

COMPOSICIÓN QUÍMICA Y DIGESTIBILIDAD DE ALFALFA DESHIDRATADA DESTINADA AL COMERCIO EXTERIOR

B. GARCÍA CRIADO*
A. GARCÍA CIUDAD*
M. RICO RODRÍGUEZ*
M.S. GARCÍA CARABIAS*

SUMMARY: A study is made of the chemical composition (moisture, ashes, insoluble residue, protein, neutral-detergent fiber, acid-detergent fiber, hemicellulose, lignin and cellulose) and digestibility of 75 samples of dehydrated alfalfa granules destined for foreign commerce.

Only 22% samples were seen to have a moisture content (<10%) in accordance with values recommended by the Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. Likewise, only 30% fulfilled the specifications established for ash content (<12%) and most of the remaining samples had abnormally high levels of insoluble residue. These findings point to contamination with sand in many of the samples studied.

Regarding protein, carbohydrates, lignin and digestibility, the alfalfa samples studied are mostly classified as being of low class.

RESUMEN: Se estudia la composición química (humedad, cenizas, residuo insoluble, proteína, fibra neutro-detergente, fibra ácido-detergente, hemicelulosa, lignina y celulosa) y digestibilidad de 75 muestras de alfalfa deshidratada en gránulo, destinada al comercio exterior.

Sólomente el 22% de las muestras presentan un contenido en humedad (< 10%) acorde con las normas recomendadas por el Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. Así mismo, sólo el 30% cumplen las especificaciones establecidas para el contenido en cenizas (<12%) y gran parte de las restantes tiene niveles anormalmente elevados que se corresponden con valores también altos de residuo insoluble. Ello indica la existencia de contaminación con arena en numerosas muestras.

Respecto a proteína, carbohidratos, lignina y digestibilidad, las alfalfas objeto de estudio se clasifican en su mayoría como de baja calidad.

* Centro de Edafología y Biología Aplicada (C.S.I.C.), Apdo. 257, Salamanca.
Anu. Cent. Edafol. Biol. Apl. Salamanca. Vol. XII. 1987

INTRODUCCIÓN

Desde hace años el equipo de trabajo de Praticultura del Centro de Edafología de Salamanca, a través de su servicio de Análisis y Asesoramiento, se ocupa de la elaboración de unas tablas de composición química de productos y materias primas empleadas en nutrición animal y en las industrias agroalimentarias de la región (GARCÍA CRIADO y Cols. 1979) y otras regiones (INTERNATIONAL CENTRE FOR ADVANCED MEDITERRANEAN AGRONOMIC STUDIES, 1985).

Dentro de esta línea encaja el presente estudio en el que se intenta conocer la calidad nutricional de diversas alfalfas deshidratadas, en gránulo, destinadas al comercio exterior. Dicho trabajo surgió en colaboración con el Servicio de Inspección del Comercio Exterior (S.O.I.V.R.E.) de Salamanca, con el objeto de realizar controles de acuerdo con las normas de calidad definidas por el Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación para la exportación de este producto, en el momento de su expedición, después de su acondicionamiento y envasado.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se consideran 75 muestras de alfalfa deshidratada, en gránulo, destinada al comercio exterior a través de la frontera con Portugal (Fuentes de Oñoro, Salamanca). El muestreo se realiza durante cuatro años (1981-1984), procurando abarcar la mayor representatividad y diversidad posible en los materiales objeto de estudio, en función del volumen y demanda de comercialización del producto.

Las muestras, suministradas por el Servicio de Inspección y Vigilancia del Comercio Exterior (S.O.I.V.R.E.) de Salamanca, proceden de ocho firmas comerciales designadas mediante las letras A,B,C,D,E,F,G y H. La distribución es como sigue: A(22 muestras), B(13), C(6), D(6), E(12), F(8), G(4) y H(4). Las muestras controladas cumplen las disposiciones relativas a la presentación (homogeneidad y acondicionamiento) y marcado o etiquetado del producto (identificación, naturaleza, origen, características comerciales y marca oficial de control), según señala la I Norma Técnica del B.O.E. 243, 11 de Octubre de 1983.

Se analizan por duplicado los parámetros: humedad (Hum), cenizas (Cen), residuo insoluble (RI), proteína bruta (Prot), fibra neutro-detergente (NDF), contenido celular (CC), fibra ácido-detergente (ADF), hemicelulosa (Hem), lignina (Lig), celulosa (Cel), pared celular digestible (DNDF), contenido celular digestible (DCC) y materia seca digestible (DMD). Se siguieron los métodos de análisis propuestos en el Anejo de Técnicas Analíticas del B.O.E. num. 243, 11 de Octubre de 1983; B.O.E. núm 208, 30 de Agosto de 1979 y como describe el MINISTERIO DE SANIDAD Y CONSUMO (1985). Así mismo, en cuanto a los parámetros controlados que no figuran en las citadas normas, (fibra y sus fracciones y digestibilidad), se aplicaron los métodos de GOERING y VAN SOEST (1970) con las modificaciones introducidas por GARCÍA CRIADO (1974).

TABLA I. ESTADÍSTICOS BÁSICOS PARA LOS PARÁMETROS ANALIZADOS SEGÚN LAS DIFERENTES CASAS COMERCIALES

CASA COMERCIAL (Nº de muestras)	Hum.	Cen.	R. Insol.	Prot.	NDF	CC	ADF	Hem.	Lig.	Cel.	DNDF	DCC	DMID
A (22)	\bar{x}	13.50	4.80	14.47	49.92	50.52	39.07	11.04	10.45	28.43	17.88	36.15	54.06
	m	7.20	2.49	9.90	41.17	37.13	32.75	4.43	5.54	23.15	9.96	31.80	45.36
	M	14.80	17.95	18.89	62.87	68.83	46.68	15.98	13.82	36.29	36.95	44.75	62.29
	s	2.16	1.68	1.44	4.74	5.95	3.15	4.54	2.44	2.80	5.46	4.66	3.65
	CV	17.65	12.48	30.07	13.34	9.49	11.78	8.07	41.13	23.39	9.84	30.53	12.89
B (13)	\bar{x}	10.44	12.78	2.99	17.59	55.27	35.43	9.30	7.42	27.63	19.34	41.24	60.60
	m	8.85	9.95	1.69	14.08	39.98	49.07	4.73	6.28	23.40	17.31	37.06	56.22
	M	12.40	19.30	5.10	22.69	50.94	60.02	38.88	12.07	8.83	30.30	45.52	64.19
	s	1.42	2.31	1.07	2.10	3.21	3.21	2.21	2.34	2.27	1.75	3.10	2.70
	CV	13.56	18.11	35.80	11.95	7.18	5.80	6.25	25.20	12.31	8.20	9.04	7.51
C (6)	\bar{x}	12.18	12.12	3.36	14.48	51.20	37.89	10.92	7.54	30.35	22.17	37.28	59.45
	m	10.30	9.82	2.13	11.89	43.85	32.95	5.20	5.32	27.63	17.11	30.07	56.56
	M	14.20	13.31	4.10	16.06	53.40	42.80	16.18	9.35	34.05	26.62	39.43	63.42
	s	1.31	1.23	0.69	1.67	3.66	3.30	3.90	1.51	2.60	3.51	3.58	2.77
	CV	10.72	10.17	20.61	11.53	7.49	7.14	8.72	35.69	20.09	8.55	15.82	9.61
D (6)	\bar{x}	13.43	12.06	3.36	14.74	53.62	46.39	14.90	6.84	31.88	26.36	32.56	58.92
	m	12.80	10.06	1.74	9.80	49.53	37.64	10.33	6.08	26.13	23.50	23.99	57.86
	M	14.60	13.93	5.13	20.19	62.36	50.48	43.19	19.17	36.97	34.86	36.57	62.12
	s	0.73	1.39	1.23	3.40	4.63	4.64	3.58	3.69	3.47	4.34	4.54	1.64
	CV	5.44	11.53	36.47	23.08	8.64	9.99	9.25	24.75	10.49	10.88	16.46	13.95
E (12)	\bar{x}	12.10	12.20	4.02	12.48	45.50	38.44	16.07	6.46	32.07	28.24	30.87	59.95
	m	9.00	10.16	2.26	8.17	46.23	36.09	35.40	10.83	28.34	19.18	23.72	53.63
	M	15.10	14.81	7.24	16.13	63.92	53.77	42.72	21.20	38.06	41.81	39.80	64.27
	s	2.22	1.46	1.39	2.33	4.62	4.62	1.90	3.12	2.72	6.25	5.03	3.39
	CV	18.38	11.95	34.49	18.66	8.48	10.16	4.93	19.43	22.12	8.49	22.13	16.28

TABLA I. ESTADÍSTICOS BÁSICOS PARA LOS PARÁMETROS ANALIZADOS SEGÚN LAS DIFERENTES CASAS COMERCIALES (Continuación)

CASA COMERCIAL (Nº de muestras)	Hum.	Cen.	R. Insol.	Prot.	NDF	CC	ADF	Hem.	Lig.	Cel.	DNDF	DCC	DMD
F (8)	\bar{x}	16.73	5.31	14.35	48.52	51.48	37.78	10.74	8.46	29.32	19.84	37.61	57.45
	m	9.10	2.17	12.02	43.15	46.06	34.58	7.23	6.90	26.90	16.77	32.24	53.65
	M	13.10	8.26	17.56	50.68	56.85	41.60	14.08	9.63	31.92	21.41	43.21	62.71
	s	1.29	2.45	2.10	3.64	3.64	2.91	2.47	1.09	2.08	1.59	3.65	2.91
	CV	11.39	14.88	38.80	7.49	7.06	7.71	23.02	12.86	7.10	7.99	9.70	5.07
G (4)	\bar{x}	9.31	13.08	2.95	41.39	58.62	29.83	11.57	6.77	23.06	17.07	44.54	61.61
	m	7.60	12.66	2.46	37.82	55.10	28.34	9.13	5.69	19.80	11.92	41.10	56.91
	M	11.20	14.14	3.96	44.90	62.19	33.38	13.57	9.09	27.69	22.51	48.04	63.60
	s	1.50	0.71	0.68	2.92	2.92	2.38	1.84	1.58	3.32	4.48	2.86	3.19
	CV	16.16	5.44	23.17	5.17	7.05	4.98	7.98	15.92	23.41	14.39	26.23	6.42
H (4)	\bar{x}	14.79	13.22	2.81	45.54	54.46	32.81	12.74	4.88	27.81	25.35	40.47	65.82
	m	11.00	12.67	2.10	32.62	41.12	28.99	3.64	3.72	23.80	15.81	27.39	58.04
	M	16.44	13.65	4.32	58.89	67.37	40.47	18.43	6.53	33.94	30.65	53.13	68.94
	s	2.54	0.49	1.02	10.73	10.72	5.19	6.35	1.27	4.32	6.55	10.51	5.23
	CV	17.18	3.72	36.22	24.16	23.56	19.69	15.81	49.85	25.97	15.54	25.82	25.98
Global (15)	x	11.88	13.25	3.98	49.12	51.01	37.25	11.93	8.06	29.14	21.38	36.82	58.35
	m	7.20	9.82	1.69	32.62	36.09	28.34	3.64	3.72	19.80	9.96	22.47	45.36
	M	16.44	19.30	8.26	63.92	68.83	46.68	21.20	25.30	38.06	41.81	53.13	68.94
	s	2.12	2.15	1.55	5.81	6.10	3.73	4.21	2.36	3.37	5.99	5.88	4.50
	CV	17.85	16.23	38.94	18.11	11.85	11.96	10.01	35.29	29.34	11.57	28.02	15.97

\bar{x} valor medio
m valor mínimo
M valor máximo
s desviación típica
CV coeficiente de variación

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la Tabla I se indican los valores medio y extremos (expresados en tanto por ciento sobre materia seca), desviaciones típicas y coeficientes de variación obtenidos a nivel global y para las distintas casas comerciales. En la figura 1 se exponen los histogramas de frecuencias de los parámetros objeto de estudio en las 75 muestras.

A continuación se hace un breve comentario para cada uno de los parámetros.

Humedad. Los valores oscilan entre 7.20 y 15.44%, obteniéndose un valor medio global del 11.88% (Tabla I) apreciablemente más alto que el máximo recomendado (10%) por el Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación para diferentes tipos de alfalfas (Tabla II), pero ligeramente inferior al máximo estipulado para la exportación (12%), según el B.O.E. núm. 243, 11 de Octubre de 1983. La variabilidad relativa es notable (coeficiente de variación 17.85%). Sólomente el 22% de las muestras poseen valores de humedad inferiores a 10%, aunque el 47% tienen niveles inferiores al 12% y el 70% de las mismas se incluyen en el intervalo de 10 a 14% de humedad.

En el estudio a nivel de casa comercial se observan diferencias significativas entre ellas, el valor medio mínimo se obtiene en la G (9.31%) y el máximo en la H (14.79%).

Cenizas. El contenido medio global de cenizas como se aprecia en la Tabla I es también relativamente alto (13.25%), fluctuando los valores ampliamente (valores extremos de 9.82 y 19.30%) y con una variabilidad relativa del mismo orden que para el contenido en humedad (coeficiente de variación = 16.23%).

En el histograma de distribución de frecuencias (figura I) se observa que, a pesar de la amplia oscilación, una proporción elevada de muestras se concentra en un intervalo de 12 a 14% de cenizas y el 75% entre 10.6 y 14.6%.

Cabe señalar que únicamente el 30% de las alfalfas cumplen con las normas legales establecidas por el Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación (12%) tal como se indica en la Tabla II. Ello induce a pensar que una gran parte de las muestras pueden estar contaminadas con arena. Esta hipótesis se confirma al disolver las cenizas en medio ácido y determinar el residuo insoluble, parámetro que se discutirá más adelante.

De forma análoga a lo que sucedía con el contenido en humedad existen diferencias apreciables en los valores medios de cenizas para las distintas casas comerciales. El mínimo se obtiene para D (12.06%) y el máximo en F (16.73); consecuentemente ninguna de ellas se ajusta en cuanto al nivel medio de cenizas a la norma estipulada (12%).

Residuo insoluble. Lógicamente, de los contenidos anormalmente altos de cenizas comentados anteriormente, se derivan unos niveles también elevados de residuo insoluble. De hecho, según se aprecia en la Tabla I son considerablemente superiores a los obtenidos en condiciones normales para alfalfa, lo que confirma la existencia de contaminación con cantidades de arena en gran parte de las muestras.

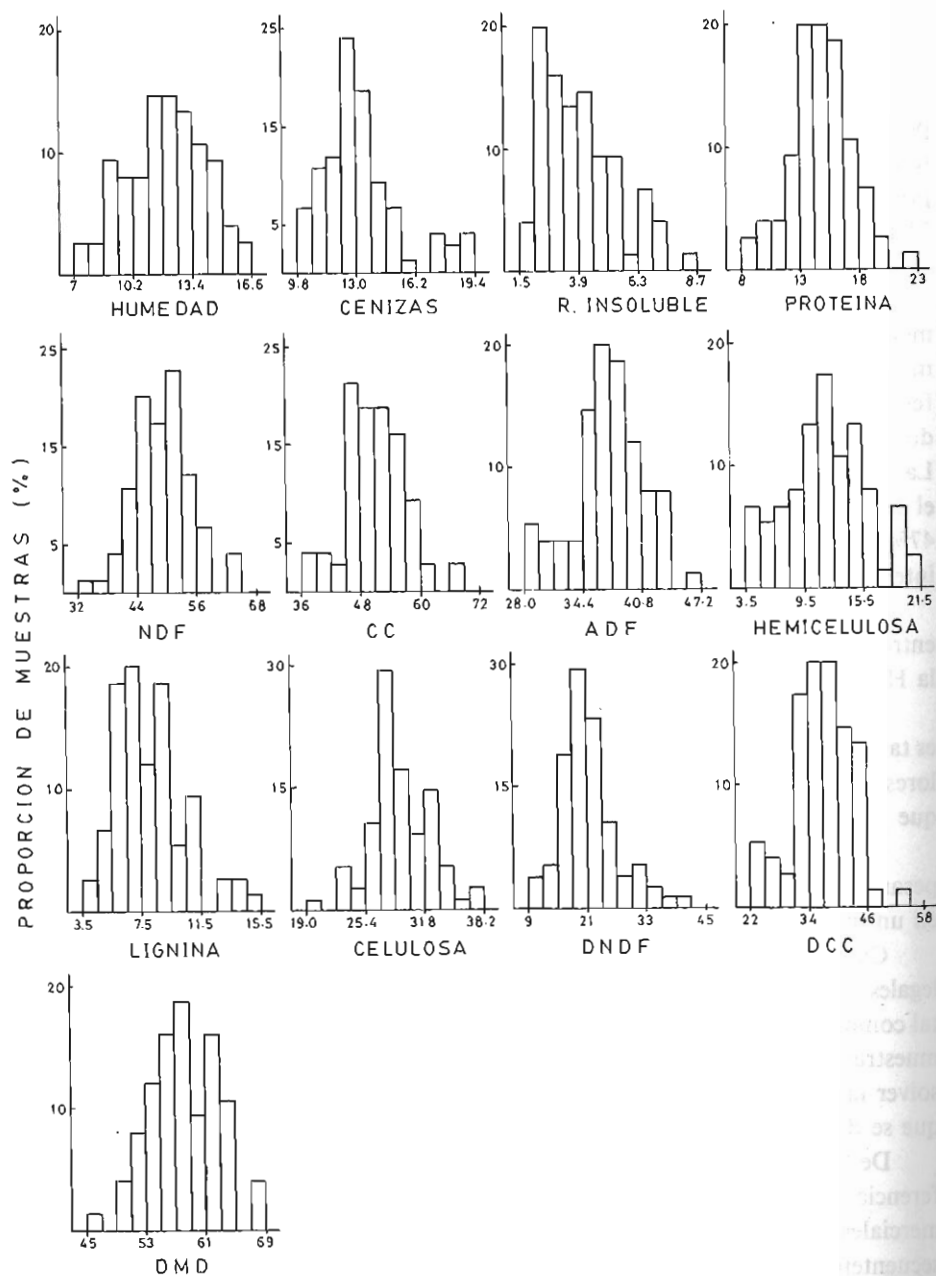


FIG. 1. Histogramas de frecuencias de la composición química y digestibilidad (% sobre sustancia seca) de las 75 muestras de alfalfa deshidratada.

TABLA II. COMPOSICIÓN DE ALFALFA DESHIDRATADA (TABLAS DE COMPOSICIÓN DE PRIMERAS MATERIAS PARA NUTRICIÓN ANIMAL, MINISTERIO DE AGRICULTURA, PESCA Y ALIMENTACIÓN, 1984)

DENOMINACIÓN: ALFALFA DESHIDRATADA 18 - 22 por 100 DE P. B.			
GRUPO: HENOS, FORRAJES DESHIDRATADOS Y OTROS VEGETALES DESECADOS			
DESCRIPCIÓN: ALFALFA DESHIDRATADA (EN HARINA AGLOMERADA O GRANULO CON 18-22 por 100 DE P.B.)			
PRODUCTO OBTENIDO POR LA DESHIDRATACION DE LA ALFALFA			
PRINCIPIOS INMEDIATOS	(1)	(2)	(3)
Humedad	10,0 %	10,0 %	10,0 % Máx.
Proteína bruta (Kjeldahl)	20,0 %	22,2 %	18,0 % Min.
Extracto etéreo	3,5 %	3,9 %	— %
Fibra bruta (Wendee)	21,5 %	23,9 %	23,0 % Máx.
Cenizas	10,0 %	11,1 %	12,0 % Máx.
Fibra ácido detergente (Van Soest)	23,0 %	25,6 %	— %
Fibra neutro detergente (Van Soest)	34,5 %	38,3 %	— %
Almidón (C. E. E.)	— %	— %	— %
Azúcares totales (C. E. E.)	— %	— %	— %
Lignina (Van Soest)	7,0 %	7,8 %	— %
	— %	— %	0,017 % Min.
	— %	— %	— %
	— %	— %	— %

DENOMINACIÓN: ALFALFA DESHIDRATADA (EN HARINA, AGLOMERADA O GRANULO) CON 16-18 por 100 DE P. B.			
GRUPO: HENOS, FORRAJES DESHIDRATADOS Y OTROS VEGETALES DESECADOS			
DESCRIPCIÓN: PRODUCTO OBTENIDO POR LA DESHIDRATACION DE LA ALFALFA			
PRINCIPIOS INMEDIATOS	(1)	(2)	(3)
Humedad	10,0 %	10,0 %	10,0 % Máx.
Proteína bruta (Kjeldahl)	16,4 %	18,2 %	16,0 % Min.
Extracto etéreo	7,8 %	3,1 %	— %
Fibra bruta (Wendee)	25,5 %	29,3 %	27,0 % Máx.
Cenizas	9,5 %	10,6 %	12,0 % Máx.
Fibra ácido detergente (Van Soest)	27,3 %	30,3 %	— %
Fibra neutro detergente (Van Soest)	40,5 %	45,0 %	— %
Almidón (C. E. E.)	— %	— %	— %
Azúcares totales (C. E. E.)	— %	— %	— %
Lignina (Van Soest)	8,5 %	9,4 %	— %
Carotenos	— %	— %	0,012 % Min.
	— %	— %	— %
	— %	— %	— %

DENOMINACIÓN: ALFALFA DESHIDRATADA (EN HARINA, AGLOMERADA O GRANULADO) DE 14-16 por 100 DE P. B.			
GRUPO: HENOS, FORRAJES DESHIDRATADOS Y OTROS VEGETALES DESECADOS			
DESCRIPCIÓN: PRODUCTO OBTENIDO POR LA DESHIDRATACION DE LA ALFALFA			
PRINCIPIOS INMEDIATOS	(1)	(2)	(3)
Humedad	10,0 %	10,0 %	10,0 % Máx.
Proteína bruta (Kjeldahl)	14,0 %	15,5 %	14,0 % Min.
Extracto etéreo	2,5 %	2,8 %	— %
Fibra bruta (Wendee)	32,0 %	35,6 %	33,0 % Máx.
Cenizas	9,0 %	10,0 %	12,0 % Máx.
Fibra ácido detergente (Van Soest)	34,0 %	37,8 %	— %
Fibra neutro detergente (Van Soest)	49,5 %	55,0 %	— %
Almidón (C. E. E.)	— %	— %	— %
Azúcares totales (C. E. E.)	— %	— %	— %
Lignina (Van Soest)	9,5 %	10,6 %	— %
Carotenos	— %	— %	0,008 % Min.
	— %	— %	— %
	— %	— %	— %

- (1) g sobre sustancia natural.
- (2) g sobre sustancia seca.
- (3) Según B.O.E. (núms. 68 de 1975 y 150 de 1976).

El 64% de las muestras se concentra en el intervalo de 2.10 a 4.5% de residuo insoluble, el 4% tienen valores inferiores con un mínimo de 1.69% y el resto (32%) se distribuyen en intervalos de mayor concentración, alcanzando una muestra el nivel de 8.26% de residuo insoluble (figura 1 y Tabla I).

Existen diferencias significativas entre casas comerciales en cuanto a niveles medios (Tabla I), el mínimo corresponde a la casa H (2.81%) y el máximo a la F (5.31%).

Proteína. Es la característica fundamental en las transacciones comerciales. En el estudio que nos ocupa los valores oscilan entre 8.17 y 22.69%, con un valor medio global de 14.80 (Tabla I) y una variabilidad relativa del mismo orden que para humedad y cenizas (coeficiente de variación = 18.11%).

El 80% de las observaciones tienen niveles comprendidos entre 13 y 18% de proteína y sólo el 11% tienen niveles superiores a 18%. Por consiguiente las muestras analizadas corresponden en su mayoría a los dos tipos de alfalfas de calidad inferior, según la clasificación establecida en la Tabla II por el MINISTERIO DE AGRICULTURA, PESCA Y ALIMENTACIÓN (1984). El 21% de las muestras tiene niveles entre 16 y 18% de proteína, el 31% entre 14 y 16 y el resto (37%) ostentan valores inferiores a 14%.

En resumen, puede afirmarse que, en general, los niveles de proteína corresponden a alfalfas de baja calidad.

En el estudio según casas comerciales se observan diferencias apreciables, los valores medios fluctúan entre 12.48 (casa E) y 17.59% (casa B).

Constituyentes de la fibra. Los niveles de fibra neutro-detergente (NDF) varían entre 32.62 y 63.92%, obteniéndose un valor medio global de 49.12%, y el 83% de las muestras se decantan hacia el intervalo de 41 a 56% (Tabla I y figura 1). Estos valores están en concordancia con los de proteína, y así, según se muestra en la Tabla II, los valores de NDF encontrados en las alfalfas objeto de estudio, corresponden, en su mayor parte, también a alfalfas de baja calidad.

Al hacer el estudio a nivel de casa comercial (Tabla I) se observan, asimismo, diferencias entre los valores de las distintas casas y se pone de manifiesto, una vez más, la relación inversa entre el contenido en proteína y este parámetro. En efecto, la casa E con el mínimo de proteína ofrece el máximo de NDF y las B y G, con los máximos de proteína, tienen ahora los mínimos de NDF.

El contenido medio global en fibra ácido-detergente (ADF) es de 37.25%, oscilando los niveles entre 28.34 y 46.68% (Tabla I). No obstante, una gran proporción de muestras (65%) tiene valores en el intervalo de 34.4 a 40.8% de ADF (figura 1) que por otra parte, son también del mismo orden que los valores medios señalados por el Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación (1984) en alfalfas de baja calidad (Tabla II).

De forma análoga a lo que sucedía con los parámetros comentados anteriormente, el factor casa comercial establece diferencias en los niveles medios de ADF (Tabla I).

La variable hemicelulosa presenta una fluctuación considerable (valores extremos de 3.64 y 21.20%) con un valor medio de 11.93% (Tabla I). Sin embargo, el 63% de las muestras tienen niveles dentro del intervalo de 9.5 a 17%.

En cuanto a lignina se aprecia asimismo una gran variabilidad; los valores oscilan entre 3.72 y 15.30% y el valor medio obtenido es de 8.06% (Tabla I). En el histograma de distribución de frecuencias (figura 1) se observa que el 70% de las muestras tiene valores comprendidos entre 5.5 y 9.5% de lignina y por consiguiente son en general ligeramente inferiores a los medios indicados por el Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación (Tabla II) para los tipos de alfalfa objeto de consideración.

Los niveles de celulosa fluctúan entre 19.80 y 38.06%, obteniéndose un valor medio de 21.38%. Las muestras se distribuyen en su mayoría (67%) en el intervalo de 23.4 a 31.8% de celulosa; el 10% se distribuyen en intervalos de valores más bajos y el resto (23%) tienen niveles superiores a 31.8% (figura I).

De los resultados discutidos anteriormente se deduce que respecto a este parámetro, se detectan también diferencias en los niveles medios que aportan las distintas casas comerciales (Tabla I).

Digestibilidad. Los niveles de las fracciones antes consideradas conducen a valores de digestibilidad relativamente bajos. En efecto, el valor medio global es 58.35% con márgenes de fluctuación de 45.36 y 68.94% (Tabla I), aunque el 72% de las muestras ostentan índices comprendidos entre 53 y 63% de digestibilidad. El resto se reparte tanto en intervalos de valores menores (13% de las muestras) como en intervalos de valores superiores a 63% (15% de las muestras).

La influencia de la casa comercial también es neta en lo que concierne a los valores medios de este parámetro. El valor más alto y bastante aceptable, lo alcanza la firma comercial C (65.82%) y el mínimo se produce, como cabía esperar de los parámetros antes considerados, en la A, con sólo 54.06% de digestibilidad, que corresponde a alfalfas de baja calidad.

Por último, con el fin de ofrecer una visión global del estudio realizado, se aplicó el análisis en componentes principales sobre los datos analíticos obtenidos. En la matriz de coeficientes de correlación se aprecian valores altamente significativos, pudiendo destacarse las relaciones directas entre distintos componentes de la fibra (NDF-celulosa: 0.80; NDF-hemicelulosa: 0.77; ADF-celulosa: 0.76; celulosa-DNDF: 0.76, etc) y en el par proteína-DCC (0.75), frente a los coeficientes de correlación negativos más elevados de NDF-DCC (-0.98), lignina-DMD (0.88), celulosa-DCC (-0.81), hemicelulosa-DCC (-0.76) y proteína-NDF (-0.74).

En consecuencia, en el plano definido por los dos primeros componentes extraídos (figura 2), se destacan esencialmente dos tendencias, como se deduce de la representación vectorial de las variables. En primer lugar, el eje I (43.52% de absorción de la varianza) establece una contraposición entre las variables de la fibra, que actúan como factores de carga elevados con signo positivo (especialmente NDF, 0.42, y celulosa, 0.38), frente a DCC (-0.42) y proteína (-0.36). Por otro lado, el segundo componente (25.57% de absorción de la varianza) define

esencialmente la contraposición existente entre DMD (0.51) y lignina (-0.53). En términos generales este segundo eje parece establecer un gradiente de digestibilidad, que hace confluír a las variables más indicadoras de dicho aspecto en su parte positiva.

La ordenación de las observaciones en el plano definido por los dos primeros componentes (figura 2) responderá, lógicamente, a los comentarios anteriores. Se ha intentado establecer diferencias en cuanto a las casas comerciales de las que provienen las muestras, partiendo de la base de unos diferentes procesos preparatorios en cada una de ellas.

Las alfalfas de la casa comercial mejor representada (A, círculos en la gráfica), se sitúan preferentemente en la parte negativa del segundo componente, lo que indica sus bajos niveles de digestibilidad y alto grado de lignificación. En el segundo cuadrante tenderán a localizarse las alfalfas de más alta calidad, predominando en dicha posición las de las casas comerciales B, G y H. En el primer cuadrante con clara tendencia hacia las fracciones más digestibles de la fibra, se sitúan preferentemente las de la casa E, aunque también la D cuenta con una representación considerable (4 de las 6 muestras analizadas). Las alfalfas de la casa C tienden a tomar valores más intermedios, siendo excepción la muestra n.º 22, desplazada hacia la parte positiva del primer eje. Algo similar, aunque en menor grado, ocurre con las del grupo F, con mayor desplazamiento hacia la parte negativa del segundo componente.

En definitiva, puede confirmarse, en términos generales, que las alfalfas presentan caracteres diferenciales en cuanto a su composición de acuerdo con las casas comerciales de que proceden.

Por último, se intenta establecer de forma más precisa el grado de calidad de las distintas muestras (figuras 3), representando, sobre la ordenación ya descrita, los distintos niveles de proteína que se establecen en las Tablas de Composición de Primeras Materias para Nutrición Animal, antes comentadas (Tabla II).

El gradiente que se observa resulta muy claro, con un progresivo aumento en el porcentaje de proteína desde la parte positiva a la negativa del primer eje.

Como se ha destacado anteriormente, la calidad de las alfalfas estudiadas es baja. Sólo 7 muestras rebasan el 18% de proteína; de ellas, 5 proceden de la casa B, una de la C y otra de la D.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen la colaboración técnica prestada por L. García Criado, J.C. Estévez González, M.A. Sánchez Rodríguez y M. Hernández Martín.

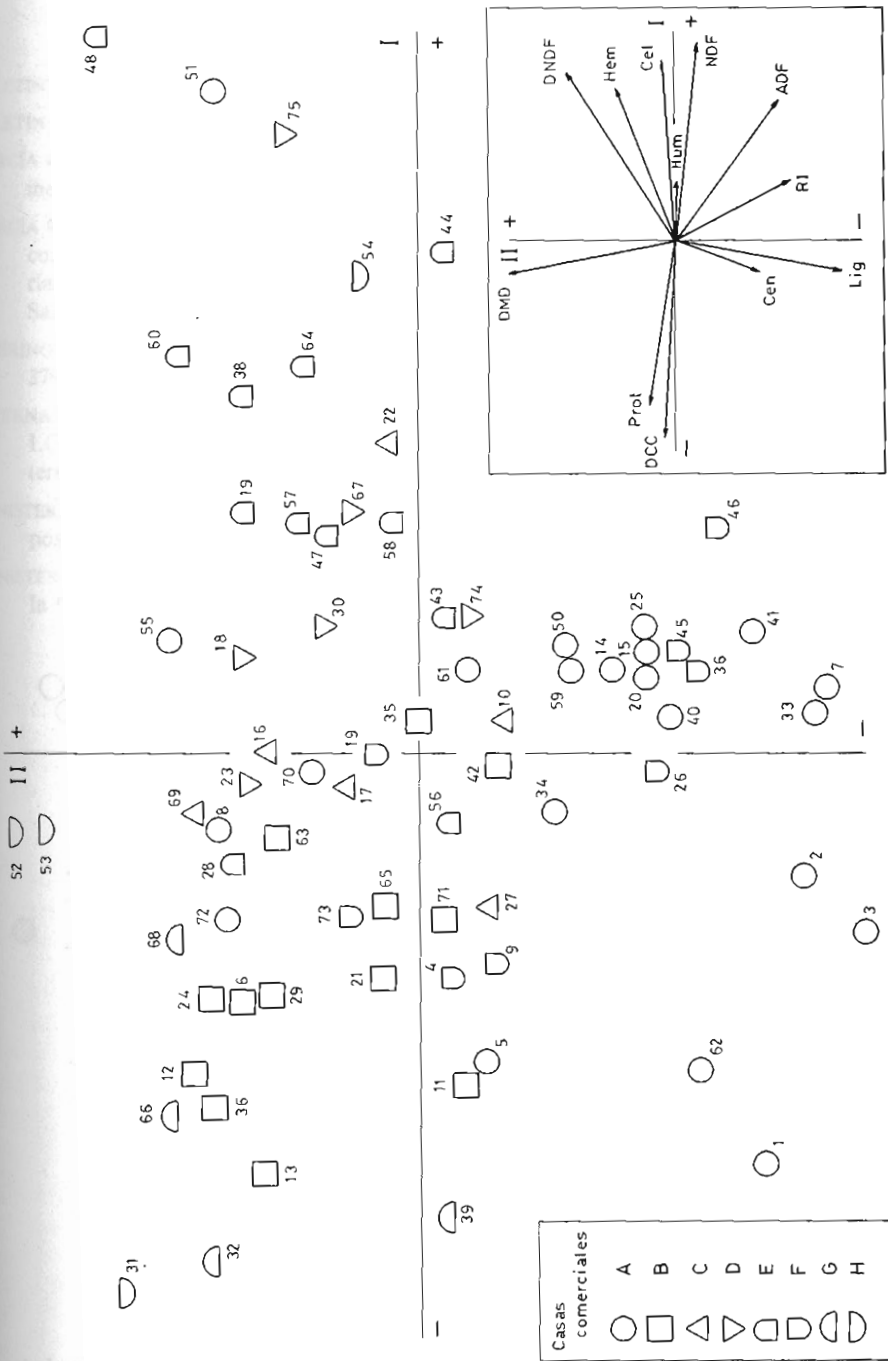


FIG. 2. Análisis en componentes principales. Proyección de las variables y observaciones en el plano definido por los componentes I y II, señalando las distintas casas comerciales.

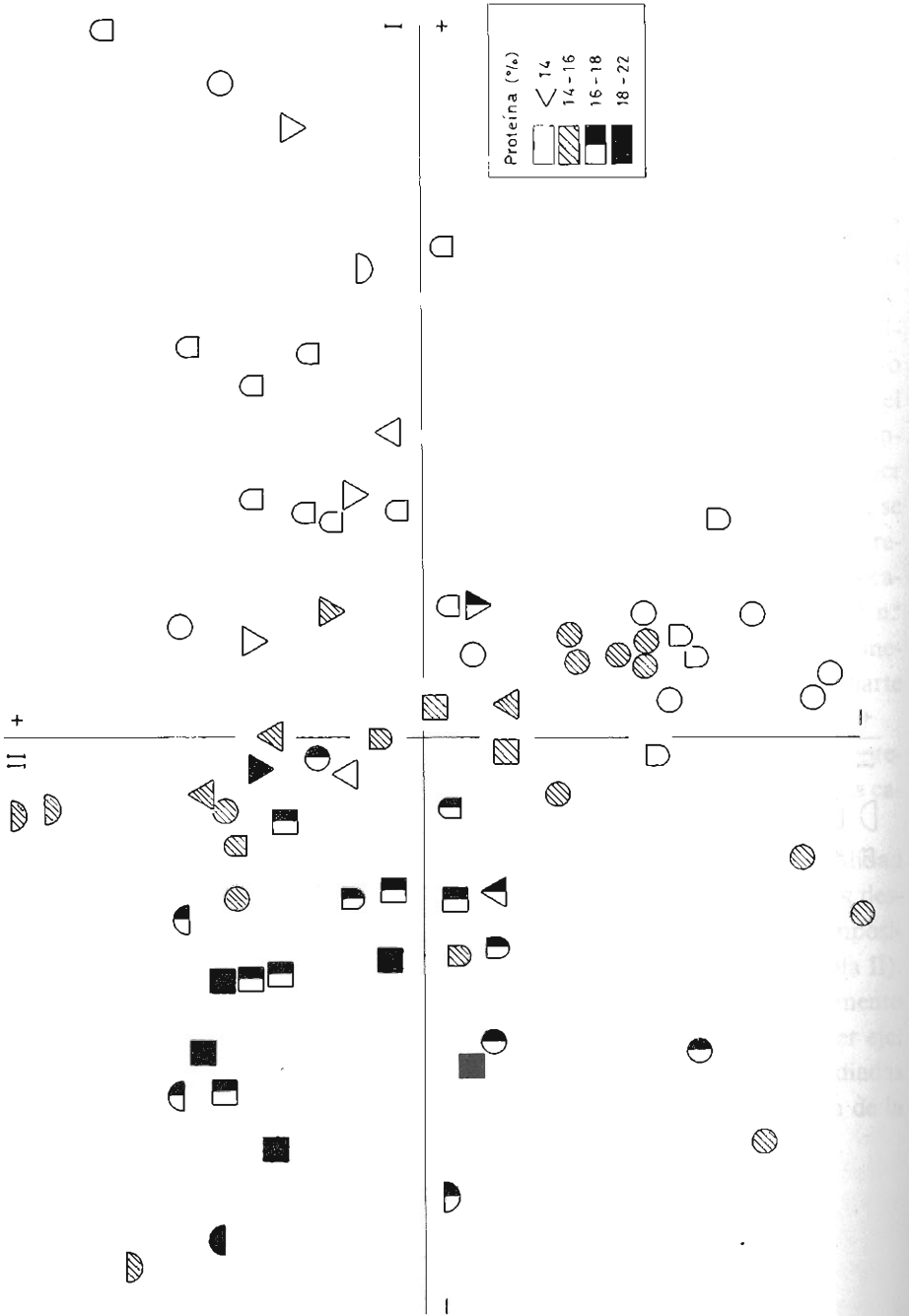


FIG. 3. Análisis en componentes principales. Proyección de las observaciones en el plano definido por los componentes I y II, señalando distintos niveles de proteína.

BIBLIOGRAFÍA

- BOLETÍN OFICIAL DEL ESTADO. (1979), 30 de Agosto, 20324-20328
- BOLETÍN OFICIAL DEL ESTADO. (1983), 11 de Octubre, 27591-27593.
- GARCÍA CRIADO, B. (1974). Fraccionamiento químico de alimentos y su evaluación por métodos de laboratorio. Tesis Doctoral. Univ. de Salamanca.
- GARCÍA CRIADO, B., GÓMEZ GUTIERREZ, J.M. y GARCÍA CIUDAD, A. (1980). Tablas de composición de alimentos producidos en el Centro-Oeste español para la ganadería. Praderas temporales en regadío y pastizales naturales. Caja de Ahorros de Salamanca-Centro de Edafología y Biología Aplicada, C.S.I.C., Salamanca.
- GOERING, H.K. and VAN SOEST, P.J. (1970). Forage fiber analyses. Agric. Handbook n° 379, ARS, USDA, Washington.
- INTERNATIONAL CENTRE FOR ADVANCED MEDITERRANEAN AGRONOMIC STUDIES, I.C.A.M.A.S. (1985). Nutritive value of feedingstuffs and byproducts of the Mediterranean area. Report of the chain analysis 1984/85.
- MINISTERIO DE AGRICULTURA, PESCA Y ALIMENTACIÓN - AINFROT. (1984). Tablas de Composición de Primeras Materias para Nutrición Animal. Imp. Ser. Publ. Madrid.
- MINISTERIO DE SANIDAD Y CONSUMO. (1985). Análisis de Alimentos. Colec. Fomento de la Calidad. Cap. V. Ser. Publ. Madrid.