo P.V.C.
Directo	0	15,5	8,1
	40	6,4	3,5
	80	5,0	10,9
Premarchito (8 hr)	0	17,8	16,3
	40	14,1	14,1
	80	6,8	18,4
Premarchito (14 hr)	0	4,9	6,2
	40	10,4	3,9
	80	3,6	10,1

Las pérdidas de N (Cuadro 3) presentan una tendencia menos clara en los distintos casos. La máxima pérdida de N ocurrió en el silo P.V.C., premarchito por 8 hr y con 80 g/cm² de presión, y fue de 18,40/o, valor que queda por debajo de los informados en la literatura (Mc Donald, 1981) en que aparece hasta un 200/o de pérdidas, como promedio de varios años en 148 muestras. Además de una tendencia poco clara, se observó una gran variabilidad en los resultados, por lo que no fue posible obtener una explicación estadística apropiada. Lo importante en este caso, es que ambos tipos de silo permiten pérdidas de N que pueden

considerarse como normales y que, por lo tanto, los estudios a este nivel podrían reflejar muy cercanamente lo que ocurre con el N en silos de gran tamaño, como el trabajo de Bergen y otros (1974), con maíz.

Las variables fermentativas están ilustradas en el Cuadro 4 y los resultados de ácido láctico en el Cuadro 5. El ácido acético no presentó diferencias significativas entre tratamientos y se mantuvo dentro de los rangos normales. No se presentó ácido butírico en ninguno de los casos, cualidad que es deseable, ya que este ácido es indicador de mala preservación del ensilaje.

CUADRO 4. Calificación de los ensilajes, N-amoniaco y pH (estado natural)¹

TABLE 4. Silages' qualification, N-ammoniacal and pH

Ensilaje	Presión g/cm ²	Ac. Acético o/o	Ac. Butírico o/o	Puntaje	Calificación ²	N-NH ₃ o/o del N total	pH
ENSILAJE EN BOLSAS							
Directo	0	0,61	0	95	M. Bueno	6,7	4,00
	40	0,72	0	92	M. Bueno	7,1	3,95
	80	0,75	0	92	M. Bueno	5,4	3,95
Premarchito (8 hr)	0	0,76	0	91	M. Bueno	5,7	4,00
	40	0,77	0	93	M. Bueno	9,0	4,00
	80	0,81	0	91	M. Bueno	5,4	4,00
Premarchito (14 hr)	0	0,80	0	94	M. Bueno	5,2	4,00
	40	0,80	0	94	M. Bueno	7,9	4,00
	80	0,73	0	95	M. Bueno	6,1	4,00
ENSILAJE EN TUBOS P.V.C.							
Directo	0	0,67	0	91	M. Bueno	8,5	4,00
	40	0,65	0	91	M. Bueno	7,5	4,00
	80	0,69	0	90	M. Bueno	8,6	4,00
Premarchito (8 hr)	0	0,71	0	93	M. Bueno	6,9	4,00
	40	0,78	0	91	M. Bueno	8,8	4,00
	80	0,75	0	91	M. Bueno	8,5	4,00
Premarchito (14 hr)	0	0,88	0	93	M. Bueno	6,4	4,00
	40	0,80	0	91	M. Bueno	4,7	4,00
	80	0,86	0	91	M. Bueno	5,1	4,00

¹ Cada valor corresponde al promedio de 2 observaciones.

² Calificación, según Zimmer (1969).

CUADRO 5. Contenido de ácido láctico (o/o) de los ensilajes experimentales (estado natural)

TABLE 5. Lactic acid content (o/o) of the experimental silages

Presión	Directo		Premarchito (8 hr)		Premarchito (14 hr)	
	Bolsa	P.V.C.	Bolsa	P.V.C.	Bolsa	P.V.C.
0 g/cm ²	2,91	2,76	3,09	3,16	3,63	4,00
40 g/cm ²	3,02	2,74	3,42	3,23	3,89	3,27
80 g/cm ²	3,26	2,72	3,32	3,27	3,68	3,66

El N-NH₃ fue bajo y por lo tanto, se considera no importante. El pH estuvo dentro de los rangos normales e igual para todos los casos.

Es interesante destacar que el ácido láctico presentó incrementos significativos ($P \leq 0,01$), a medida que aumentó el contenido de m.s. (Cuadro 5). Esto fue más notorio en el silo de P.V.C., en que los valores del ensilaje directo fueron bajos. Esto indicaría que, a este nivel, el premarchitamiento favorece el proceso fermentativo hacia la obtención de un ensilaje de mejor calidad. Estos resultados son, sin embargo, contrarios a los encontrados en la literatura (Morgan, Edwards y Mc Donald, 1980). Esta situación puede explicarse, en parte, porque el forraje cortado y expuesto por 8 y 14 hr, pudo haber iniciado la fermentación y algo de ácido láctico podría haberse formado en el material que entró a los silos. El ensilaje directo no tuvo ese período previo y, a nivel de silos de laboratorio, el grado de estabilización del ensilaje se obtiene más rápidamente que en silos de mayor tamaño.

Las variables de fermentación que se obtuvieron bajo las condiciones de este ensayo, aseguran, en términos cualitativos e *in vitro*, que el ensilaje obtenido con ambos tipos de silo, fue "muy bueno" (Zimmer, 1969). De aquí que, como conclusión final, se puede mencionar que ambos tipos de silo ofrecen excelentes posibilidades para hacer investigación a nivel de laboratorio, ya que en los dos se pueden controlar aquellas variables más importantes, que son incontrolables en silos de gran tamaño, permitiendo así obtener una orientación para los trabajos a mayor escala.

No hubo producción de efluentes en los silos. Esto se debe, probablemente, a que el contenido de m.s. del material que se utilizó fue más bien alto.

El silo de bolsa de polietileno resultó ser el más sencillo de fabricar y el más económico. Esto último es especialmente importante, porque normalmente, este tipo de ensayos demanda una gran cantidad de silos pequeños, para cubrir muchos tratamientos y repeticiones.

RESUMEN

Se evaluaron dos tipos de silos de laboratorio: 1. bolsa de polietileno con evacuación del aire por vacío a 3,2 kg/cm²; y 2. tubo de P.V.C., con compactación manual. El objetivo fue determinar el más apropiado y económico, para ser usado en la investigación de ensilajes. Se usó una pradera mixta típica, con un 75% de especies nobles y un contenido de m.s. de 25% al momento de ensilar. El forraje se premarchitó a 29,5% y a 32% m.s. Después de ensilar, se sometieron a tres presiones de compactación: 0, 40 y 80 g/cm² y se almacenaron durante 45 días.

Tanto la m.s. como la proteína total (P.T.) disminuyeron significativamente ($P \leq 0,01$) con respecto al

material original, en ambos tipos de silos, acentuándose cuando la presión era mínima. La pérdida de m.s. fue mucho mayor en el P.V.C., llegando a niveles superiores al 25%. No se detectó ácido butírico en ningún caso; el ácido acético y el N-amoniaco se mantuvieron bajos. El ácido láctico se mantuvo dentro de los rangos normales, siendo mayor con los más altos niveles de m.s. ($P \leq 0,01$). La calificación final en todos los casos fue de "muy bueno". El pH fue normal (4,0). Ambos tipos de silo son factibles de usar en investigación, pero es fundamental la extracción del aire por vacío, para los estudios de fermentación a nivel de laboratorio.

LITERATURA CITADA

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. 1965. Official Methods of Analysis (10th edition). Association of Official Analytical Chemists, Washington, D.C.

BERGEN, W.G.; CASH, E.H.; and HENDERSON, H.E. 1974. Changes in nitrogenous compounds of the whole corn plant during ensiling and subsequent effects on dry matter intake by sheep. J. Animal Science 39 (3): 629-637.

BUTENDIECK B., N.; ROMERO Y., O.; HAZARD T., S.; y MONTENEGRO B., A. 1981. Distintas dosis de mantención nitrogenada en *Lolium multiflorum* c.v. Sabalan. I. Utilización para producción de leche y grasa. Informe Técnico Producción Animal. Estación Experimental Carillanca INIA, 1981/1982 p. 40 (Información interna no publicada).

- GILL, J.L. 1978. Design and Analysis of Experiments in the Animal and Medical Sciences. Vol. 1. The Iowa State University Press, Ames. 409 p.
- GOERING, H.K. and VAN SOEST, P.J. 1970. Forage Fiber Analysis. Agricultural Handbook Nº 379. Agric. Res. Serv. USDA., Washington, D.C.
- HARGREAVES B., A.; HUBER, J.T.; ARROYOLUNA, J. and KUNG, L. Jr. 1984. Influence of adding ammonia to corn stalklage on feeding value for dairy cows and on fermentation changes. J. Animal Science 59 (3): 567–575.
- HUBER, J.T. 1980. Influence of time after ensiling on distribution of nitrogen in corn silage treated with ammonia. J. Animal Sci. 51 (6): 1387–1392.
- JOHNSON, C.O.L.E.; HUBER, J.T. and BERGEN, W.G. 1982. Influence of ammonia treatment and time of ensiling on proteolysis in corn silage. J. Dairy Sci. 65: 1740–1747.
- Mc DONALD, P. 1981. The Biochemistry of silage. Pitman Press, Bath, England. 206 p.
- MORGAN, C.A.; EDWARDS, R.A. and Mc DONALD, P. 1980. Intake and metabolism studies with fresh and wilted silages. J. Agric. Sci. (Camb.) 94 (2): 287–298.
- PARKER, R.B. 1978. Methodology for determining quality of silage. In Fermentation of Silage—a Review. M.E. McCullough, ed. National Feed Ingredients Assoc., Iowa, U.S.A.
- PERKINS, A.E. and PRATT, A.D. 1951. A laboratory silo and its uses. J. Dairy Sci. 34 (6): 606–614.
- TILLEY, J.M.A. and TERRY, R.A. 1963. A Two-stage technique for the *in vitro* digestion of forage crops. J. Br. Grassld. Soc. 18: 104.
- ZIMMER, E. 1969. Verluste bei verschiedener Konservierungsverfahren im futterbau. Tagungsbericht Nº 92. Akademie der Land. Wissenschaftler, Berlin.