ITEA (1995), Vol. 91A N.º 3, 129-160

CADENA DE ANÁLISIS INTERLABORATORIAL DE ALIMENTOS PARA EL GANADO

F. Muñoz*
A. Argamentería**
D. Andueza*

* S.I.A.-D.G.A.
Apdo. 727, 50080 Zaragoza
** I.E.P.A.
Apdo. 13,
33300 Villaviciosa (Asturias)

RESUMEN

Con el objetivo de estandarizar la metodología analítica utilizada en la valoración nutritiva de alimentos para el ganado y estimar los valores de reproducibilidad y de repetibilidad de la misma se realizó esta cadena de análisis a nivel nacional.

Se enviaron muestras de 6 alimentos (ensilado de hierba, heno de pradera, heno de alfalfa, paja de cereal, cebada y soja) a 17 laboratorios para realizar las determinaciones analíticas de materia seca, cenizas, proteína bruta (A.O.A.C., 1990), fibra neutro detergente (Goering y Van Soest, 1970) y estimación enzimática de la digestibilidad de la materia orgánica (Riveros y Argamentería, 1987).

Los resultados obtenidos para las determinaciones de materia seca y cenizas mostraron unos coeficientes de variación que pueden ser considerados aceptables. Para las determinaciones analíticas de proteína bruta, fibra neutro detergente y coeficiente de digestibilidad de la materia orgánica, estimadas mediante una técnica enzimática, se obtuvieron unos coeficientes de variación elevados.

Al comparar los coeficientes de variación con otros obtenidos en anteriores cadenas de análisis, para las mismas determinaciones analíticas, se observa una menor variabilidad de los resultados.

Palabras clave: Reproducibilidad, Repetibilidad, Cadena de análisis, Composición química

SUMMARY

INTER-LABORATORY TEST OF ANALYSIS OF FEEDSTUFFS FOR LIVESTOCK

The aims of this Ring-test were the standarisation of analytical methodology used to obtain the nutritive value of feedstuffs and the estimation of reproducibility and repetibility of these analytical methods.

Samples of six feedstuffs (grass silage, pasture hay, lucerne hay, cereal straw, barley and soya) were sent to seventeen laboratories to determine dry matter, ash, crude protein (A.O.A.C., 1990), neutral detergent fibre (Goering and Van Soest, 1970) and enzymatic digestibility of the organic matter. (Riveros y Argamentería, 1987).

The coefficients of variation obtained for the dry matter and ash, were acceptable, but the results of crude protein neutral detergent fibre and enzymatic digestibility value of organic matter show a great variability.

When comparing these coefficients of variation with others obtained in previous Ring-test for the same analytical determinations we have observed a reduction of the variability of the results.

Key words: Reproducibility, Repeatability, Ring-test, Chemical composition.

Introducción

La estimación del valor nutritivo de los alimentos para el ganado es uno de los aspectos más importantes a considerar dentro de la nutrición animal, y ha sido siempre un motivo de preocupación para todos los equipos dedicados a la alimentación del ganado.

La manera más común de estimar el valor nutritivo de los alimentos es mediante tablas de valoración de alimentos o a partir de análisis de laboratorio. No obstante, la utilización de técnicas de análisis en laboratorio ha ido incrementándose de forma considerable, así como el número de laboratorios dedicados a esta actividad a nivel nacional. Entre los inconvenientes que presenta la utilización de técnicas de análisis laboratorial se encuentra la elevada variabilidad de resultados obtenidos entre laboratorios, puesta de manifiesto en distintas cadenas de análisis realizadas anteriormente (Van Der Meer, 1983; Muñoz, 1991).

Con el fin de estandarizar la metodología utilizada para la caracterización de los alimentos utilizados en alimentación animal, así como para conocer el nivel de precisión de dicha metodología (valores de reproducibilidad y repetibilidad), se realizó un estudio en el que colaboraron varios laboratorios bajo la coordinación del Instituto Nacional de Investigación y Tecnología Agraria y Alimentaria (INIA).

Material y métodos

Se enviaron muestras de 6 alimentos a 21 laboratorios de los cuales sólamente 17 enviaron resultados (Ver lista de participantes). Los alimentos a analizar fueron los siguientes:

- Ensilado de hierba.
- Heno de pradera natural.
- Heno de alfalfa.
- Paja de cereal.
- Cebada.
- Harina de soja.

Sobre cada alimento se realizaron las siguientes determinaciones analíticas:

1. Materia seca (%) (A.O.A.C., 1990).

2. Cenizas (%) (A.O.A.C., 1990).

3. Proteína bruta (%) (A.O.A.C., 1990).

4. Fibra neutro detergente (%) (GOERING y VAN SOEST, 1970).

5. Fibra neutro detergente libre de cenizas (%) (GOERING y VAN SOEST, 1970).

6. Digestibilidad fibra neutro detergente-celulasas (%) (RIVEROS y ARGAMENTERÍA, 1987).

Los métodos analíticos recomendados para estas determinaciones junto con las muestras a analizar, se enviaron a todos los laboratorios colaboradores desde el Instituto de Experimentación y Promoción Agraria de Villaviciosa (Asturias) y desde el Servicio de Investigación Agraria de Zaragoza.

Comentarios generales sobre las técnicas

Proteína bruta

No resulta fácil dar unas instrucciones totalmente concretas. Hoy día existe tanta variabilidad de equipos de digestión y valoración que no se puede forzar a un laboratorio a realizar un proceso totalmente detallado al 100%.

Tampoco hay una certeza absoluta en cuanto al mejor catalizador. Sólo se puede tener en cuenta que el mercurio es un grave contaminante y que muchos autores dudan de la efectividad del selenio como único agente.

De ahí que propongamos varias opciones, una muy ajustada al Método Oficial Español para Piensos y sus Materias Primas y otras más apropiadas para los actuales equipos de destilación.

Tampoco nos parece lógico forzar a laboratorios que disponen de equipos instrumentales a no utilizarlos, siempre que se valore finalmente nitrógeno procedente de digestión Kjeldahl. De ahí que sólo hayamos excluído determinaciones por combustión, piroluminiscencia o resonancia magnética nuclear. Sin embargo, si algún laboratorio dispone de tales equipos sería valioso que informase de los resultados obtenidos con ellos además de los obtenidos por método clásico.

Por otra parte, invitamos a los laboratorios que determinen nitrógeno Kjeldahl en autoanalizadores a que, si es posible, efectúen también la valoración por un método clásico.

Fibra neutro detergente

Para alimentos concentrados, se ha considerado preferible seguir la nueva recomendación de VAN SOEST y col., (1991), en que una amilasa especial muy termorresistente (SIGMA A 3306) se añade desde un principio a la solución neutro detergente, en lugar de interrumpir la ebullición, añadir una amilasa menos termorresistente y volver a iniciarla.

Digestibilidad neutro detergente celulasa

Se ha optado por la modalidad FND - celulasa a fin de obtener FND, FND libre de cenizas y digestibilidad enzimática con celulasa en un mismo proceso.

Se ha optado por la celulasa ONOZUKA R -n 10 por ser la más económica de cuantas son más habituales en la bibliografía.

Atención al hecho de que hay personas hipersensibles a esta enzima. Basta con que se abra el recipiente que la contiene en su

presencia para provocar síntomas alérgicos de tos, lacrimeo, fatiga y otras molestias.

Sin embargo, aunque la persona que ejecuta los análisis sea hipersensible, basta con que se le dé disuelta en tampón la celulasa para que puede continuar trabajando sin problemas.

Análisis estadístico

El análisis de los datos se realizó de acuerdo con la norma ISO - International Standard 5725. En primer lugar, se utilizó el test de Dixon (DIXON y MASSEY, 1969), con el fin de verificar si la variabilidad presentada por los valores extremos de cada una de las determinaciones se podía considerar aceptable. Este test detecta si los valores extremos son concordantes con el resto de los datos. Se denominan stragglers a los datos cuyo valor resultante, tras aplicar el test, se encuentre entre el 5% y el 1% de los valores críticos. De la misma manera, se denomina outlier al dato cuyo valor resultante al realizar el test sea mayor que el valor crítico al 1%. Para realizar el cálculo de los valores de reproducibilidad y repetibilidad, los datos outliers se eliminan y los stragglers, se conservan.

Cuando una gran parte de los resultados de una determinación analítica, para los distintos alimentos enviados por un laboratorio, son outliers y/o stragglers, dicha determinación se elimina en el resto de alimentos de este laboratorio, siendo considerado un laboratorio outlying.

La International Standard Organisation ISO 5725 define reproducibilidad (R) como el valor por debajo del cual se encontrarán en un 95% de las ocasiones la diferencia entre dos resultados analíticos (en valor absoluto) realizados en distintas condiciones. El valor de R se estima mediante la ecuación $R=2,83s_R$ para un nivel de probabilidad del 95%, siendo s_R la estimación de la desviación típica de reproducibilidad. Del mismo modo, el valor de repetibilidad (r) se define como la máxima diferencia que existirá entre dos resultados analíticos (en valor absoluto) realizados en las mismas condiciones en el 95% de las veces. El valor de r, para un nivel de probabilidad del 95%, se estima por la ecuación $r=2,83s_r$, siendo s_r la estimación de la desviación típica de repetibilidad.

Resultados y discusión

En el Anejo I (Cuadros I.1 a I.10) se recogen los resultados obtenidos por los laboratorios para cada determinación de cada uno de los alimentos. Los datos considerados outliers y stragglers están marcados con ** y * respectivamente.

El laboratorio nº 6, para la determinación de cenizas sobre materia seca, presentó dos outliers y dos stragglers, por lo que se consideró como outlying para esta determinación. El laboratorio nº 8 también fue como outlying para la determinación FND, tanto sobre muestra natural como sobre materia seca.

Los valores outliers y los laboratorios considerados outlying se eliminaron antes de proceder al cálculo del valor de reproducibilidad.

Algunos laboratorios no realizaron la totalidad de las determinaciones ni todas las repeticiones, lo que dificultó la comparación de los resultados. En el protocolo inicial se recomendaba el envío de resultados por cuadruplicado para cada determinación, cuando ésta se realizara sobre muestra natural y por duplicado cuando los resultados se

expresaran en porcentaje sobre materia seca. La mayoría de los laboratorios no se ajustaron a esta recomendación, por lo que no fue posible realizar el test de la máxima varianza de Cochran (PEARSON y HARTLEY. 1970) para detectar posibles valores anómalos al comparar las desviaciones típicas de cada alimento obtenidas dentro de cada laboratorio. Como alternativa el test de Cohran se decidió aplicar el test de homogenidad de varianzas de Barlet, pero debido a su gran sensibilidad implicaba descartar un elevado número de laboratorios en todas las series por lo que se decidió realizar el cálculo de los valores de repetibilidad sin aplicar ningún test estadístico para eliminar los posibles valores anormales existentes y sin descartar ningún valor de los enviados.

No se observó ninguna relación entre las distintas opciones dentro de una misma determinación y los outliers y/o stragglers encontrados.

En las Cuadros 1 y 2 se muestran los valores de medias, desviaciones típicas (std), coeficiente de variación (Cv), y valores máximo (max) y mínimo (min) obtenidos para cada determinación y en cada uno de los alimentos antes, y tras aplicar el test de Dixon para detectar posibles valores anómalos. Se incluye el número de laboratorios (n) que obtuvieron los valores utilizados para el cálculo de estos parámetros.

Las determinaciónes FND de la cebada y de la soja, en las cuatro formas en que se han expresado los resultados, dan unos valores de Cv que no pueden considerarse aceptables. El Bureau Interprofesionnel d'études Analytiques (BIPEA) de Francia, en una cadena de análisis entre 10 laboratorios realizado para conocer la variabilidad de resultados obtenidos en las determinaciones analíticas de PB y aminoácidos, afirma que valores del 20% de coeficiente de variación (Cv) no deben figurar en los resultados y considera como valores aceptables los comprendidos entre un 2 y un 7% en Cv. Este criterio ha sido el adoptado para la interpretación de los resultados obtenidos en esta cadena de análisis.

El método de digestibilidad neutro-detergente-celulasa dio resultados aceptables en los concentrados (Cv: 3,2 y 1,7), pero no en los forrajes (Cv: 15,7, 10,6, 11,48 y 12,14). Esta determinación no se realiza de forma habitual en los laboratorios participantes, pudiendo ser ésta la causa de la alta variabilidad encontrada en los resultados.

En las figuras 1 y 2 se presenta la relación existente entre los valores de reproducibilidad o repetibilidad y el valor medio de cada determinación analítica para cada alimento, exceptuando la de digestibilidad mediante FND-celulasa, en la que no se encontró ninguna relación entre dichos parámetros.

Así, en el Cuadro 3 se resumen los resultados por determinación analítica expresandase todos ellos en porcentaje. En el caso de la digestibilidad mediante FND-celulasa los valores de R y r obtenidos para los distintos alomentos, ya que no se encontró ninguna relación entre dichos valores y los valores medios de los distintos alimentos para cada determinación. En las figuras 1 y 2 se presenta la relación existente entre los valores de reproducibilidad o repetibilidad y el valor medio de cada alimento para cada determinación analítica, exceptuando la de fibra neutro detergente-celulasa, en la que no se encontró ninguna relación entre dichos parámetros.

Al comparar los valores de reproducibilidad obtenidos en este estudio con los obtenidos en otras cadenas de análisis (VAN DER MEER, 1983; MUÑOZ, 1991), a pesar de los elevados valores de reproducibilidad de las

FND, PB y cenizas se observa un incremento de la precisión en dichas determinaciones, obteniéndose valores de reproducibilidad del mismo orden en las determinaciones de MS y digestibilidad neutro detergente celulasa. Sin embargo, como se ha indicado anteriormente, es necesario reducir los coeficientes de variación en el caso de la FND y digestibilidad enzimática neutro detergente-celulasa, y conviene aumentar la precisión de las determinaciones de MS, cenizas y PB.

Consideraciones sobre la variabilidad observada

Además de la comparación estadística anterior, existen una serie de observaciones que arrojan cierta luz sobre las diferencias entre laboratorios y que pueden ayudar a reducirlas. A continuación se desglosan para cada componente analizado y se efectúa una síntesis final.

Materia seca

Eran previsibles diferencias entre laboratorios, debido a la diferente humedad ambiental según zonas de España. Ahora bien, los resultados expresados sobre materia seca no deberían variar.

Se ha comprobado que las muestras procedentes de Zaragoza (heno de alfalfa, paja de cereal y cebada) fueron ganando humedad en el tiempo. Este hecho nos lleva a señalar que para expresar un componente como porcentaje sobre materia seca hay que utilizar el valor de materia seca correspondiente al momento en que se hizo la determinación de ese componente.

Cenizas

Se observa que uno de los laboratorios participantes infravalora siempre y otro sobrevalora. Según se deduce de observaciones que apuntaremos a continuación, cabe sospechar que hubo errores en la temperatura del horno más que debido a problemas en la determinación de materia seca.

Uno de los laboratorios utilizó el analizador termogravimétrico, usado en siderurgia para la determinación de volátiles en carbón, el cual permite la determinación simultánea de materia seca y cenizas en 19 muestras a la vez (ó 38, con dos hornos). Los valores obtenidos mediante esta técnica fueron concordantes con la media general. Al no haber pesadas manuales, ni transporte de muestras ni enfriamiento en desecador, las fuentes de error se reducen considerablemente.

Proteína bruta

En un laboratorio, cuyos valores sobre alimento fueron concordantes con la media, al referirlos a materia seca quedaron sobrevalorados. Cabe pensar en un error imputable a la determinación de la materia seca.

En tres laboratorios se infravalora proteína bruta sobre muestra natural y sobre materia seca. En dos, se sobrevalora en ambos casos.

La infravaloración o sobrevaloración de proteína está en proporción constante respecto a la media general.

Una fuente importante de errores puede deberse a la determinación incorrecta del factor de la solución del ácido utilizado en la valoración final. A veces no se le da la importancia que realmente tiene, llegando incluso a no determinarlo y a asumir como

valor 1. El hecho de considerar factor 1 en el caso de que fuera 0.95 ó 1.05 afecta muy poco a un forraje pobre en proteína, pero por ejemplo con una soja del 44 %, ello conduciría a obtener valores de 41,8 % y 46,2 %, que constituye un error muy apreciable.

Fibra neutro detergente

En concentrados las diferencias respecto a la media son grandes apareciendo valores totalmente aberrantes. No ocurre lo mismo en forrajes, si bien es preciso reducir la variabilidad.

En ningún laboratorio se aprecia una tendencia clara a infravalorar o a sobrevalorar. Cabe pensar en errores en las diversas operaciones de ebullición, lavados, etc.

Digestibilidad enzimática
(Neutro detergente-celulasa)

Aparecen mayores discrepancias para forrajes que para concentrados: a mayor residuo de fibra, mayor error en la determinación de la fracción no solubilizada por la celulasa. Es preciso modificar el método en cuanto al sistema de cierre de los crisoles para evitar tener que arrastrar por lavado las partículas adheridas a los tapones de la boca superior.

Se ha constatado en muchos casos una pérdida de peso de los crisoles por efecto de la solución tamponada de celulasa. Hay que tener en cuenta esta pérdida de tara de los crisoles en el cálculo de fibra neutro detergente libre de cenizas.

Conclusiones

Los valores de reproducibilidad y repetibilidad obtenidos para la mayor parte de las determinaciones analíticas fueron muy elevados, siendo necesario analizar los factores responsables de esta variabilidad con el objeto de reducirla lo máximo posible.

La determinación de materia seca es una fuente de error. Cabe esperar que la materia seca varíe en el tiempo, sobre todo si se trata de muestras de distintas procedencias. Si el período de realización de los análisis es superior a 1 semana, conviene efectuar varias determinaciones de la materia seca. Sería conveniente disponer de un analizador termogravimétrico para determinación de materia seca y cenizas.

Los errores en la determinación de proteína bruta parecen fácilmente evitables mediante el cálculo del factor de la solución del ácido de valoración y el empleo de soluciones patrón de nitrógeno amoniacal o, mejor, compuestos orgánicos o patrones BIPEA con garantía de su contenido en nitrógeno.

Respecto a la digestibilidad enzimática neutro detergente celulasa convendría revisar el método para hacerlo más operativo.

CUADRO 1
RESULTADOS DE LOS ANÁLISIS ESTÁDISTICOS: MEDIA, VALOR MÍNIMO (min), VALOR MÁXIMO (max), COEFICIENTE DE VARIACIÓN (Cv), DESVIACIÓN TÍPICA (std) Y NÚMERO DE LABORATORIOS (n) DE CADA DETERMINACIÓN ANALÍTICA, A PARTIR DE LOS DATOS ORIGINALES

	ENSILADO	HENO DE PRADO	HENO DE ALFALFA	PAJA DE CEREAL	CEBADA	HARINA DE SOJA
MATERIA SECA						
media	90,91	91,82	90,72	91,83	89,76	89,52
min	85,55	90,64	88,34	90,80	88,67	88,03
max	95,06	93,15	93,17	93,51	91,62	92,95
std	3,12	0,65	1,32	0,80	0,94	1,35
Cv	3,43	0,71	1,45	0,87	1,05	1,51
n	16	16	16	16	16	16
CENIZAS (% sobre muestra natural)						
media	7,43	6,17	10,90	8,87	2,43	6,39
min	7,02	6,06	10,45	8,45	2,34	6,08
max	7,71	6,29	11,57	9,39	2,47	6,68
std	0,19	0,07	0,27	0,26	0,04	0,19
Cv	2,59	1,18	2,48	2,97	1,44	2,94
n	15	15	15	15	13	15
CENIZAS (% sobre materia seca)						
media	8,11	6,69	11,87	9,55	2,74	7,11
min	7,40	6,30	11,00	8,50	2,50	6,86
max	8,46	6,90	12,53	10,14	3,21	7,46
std	0,25	0,13	0,34	0,40	0,14	0,20
Cv	3,04	1,93	2,88	4,23	5,06	2,85
n	17	17	17	17	17	17
PROTEÍNA BRUTA (% sobre muestra natural)						
media	4,97	7,67	12,02	3,66	8,04	44,94
min	4,53	6,72	11,22	3,09	7,11	40,09
max	5,60	8,80	12,81	3,99	8,38	48,86
std	28,00	43,00	0,42	0,23	0,32	1,89
Cv	5,73	5,60	3,52	6,41	4,09	4,20
n	16	16	16	16	16	16
PROTEÍNA BRUTA (% sobre materia seca)						
media	5,43	8,31	13,19	3,98	8,94	50,15
min	4,8	7,17	12,20	3,35	7,96	45,05
max	5,92	9,56	14,10	4,29	9,45	54,98
std	0,34	0,54	0,54	0,25	0,37	2,13
Cv	6,2	6,42	4,07	6,38	4,22	4,26
n	17	17	17	17	17	17

CUADRO 1 (Continuación)
RESULTADOS DE LOS ANÁLISIS ESTÁDISTICOS: MEDIA, VALOR MÍNIMO (min), VALOR MÁXIMO (max), COEFICIENTE DE VARIACIÓN (Cv), DESVIACIÓN TÍPICA (std) Y NÚMERO DE LABORATORIOS (n) DE CADA DETERMINACIÓN ANALÍTICA, A PARTIR DE LOS DATOS ORIGINALES

	ENSILADO	HENO DE PRADO	HENO DE ALFALFA	PAJA DE CEREAL	CEBADA	HARINA DE SOJA
FIBRA NEUTRO DETERGENTE (% sobre muestra natural)						
media	54,16	56,37	60,91	73,46	23,61	13,04
min	52,04	54,13	58,04	70,68	16,19	10,20
max	56,66	63,85	63,59	77,27	55,63	27,80
std	1,24	2,61	1,56	1,57	10,54	4,19
Cv	2,28	4,63	2,56	2,13	44,64	32,10
n	16	16	16	16	16	16
FIBRA NEUTRO DETERGENTE (% sobre materia seca)						
media	59,63	61,65	67,18	80,02	26,38	14,57
min	55,53	58,82	65,05	77,27	18,11	11,31
max	64,93	69,30	70,73	84,06	62,00	31,24
std	2,42	2,91	1,57	1,63	11,70	4,73
Cv	4,05	4,73	2,35	2,04	44,35	32,49
n	16	16	16	16	16	16
FIBRA NEUTRO DETERGENTE LIBRE DE CENIZAS (% sobre muestra natural)						
media	54,57	55,83	61,15	72,25	23,14	11,98
min	52,16	53,57	58,17	70,09	15,58	9,84
max	63,22	58,77	61,67	74,11	55,08	13,03
std	2,91	1,57	2,12	1,15	10,47	0,96
Cv	5,34	2,81	3,46	1,58	45,23	8,02
n	12	12	12	12	12	12
FIBRA NEUTRO DETERGENTE LIBRE DE CENIZAS (% sobre materia seca)						
media	59,18	61,16	67,53	78,77	25,78	13,37
min	57,44	58,31	65,18	76,36	17,42	10,91
max	61,09	63,97	73,57	80,25	61,38	14,69
std	1,09	1,73	2,29	1,16	11,64	1,09
Cv	1,84	2,84	3,39	1,47	45,16	8,13
n	11	12	12	12	12	12
DMO FIBRA NEUTRO DETERGENTE-CELULASA						
media	64,29	57,56	50,14	34,95	87,81	93,97
min	52,11	47,20	43,59	25,47	77,22	86,80
max	78,90	79,40	61,38	53,40	95,20	97,80
std	6,84	9,06	5,76	8,14	3,75	2,99
Cv	10,64	15,74	11,48	23,27	4,27	3,18
n	14	14	15	15	15	15

CUADRO 2
RESULTADOS DE LOS ANÁLISIS ESTÁDISTICOS: MEDIA, VALOR MÍNIMO (min), VALOR MÁXIMO (max), COEFICIENTE DE VARIACIÓN (Cv), DESVIACIÓN TÍPICA (std) Y NÚMERO DE LABORATORIOS (n) DE CADA DETERMINACIÓN ANALÍTICA. TRAS LA ELIMINACIÓN DE LOS VALORES CRÍTICOS DE ACUERDO CON EL TEST DE DIXON

	ENSILADO	HENO DE PRADO	HENO DE ALFALFA	PAJA DE CEREAL	CEBADA	HARINA
MATERIA SECA						
media	90,91	91,82	90,72	91,83	89,76	89,52
min	85,55	90,64	88,34	90,80	88,67	88,03
max	95,06	93,15	93,17	93,51	91,62	92,95
std	3,12	0,65	1,32	0,80	0,94	1,35
Cv	3,43	0,71	1,45	0,87	1,05	1,51
n	16	16	16	16	16	16
CENIZAS (% sobre muestra natural)						
media	7,43	6,17	10,90	8,87	2,43	6,39
min	7,02	6,06	10,45	8,45	2,34	6,08
max	7,71	6,29	11,57	9,39	2,47	6,68
std	0,19	0,07	0,27	0,26	0,04	0,19
Cv	2,59	1,18	2,48	2,97	1,44	2,94
n	15	15	15	15	13	15
CENIZAS (% sobre materia seca)						
media	8,15	6,72	11,98	9,61	2,72	7,12
min	7,89	6,90	11,78	8,95	2,63	6,86
max	8,46	6,61	12,04	10,14	2,78	7,46
std	0,17	0,08	0,19	0,31	0,04	0,20
Cv	2,09	1,23	1,64	3,23	1,56	2,83
n	16	16	15	16	15	16
PROTEÍNA BRUTA (% sobre muestra natural)						
media	4,97	7,60	12,02	3,67	8,04	44,94
min	4,53	6,72	11,22	3,09	7,11	40,09
max	5,60	7,93	12,81	3,98	8,38	48,86
std	0,28	0,32	0,42	0,23	0,33	1,89
Cv	5,73	4,19	3,52	6,41	4,09	4,20
n	16	15	16	16	16	16
PROTEÍNA BRUTA (% sobre materia seca)						
media	5,43	8,31	13,19	3,98	8,94	50,15
min	4,8	7,17	12,20	3,35	7,96	45,05
max	5,92	9,56	14,10	4,29	9,45	54,98
std	0,34	0,54	0,54	0,25	0,37	2,13
Cv	6,2	6,42	4,07	6,38	4,22	4,26
n	17	17	17	17	17	17

CUADRO 2 (Continuación)
RESULTADOS DE LOS ANÁLISIS ESTÁDISTICOS: MEDIA, VALOR MÍNIMO (min), VALOR MÁXIMO (max), COEFICIENTE DE VARIACIÓN (Cv), DESVIACIÓN TÍPICA (std) Y NÚMERO DE LABORATORIOS (n) DE CADA DETERMINACIÓN ANALÍTICA, TRAS LA ELIMINACIÓN DE LOS VALORES CRÍTICOS DE ACUERDO CON EL TEST DE DIXON

	ENSILADO	HENO DE PRADO	HENO DE ALFALFA	PAJA DE CEREAL	CEBADA	HARINA
FIBRA NEUTRO DETERGENTE (% sobre muestra natural)						
media	54,09	55.87	60,76	72.97	19,97	12.06
min	52,04	54.13	58,04	70.68	16.19	10.20
max	56,66	59,55	61,44	74.12	26,30	16.06
std	1.24	1,75	1,48	0.85	2,73	1.48
Cv	2.30	3.13	2,44	1,17	13,66	12,29
n	15	15	15	14	14	15
FIBRA NEUTRO DETERGENTE (% sobre materia seca)						
media	59,67	61,14	67,08	79,52	22,35	13.46
min	55,53	58.82	65.03	77,20	18,11	11,31
max	64.83	65,26	70,73	80,58	29,18	17,88
std	2.50	2.15	1,58	0.93	3,06	1,69
Cv	4,19	3,52	2,34	1,17	13,71	12,54
n	15	15	15	14	14	15
FIBRA NEUTRO DETERGENTE LIBRE DE CENIZAS (% sobre muestra natural)						
media	53,78	55,83	61,14	72.25	20,23	11,98
min	52,16	53.56	58.16	70,09	15,57	9,84
max	55.05	58.77	66.15	74,11	26,28	13,03
std	1,09	1.57	2,12	1.15	3,03	0.96
Cv	2,03	2.82	3,47	1,59	14,96	8,02
n	11	12	12	12	11	12
FIBRA NEUTRO DETERGENTE LIBRE DE CENIZAS (% sobre materia seca)						
media	59,18	61,04	67,53	78,77	22,55	13,37
min	57,43	58.31	65,18	76,36	17,42	10,91
max	61,08	63,97	73.57	80,25	29,06	14,69
std	1,09	1,68	2,29	1.16	3,31	1,09
Cv	1,84	2.76	3,97	1,47	14,66	8,13
n	11	12	12	12	11	12
DMO FIBRA NEUTRO DETERGENTE-CELULASA						
media	64.29	57.56	50,14	32,22	88,07	93,97
min	52,11	47.20	43,59	25.47	85,05	86,82
max	78,90	79.40	61,38	37.00	91,33	97,80
std	6,84	9,06	5,76	3.91	1,51	2,99
Cv	10,64	15.74	11,48	12.14	1,71	3,18
n	14	14	15	13	13	15

CUADRO 3
COEFICIENTE DE VARIACIÓN (Cv) Y VALORES DE REPETIBILIDAD r Y DE REPRODUCIBILIDAD (R), EXPRESADOS EN PORCENTAJE. EN EL CASO DE LA DETERMINACIÓN DSS FIBRA NEUTRO DETERGENTE-CELULASA r Y R SE EXPRESAN COMO EL VALOR MEDIO DE LOS 6 ALIMENTOS

	Cv (%)	r (%)	R (%)
MATERIA SECA	1,50	0,76	3,01
CENIZAS (% sobre muestra natural)	2,27	3,26	5,93
CENIZAS (% sobre materia seca)	2,10	4,49	5,88
PROTEINA BRUTA (% sobre muestra natural)	4,69	4,81	12,30
PROTEINA BRUTA (% sobre materia seca)	5,26	5,24	13,99
FIBRA NEUTRO DETERGENTE (% sobre muestra natural)	5,83	3,64	5,53
FIBRA NEUTRO DETERGENTE (% sobre materia seca)	6,24	4,04	7,77
FIBRA NEUTRO DETERGENTE LIBRE DE CENIZAS (% sobre muestra natural)	5,48	2,56	7,17
FIBRA NEUTRO DETERGENTE LIBRE DE CENIZAS (% sobre materia seca)	5,38	2,49	6,05
DMO FIBRA NEUTRO DETERGENTE-CELULASA (%)	9,14	2,38	13,81

Anejo I

CUADRO I.1.
RESULTADOS ORIGINALES ENVIADOS POR LOS LABORATORIOS. LOS VALORES MARCADOS CON * Y ** SON LOS CONSIDERADOS STRAGGLERS Y OUTLIERS RESPECTIVAMENTE

MATERIA SECA

LABORATORIO	ENSILADO	HENO DE PRADO	HENO DE ALFALFA	PAJA DE CEREAL	CEBADA	HARINA DE SOJA
1	87,92	91,55	89,98	91,19	88,91	90,45
2	87,71	93,06	92,22	92,90	90,70	92,95*
3	92,56	91,57	90,33	91,27	89,28	88,68
4	93,71	91,67	90,76	91,51	89,12	88,38
7	95,06	93,15	93,17	93,51	91,62	91,84
8	93,36	92,15	91,96	92,24	90,14	89,00
9	94,54	92,03	89,93	91,49	89,59	88,91
10	92,15	91,60	91,95	92,57	90,16	88,47
11	92,49	92,44	90,78	92,34	91,39	90,06

CUADRO I.1. (Continuación)
RESULTADOS ORIGINALES ENVIADOS POR LOS LABORATORIOS. LOS VALORES MARCADOS CON * Y ** SON LOS CONSIDERADOS STRAGGLERS Y OUTLIERS RESPECTIVAMENTE

12	88.28	91,43	90,36	91,45	89.42	90,17
13	87,54	90,64	88,34	90,80	88,76	88,51
14	90,97	91,54	92,10	92,63	90,79	88,87
18	92,92	91,84	91,27	91,70	89,62	88,42
19	86,53	91,06	89,94	91,99	89,40	89,78
20	85,55	91,78	89,37	90,88	88,67	89,75
21	93,22	91,61	88,99	90,89	88,70	88,03

CUADRO I.2.
RESULTADOS ORIGINALES ENVIADOS POR LOS LABORATORIOS. LOS VALORES MARCADOS CON * Y ** SON LOS CONSIDERADOS STRAGGLERS Y OUTLIERS RESPECTIVAMENTE

CENIZAS (% Sobre muestra natural)

LABORATORIO	ENSILADO	HENO DE PRADO	HENO DE ALFALFA	PAJA DE CEREAL	CEBADA	HARINA DE SOJA
1	7.21	6,06	10.64	8,75	2,34*	6,20
2	7,02	6,24	10,94	8,92	2,52**	6,48
3	7,54	6,19	10,87	8,83	2,44	6,62
4	7,71	6,27	11,11	8,52	2,46	6,52
7	7,54	6,29	10,98	9,21	2,45	6,54
8	7,49	6,20	11,08	9,16	2,44	6,31
9	7,51	6,11	11,57	9,04	2,47	6,49
10	7,60	6,09	11,09	8,45	2,45	6,11
11	7,30	6,13	10,84	8,88	2,53**	6,52
12	7,29	6,18	10,75	9,03	2,43	6,42
13	7,40	6,06	10,45	8,83	2,45	6,25
14	7,56	6,17	10,96	9,39	2,46	6,48
18	7,65	6,23	10,85	8,61	2,42	6,20
20	7,17	6,19	10,81	8,78	2,45	6,68
21	7,45	6,12	10,53	8,64	2,40	6,08

CUADRO I.3.
RESULTADOS ORIGINALES ENVIADOS POR LOS LABORATORIOS. LOS VALORES MARCADOS CON * Y ** SON LOS CONSIDERADOS STRAGGLERS Y OUTLIERS RESPECTIVAMENTE

CENIZAS (% Sobre MS)

LABORATORIO	ENSILADO	HENO DE PRADO	HENO DE ALFALFA	PAJA DE CEREAL	CEBADA	HARINA DE SOJA
1	8,21	6,61	11,82	9,60	2,63	6,86
2	8,01	6,71	11,86	9,60	2,78	6,97
3	8,15	6,75	12,04	9,68	2,73	7,46
4	8,23	6,84	12,23	9,31	2,76	7,37
6	7,40*	6,30**	11,00**	8,50	2,50*	6,90
7	7,92	6,75	11,78	9,86	2,66	7,11
8	8,02	6,73	12,05	9,93	2,71	7,10
9	7,94	6,63	12,53*	9,88	2,75	7,29
10	8,30	6,66	12,00	9,10	2,71	6,92
11	7,89	6,63	11,94	9,62	2,78	7,24
12	8,27	6,77	11,89	9,87	2,72	7,12
13	8,46	6,71	11,83	9,72	2,76	7,06
14	8,31	6,76	11,90	10,14	2,71	7,29
18	8,23	6,78	11,89	9,39	2,70	6,97
19	8,10	6,61	11,23**	8,95	3,21**	6,90
20	8,38	6,90	12,10	9,66	2,76	7,44
21	8,07	6,68	11,83	9,51	2,70	6,90

CUADRO I.4.
RESULTADOS ORIGINALES ENVIADOS POR LOS LABORATORIOS. LOS VALORES MARCADOS CON * Y ** SON LOS CONSIDERADOS STRAGGLERS Y OUTLIERS RESPECTIVAMENTE

PROTEÍNA BRUTA (% Sobre muestra natural)

LABORATORIO	ENSILADO PRADO	HENO DE DE ALFALFA	HENO CEREAL	PAJA DE	CEBADA DE SOJA	HARINA
1	4,77	7,66	11,59	3,60	7,97	45,29
2	4,71	7,70	12,03	3,58	8,20	46,74
3	4,85	7,50	12,07	3,53	7,97	44,40
4	5,22	7,93	12,81	3,53	8,27	46,31
7	4,67	7,14	11,54	3,90	7,82	44,93
8	4,53	7,44	11,22	3,09	7,60	40,09*
9	5,60	8,80**	11,75	3,75	8,06	42,50*
10	5,26	7,86	12,57	3,83	8,35	44,92
11	4,85	7,51	11,95	3,67	8,13	44,67
12	4,99	7,80	12,10	3,89	8,36	45,51
13	5,08	7,68	12,04	3,78	8,13	44,61
14	5,20	7,90	12,67	3,99	8,30	48,86*
18	5,18	7,80	12,25	3,74	8,17	45,50
19	4,65	6,72*	11,67	3,32	7,11*	43,71
20	4,85	7,62	12,13	3,87	8,38	45,73
21	5,14	7,74	11,94	3,51	7,89	45,21

CUADRO I.5.
RESULTADOS ORIGINALES ENVIADOS POR LOS LABORATORIOS. LOS VALORES MARCADOS CON * Y ** SON LOS CONSIDERADOS STRAGGLERS Y OUTLIERS RESPECTIVAMENTE

PROTEÍNA BRUTA (% Sobre MS)

LABORATORIO	ENSILADO	HENO DE PRADO	HENO DE ALFALFA	PAJA DE CEREAL	CEBADA	HARINA DE SOJA
1	5,43	8,36	12,88	3.94	8,96	50,07
2	5.37	8,27	13,04	3,85	9.04	50,29
3	5,24	8,19	13,35	3.87	8,93	50,06
4	5,57	8,64	14,11	3,85	9.27	52,40
7	4,80	7,80	12,20	3,80	8,60	48.40
8	4,91	7,17*	12,39	4,16	8.53	48,90
9	4,85	8,08	12.20	3,35*	8,43	45.05*
10	5,92	9,56*	13,06	4,09	8,99	47,80
11	5,78	8,64	13,61	4,22	9.28	51,75
12	5,24	8,12	13,16	3,97	8,93	49,60
13	5,65	8,53	13.39	4,26	9.34	50,48
14	5.80	8.47	13,63	4,16	9,16	50.45
18	5,71	8,63	13.75	4.29	9,15	54,98
19	5,57	8,49	13.42	4,07	9,12	51,25
20	5.38	7,39	13,04	3,60	7,96	48.72
21	5,67	8.49	13,57	4.26	9.45	50,95

CUADRO I.6.
RESULTADOS ORIGINALES ENVIADOS POR LOS LABORATORIOS. LOS VALORES MARCADOS CON * Y ** SON LOS CONSIDERADOS STRAGGLERS Y OUTLIERS RESPECTIVAMENTE

FIBRA NEUTRO DETERGENTE (% Sobre muestra natural)

LABORATORIO	ENSILADO	HENO DE PRADO ALFALFA	HENO DE	PAJA DE CEREAL	CEBADA	HARINA DE SOJA
1	52.78	56,22	60,84	73,15	17,89	11.98
2	52,04	56.04	61.47	74,12	19.56	11.93
3	56,66	58,29	63.31	72,70	22,15	14,10
4	53.82	55,29	60.38	73,74	18,82	12,91
7	53,67	55.29	60,58	73,65	18,05	11,07
8	55,25	63.85	63,19	76,55**	42.56**	27.80**
9	52,49	54,13	63,59	70.68	22,59	10,42
10	54,97	54,54	60.79	72,86	26,30	11.79
11	54.16	55,20	60,65	73,23	19,20	12.15
12	52.57	55,13	60,32	73,37	16.19	10,20
13	54,49	54,55	58.56	72,71	23,35	12,47
14	54.76	54,41	61,44	73,78	18,81	11,32
18	54,06	54.57	60,10	72.28	55.63**	10,70
19	54,89	59,55	61,76	77,27**	19,53	16.06*
20	55,47	59.20	59,58	72.44	17,19	12.02
21	54.50	55.70	58,04	72.87	19,97	11.79

CUADRO I.7.
RESULTADOS ORIGINALES ENVIADOS POR LOS LABORATORIOS. LOS VALORES MARCADOS CON * Y ** SON LOS CONSIDERADOS STRAGGLERS Y OUTLIERS RESPECTIVAMENTE

LABORATORIO	ENSILADO	HENO DE PRADO	HENO DE ALFALFA	PAJA DE CEREAL	CEBADA	HARINA DE SOJA
1	59,58	61,36	67,74	80,40	20,15	13,26
2	59,33	60,22	66,66	79,78	22,70	12,83
3	61,19	63,66	70,09	79,65	24,81	15,90
4	57,44	60,29	66,49	80,58	21,12	14,60
7	56,47	59,28	65,03	78,76	19,71	12,04
8	59,18	69,30	68,72	82,99*	47,22**	31,24**
9	55,53	58,82	70,73	77,27	25,22	11,71
10	60,21	59,88	65,86	78,51	29,18	13,27
11	58,56	59,72	66,81	79,31	21,01	13,49
12	59,56	60,30	66,75	80,23	18,11	11,31
13	62,24	64,19	66,29	80,08	26,30	14,09
14	60,20	59,43	66,71	79,65	20,71	12,74
18	58,28	59,40	65,87	78,74	62,00**	12,05
19	63,36	65,26	68,51	84,06**	21,92	17,88
20	64,83	64,50	66,66	79,70	19,29	13,39
21	58,24	60,73	66,05	80,56	22,64	13,37

CUADRO I.8.
RESULTADOS ORIGINALES ENVIADOS POR LOS LABORATORIOS. LOS VALORES MARCADOS CON * Y ** SON LOS CONSIDERADOS STRAGGLERS Y OUTLIERS RESPECTIVAMENTE

FIBRA NEUTRO DETERGENTE LIBRE DE CENIZAS (% Sobre muestra natural)

LABORATORIO	ENSILADO	HENO DE PRADO	HENO DE ALFALFA	PAJA DE CEREAL	CEBADA	HARINA DE SOJA
1	52,64	56,11	60,76	71,93	18,95	12,68
2	52,32	56,46	62,36	73,58	21,50	12,77
3	63,22**	55,33	63,23	72,06	21,63	13,03
4	53,82	55,29	60,38	73,07	18,82	12,91
9	53,30	57,67	66,15	72,99	24,21	12,37
10	54,70	54,41	60,67	71,96	26,28	11,57
11	55,05	57,37	61,69	74,11	19,24	12,09
12	52,16	54,74	60,08	71,60	15,58	9,84
14	54,35	54,01	61,67	72,60	18,97	11,53
18	53,40	53,57	59,46	70,09	55,08**	10,63
20	54,83	58,77	58,17	70,65	17,45	12,07
21	55,02	56,23	59,16	72,32	19,95	12,35

CUADRO I.9.

RESULTADOS ORIGINALES ENVIADOS POR LOS LABORATORIOS. LOS VALORES MARCADOS CON * Y ** SON LOS CONSIDERADOS STRAGGLERS Y OUTLIERS RESPECTIVAMENTE

FIBRA NEUTRO DETERGENTE LIBRE DE CENIZAS (% Sobre MS)

LABORATORIO	ENSILADO	HENO DE PRADO	HENO DE ALFALFA	PAJA DE CEREAL	CEBADA	HARINA DE SOJA
1	59,87	61,28	67,52	78,88	21,31	14,01
2	59,65	60,67	67,62	79,20	23,70	13,74
3	61,09	63,49	70,00	78,96	24,22	14,69
4	57,44	60,29	66,49	79,86	21,12	14,60
9	58,50	62,67	73,57	79,80	26,97	13,92
10	59,85	59,65	65,65	77,53	29,06	12,79
11	59,52	62,06	67,96	80,25	21,05	13,42
12	59,09	59,88	66,49	78,34	17,42	10,91
14	59,75	59,00	66,96	78,38	20,89	12,97
18	57,44	58,31	65,18	76,36	61,38**	11,98
20	–	63,97	65,65	77,73	19,67	13,43
21	58,80	61,30	67,31	79,95	22,62	14,01

CUADRO I.10.

RESULTADOS ORIGINALES ENVIADOS POR LOS LABORATORIOS. LOS VALORES MARCADOS CON * Y ** SON LOS CONSIDERADOS STRAGGLERS Y OUTLIERS RESPECTIVAMENTE

DMO FND - Celulasa

LABORATORIO	ENSILADO	HENO DE PRADO	HENO DE ALFALFA	PAJA DE CEREAL	CEBADA	HARINA DE SOJA
1	60,77	54,76	45,38	29,28	87,77	95,37
2	65,05	55,34	49,93	35,03	87,24	95,21
3	–	–	49,00	35,77	87,85	91,15
4	63,41	55,55	50,96	35,24	87,85	94,49
6	78,90	79,40	59,20	53,40**	95,20	97,80
7	69,87	65,92	60,46	28,28	90,01	97,14
8	61,28	49,49	45,58	26,12	77,22**	86,82
9	62,28	55,22	45,91	34,57	88,80	91,57
10	75,91	72,51	61,38	52,00**	91,33	97,75
11	60,29	53,21	45,89	35,49	88,22	91,25
12	66,42	58,04	51,17	37,00	85,05	95,68
14	63,16	56,86	49,85	35,17	88,46	95,71
19	52,11	47,20	43,59	25,47	86,83	92,02
20	60,39	51,10	48,13	33,00	88,87	94,05
21	60,19	51,23	45,70	28,48	86,59	93,62

Anejo II

CUADRO II.1
HISTOGRAMAS DE FRECUENCIAS DE MATERIA SECA. EN ABSCISAS NÚMERO DE LABORATORIOS. EN ORDENADAS VALOR MEDIO DE CADA INTERVALO

ENSILADO

Ensilado		Fr	Pct.
86,4	**********	2	12,50
87,6	**********	3	18,75
88,8	******	1	6,25
90,0		0	0,00
91,2	******	1	6,25
92,4	**********	4	25,00
93,6	**********	3	18,75
94,8	**********	2	12,50

1 2 3 4
Frecuencia

ALFALFA

Alfalfa		Fr	Pct.
88,8	**********	2	12,5
89,4	******	1	6,25
90,0	**********	3	18,75
90,6	**********	4	25,00
91,2	******	1	6,25
91,8	**********	2	12,50
92,4	**********	2	12,50
93,0	******	1	6,25

1 2 3 4
Frecuencia

HENO

Heno		Fr.	Pct.
90,9	****	1	6,25
91,2	****	1	6,25
91,5	**********	6	37,50
91,8	**********	3	18,75
92,1	**********	2	12,50
92,4	****	1	6,25
92,7		0	0,00
93,0	**********	2	12,50

1 2 3 4 5 6
Frecuencia

PAJA

Paja		Fr.	Pct.
91,2	**********	5	31,25
91,5	**********	3	18,75
91,8	*****	1	6,25
92,1	**********	2	12,50
92,4	*****	1	6,25
92,7	**********	2	12,50
93,0	*****	1	6,25
93,3	*****	1	6,25

1 2 3 4 5
Frecuencia

SOJA

Soja		Fr.	Pct.
88,2	**********	4	25,00
88,8	**********	5	31,25
89,4		0	0,00
90,0	**********	4	25,00
90,6	*****	1	6,25
91,2		0	0,00
91,8	*****	1	6,25
92,4	*****	1	6,25

1 2 3 4 5
Frecuencia

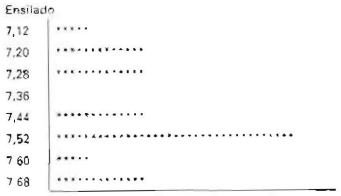
CEBADA

Cebada		Fr	Pct.
88,8	**********	4	25,00
89,2	**********	3	18,75
89,6	**********	3	18,75
90,0	**********	2	12,50
90,4		0	0,00
90,8	**********	2	12,50
91,2	******	1	6,25
91,6	******	1	6,25

1 2 3 4
Frecuencia

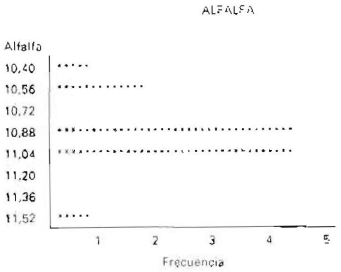
CUADRO II.2
HISTOGRAMAS DE FRECUENCIAS DE CENIZAS
(% SOBRE MUESTRA NATURAL).
EN ABSCISAS NÚMERO DE LABORATORIOS.
EN ORDENADAS VALOR MEDIO DE CADA INTERVALO (%)

ENSILADO



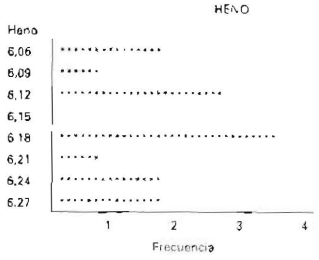
Ensilado	Fr.	Pct
7,12	1	6,67
7,20	2	13,33
7,28	2	13,33
7,36	0	0,00
7,44	2	13,33
7,52	5	33,33
7,60	1	6,67
7,68	2	13,33

ALFALFA



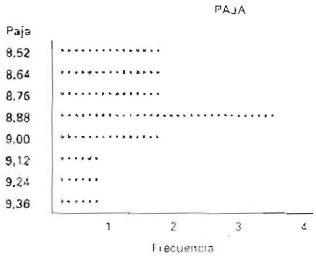
Alfalfa	Fr	Pct
10,40	1	6,67
10,56	2	13,33
10,72	1	6,67
10,88	5	33,33
11,04	5	33,33
11,20	0	0,00
11,36	0	0,00
11,52	1	6,67

HENO



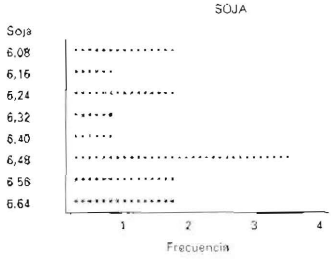
Heno	Fr	Pct.
6,06	2	13,33
6,09	1	6,67
6,12	3	20,00
6,15	0	0,00
6,18	4	26,67
6,21	1	6,67
6,24	2	13,33
6,27	2	13,33

PAJA



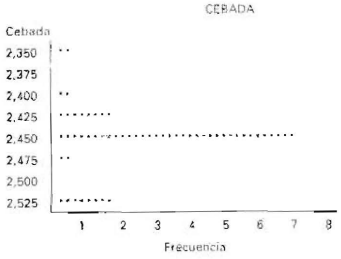
Paja	Fr.	Pct.
8,52	2	13,33
8,64	2	13,33
8,76	2	13,33
8,88	4	26,67
9,00	2	13,33
9,12	1	6,67
9,24	1	6,67
9,36	1	6,67

SOJA



Soja	Fr	Pct
6,08	2	13,33
6,16	1	6,67
6,24	2	13,33
6,32	1	6,67
6,40	1	6,67
6,48	4	16,67
6,56	2	13,33
6,64	2	13,33

CEBADA



Cebada	Fr.	Pct.
2,350	1	6,67
2,375	0	0,00
2,400	1	6,67
2,425	2	13,33
2,450	8	53,33
2,475	1	6,67
2,500	0	0,00
2,525	2	13,33

CUADRO II.3
HISTOGRAMAS DE FRECUENCIAS DE CENIZAS (% SOBRE MS). EN ABSCISAS NÚMERO DE LABORATORIOS. EN ORDENADAS VALOR MEDIO DE CADA INTERVALO (%)

ENSILADO

Ensilado	Fr.	Pct.
7,56	1	5,88
7,68	0	0,00
7,80	0	0,00
7,92	3	17,65
8,04	3	17,65
8,16	3	17,65
8,28	5	29,41
8,40	2	11,76

Frecuencia

ALFALFA

Alfalfa	Fr	Pct.
11,0	1	5,88
11,2	1	5,88
11,4	0	0,00
11,6	0	0,00
11,8	8	47,06
12,0	5	29,41
12,2	1	5,88
12,4	1	5,88

Frecuencia

HENO

Heno	Fr	Pct.
6,32	1	5,88
6,40	0	0,00
6,48	0	0,00
6,56	0	0,00
6,64	8	35,29
6,72	6	35,29
6,80	2	11,76
6,88	2	11,76

Frecuencia

PAJA

Paja	Fr.	Pct.
8,6	1	5,88
8,8	0	0,00
9,0	1	5,88
9,2	1	5,88
9,4	2	11,76
9,6	6	35,29
9,8	4	23,53
10,0	2	11,76

Frecuencia

SOJA

Soja	Fr.	Pct.
6,88	5	29,41
6,96	2	11,76
7,04	1	5,88
7,12	3	17,65
7,20	0	0,00
7,28	3	17,65
7,36	1	5,88
7,44	2	11,76

Frecuencia

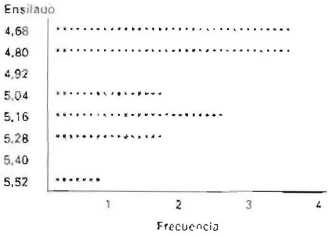
CEBADA

Cebada	Fr	Pct.
2,5	1	5,88
2,6	1	5,88
2,7	8	7,06
2,8	6	35,29
2,9	0	0,00
3,0	0	0,00
3,1	0	0,00
3,2	1	5,88

Frecuencia

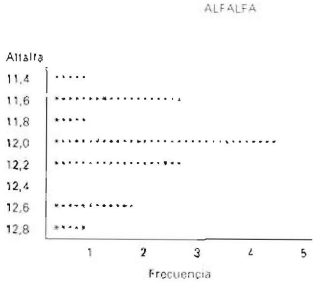
CUADRO II.4
HISTOGRAMAS DE FRECUENCIAS DE PROTEÍNA BRUTA (% SOBRE MUESTRA NATURAL). EN ABSCISAS NÚMERO DE LABORATORIOS. EN ORDENADAS VALOR MEDIO DE CADA INTERVALO (%)

ENSILADO



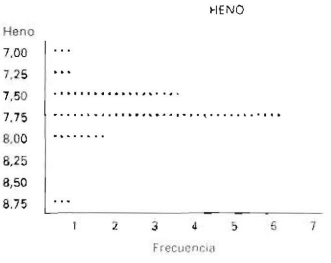
Ensilado	Fr	Pct
4,68	4	25,00
4,80	4	25,00
4,92	0	0,00
5,04	2	12,50
5,16	3	18,75
5,28	2	12,50
5,40	0	0,00
5,52	1	6,25

ALFALFA



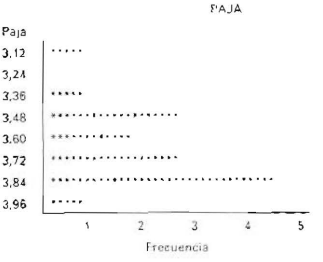
Alfalfa	Fr	Pct.
11,4	1	6,25
11,6	3	18,75
11,8	1	6,25
12,0	5	31,25
12,2	3	18,75
12,4	0	0,00
12,6	2	12,50
12,8	1	6,25

HENO



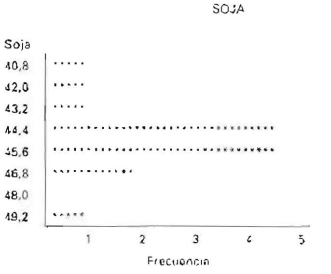
Heno	Fr	Pct.
7,00	1	6,25
7,25	1	6,25
7,50	4	25,00
7,75	7	43,75
8,00	2	12,50
8,25	0	0,00
8,50	0	0,00
8,75	1	6,25

PAJA



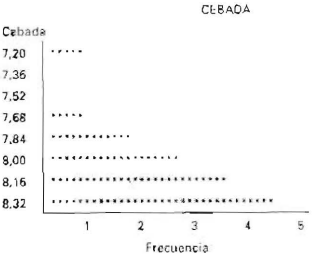
Paja	Fr.	Pct.
3,12	1	6,25
3,24	0	0,00
3,36	1	6,25
3,48	3	18,75
3,60	2	12,50
3,72	3	18,75
3,84	5	31,25
3,96	1	6,25

SOJA



Soja	Fr	Pct.
40,8	1	6,25
42,0	1	6,25
43,2	1	6,25
44,4	5	31,25
45,6	5	31,25
46,8	2	12,50
48,0	0	0,00
49,2	1	6,25

CEBADA

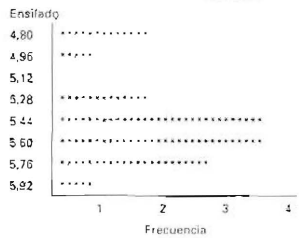


Cebada	Fr	Pct.
7,20	1	6,25
7,36	0	0,00
7,52	0	0,00
7,68	1	6,25
7,84	2	12,50
8,00	3	18,75
8,16	4	25,00
8,32	5	31,25

CUADRO II.5
HISTOGRAMAS DE FRECUENCIAS DE PROTEÍNA BRUTA (% SOBRE MS). EN ABSCISAS NÚMERO DE LABORATORIOS. EN ORDENADAS VALOR MEDIO DE CADA INTERVALO (%)

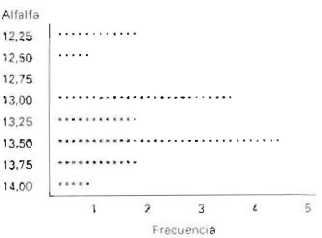
ENSILADO

Ensilado	Fr	Pct.
4,80	2	11,76
4,96	1	5,88
5,12	0	0,00
5,28	2	11,76
5,44	4	23,53
5,60	4	23,53
5,76	3	17,65
5,92	1	5,88



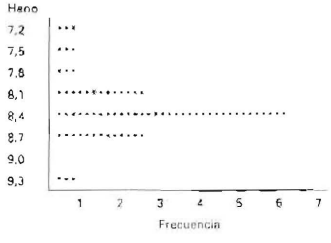
ALFALFA

Alfalfa	Fr	Pct.
12,25	2	11,76
12,50	1	5,88
12,75	0	0,00
13,00	4	23,53
13,25	2	11,76
13,50	5	29,41
13,75	2	11,76
14,00	1	5,88



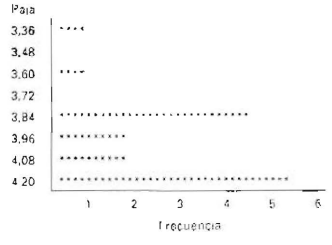
HENO

Heno	Fr.	Pct.
7,2	1	5,88
7,5	1	5,88
7,8	1	5,88
8,1	3	17,65
8,4	7	41,18
8,7	3	17,65
9,0	0	0,00
9,3	1	5,88



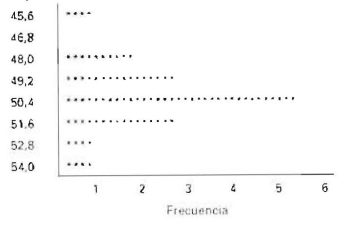
PAJA

Paja	Fr	Pct.
3,36	1	5,88
3,48	0	0,00
3,60	1	5,88
3,72	0	0,00
3,84	5	29,41
3,96	2	11,76
4,08	2	11,76
4,20	6	35,29



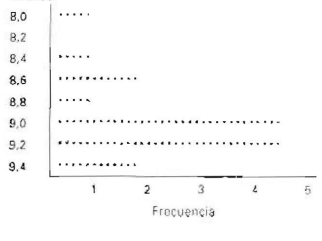
SOJA

Soja	Fr	Pct.
45,6	1	5,88
46,8	0	0,00
48,0	2	11,76
49,2	3	17,65
50,4	6	35,29
51,6	3	17,65
52,8	1	5,88
54,0	1	5,88



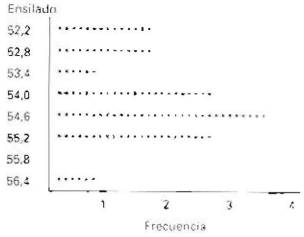
CEBADA

Cebada	Fr	Pct.
8,0	1	5,88
8,2	0	0,00
8,4	1	5,88
8,6	2	11,76
8,8	1	5,88
9,0	5	29,41
9,2	5	29,41
9,4	2	11,76



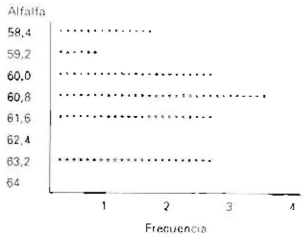
CUADRO II.6
HISTOGRAMAS DE FRECUENCIAS DE FIBRA NEUTRO DETERGENTE (% SOBRE MUESTRA NATURAL). EN ABSCISAS NÚMERO DE LABORATORIOS. EN ORDENADAS VALOR MEDIO DE CADA INTERVALO (%)

ENSILADO



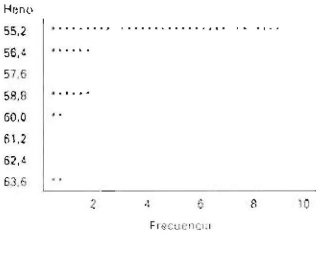
	Fr	Pct.
52,2	2	12,50
52,8	2	12,50
53,4	1	6,25
54,0	3	18,75
54,6	4	25,00
55,2	3	18,75
55,8	0	0,00
56,4	1	6,25

ALFALFA



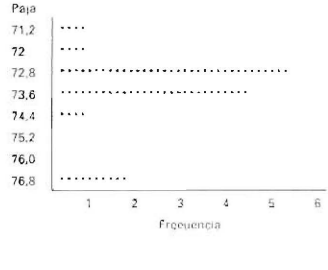
	Fr	Pct.
58,4	2	12,50
59,2	1	6,25
60,0	3	18,75
60,8	4	25,00
61,6	3	18,75
62,4	0	0,00
63,2	3	18,75
64	0	0,00

HENO



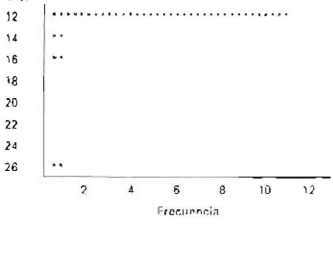
	Fr	Pct.
55,2	10	62,50
56,4	2	12,50
57,6	0	0,00
58,8	2	12,50
60,0	1	6,25
61,2	0	0,00
62,4	0	0,00
63,6	1	6,25

PAJA



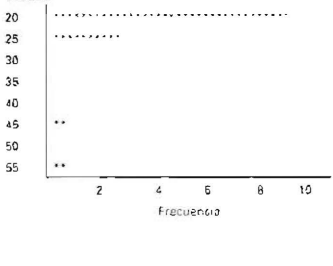
	Fr	Pct.
71,2	1	6,25
72	1	6,25
72,8	6	37,50
73,6	5	31,25
74,4	1	6,25
75,2	0	0,00
76,0	0	0,00
76,8	2	12,50

SOJA



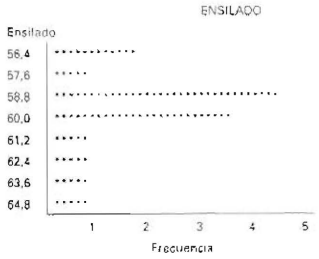
	Fr	Pct.
12	13	81,25
14	1	6,25
16	1	6,25
18	0	0,00
20	0	0,00
22	0	0,00
24	0	0,00
26	1	6,25

CEBADA

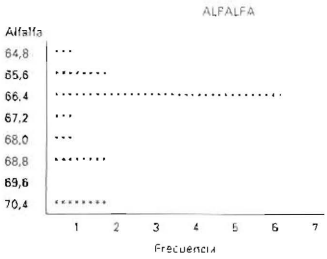


	Fr	Pct.
20	11	68,75
25	3	18,75
30	0	0,00
35	0	0,00
40	0	0,00
45	1	6,25
50	0	0,00
55	1	6,25

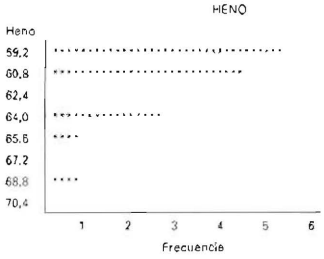
CUADRO II.7
HISTOGRAMAS DE FRECUENCIAS DE FIBRA NEUTRO DETERGENTE
(% SOBRE MS).
EN ABSCISAS NÚMERO DE LABORATORIOS.
EN ORDENADAS VALOR MEDIO DE CADA INTERVALO (%)



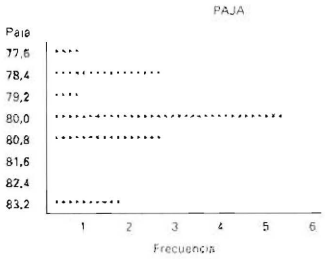
Ensilado	Fr	Pct.
56,4	2	12,50
57,6	1	6,25
58,8	5	31,25
60,0	4	25,00
61,2	1	6,25
62,4	1	6,25
63,6	1	6,25
64,8	1	6,25



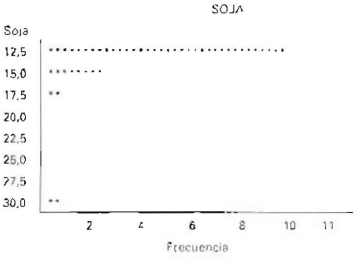
Alfalfa	Fr	Pct.
64,8	1	6,25
65,6	2	12,50
66,4	7	43,75
67,2	1	6,25
68,0	1	6,25
68,8	2	12,50
69,6	0	0,00
70,4	2	12,50



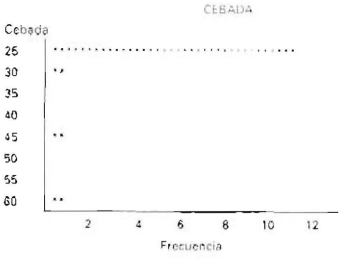
Heno	Fr	Pct.
59,2	6	37,50
60,8	5	31,25
62,4	0	0,00
64,0	3	18,75
65,6	1	6,25
67,2	0	0,00
68,8	1	6,25
70,4	0	0,00



Paja	Fr	Pct.
77,6	1	6,25
78,4	3	18,75
79,2	1	6,25
80,0	6	37,50
80,8	3	18,75
81,6	0	0,00
82,4	0	0,00
83,2	2	12,50



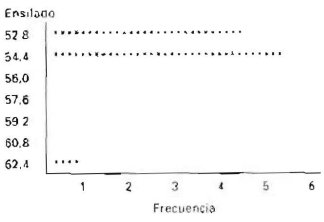
Soja	Fr	Pct.
12,5	11	68,75
15,0	3	18,75
17,5	1	6,25
20,0	0	0,00
22,5	0	0,00
25,0	0	0,00
27,5	0	0,00
30,0	1	6,25



Cebada	Fr	Pct.
25	13	81,25
30	1	6,25
35	0	0,00
40	0	0,00
45	1	6,25
50	0	0,00
55	0	0,00
60	1	6,25

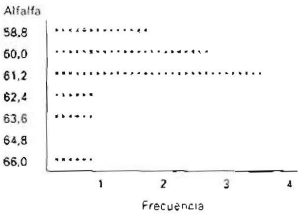
CUADRO II.8
HISTOGRAMAS DE FRECUENCIAS DE FIBRA NEUTRO DETERGENTE LIBRE DE CENIZAS (% SOBRE MUESTRA NATURAL).
EN ABSCISAS NÚMERO DE LABORATORIOS.
EN ORDENADAS VALOR MEDIO DE CADA INTERVALO (%)

ENSILADO



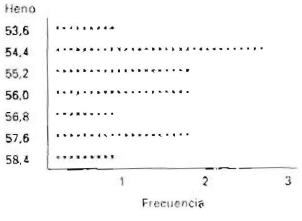
Fr	Pct.
5	41,67
6	50,00
0	0,00
0	0,00
0	0,00
0	0,00
1	8,33

ALFALFA



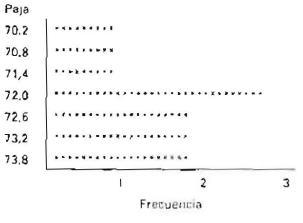
Fr.	Pct
2	16,67
3	25,00
4	33,33
1	8,33
1	8,33
0	0,00
1	8,33

HENO



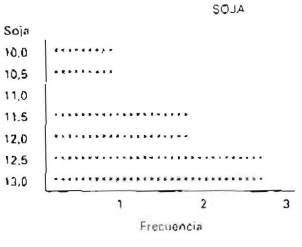
Fr	Pct
1	8,33
3	25,00
2	16,67
2	16,67
1	8,33
2	16,67
1	8,33

PAJA



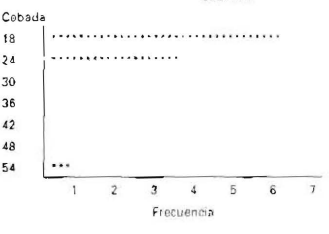
Fr.	Pct.
1	8,33
1	8,33
1	8,33
3	25,00
2	16,67
2	16,67
2	16,67

SOJA



Fr.	Pct
1	8,33
1	8,33
0	0,00
2	16,67
2	16,67
3	25,00
3	25,00

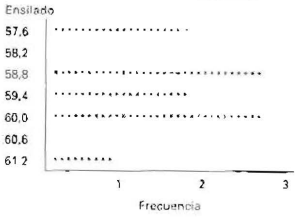
CEBADA



Fr	Pct.
7	58,33
4	33,33
0	0,00
0	0,00
0	0,00
0	0,00
1	8,33

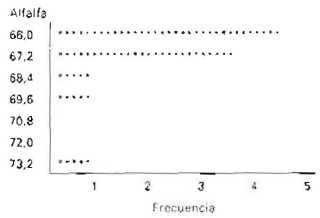
CUADRO II.9
HISTOGRAMAS DE FRECUENCIAS DE FIBRA NEUTRO DETERGENTE LIBRE DE CENIZAS (% SOBRE MS).
EN ABSCISAS NÚMERO DE LABORATORIOS.
EN ORDENADAS VALOR MEDIO DE CADA INTERVALO (%)

ENSILADO



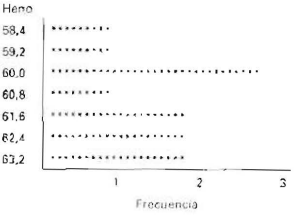
Ensilado	Fr	Pct
57,6	2	18,18
58,2	0	0,00
58,8	3	27,27
59,4	2	18,18
60,0	3	27,27
60,6	0	0,00
61,2	1	9,09

ALFALFA



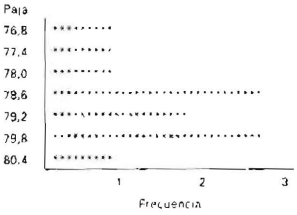
Alfalfa	Fr	Pct.
66,0	5	41,67
67,2	4	33,33
68,4	1	8,33
69,6	1	8,33
70,8	0	0,00
72,0	0	0,00
73,2	1	8,33

HENO



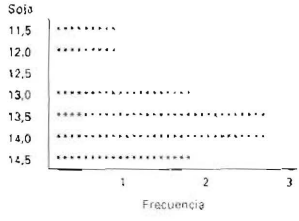
Heno	Fr	Pct.
58,4	1	8,33
59,2	1	8,33
60,0	3	25,00
60,8	1	8,33
61,6	2	16,67
62,4	2	16,67
63,2	2	16,67

PAJA



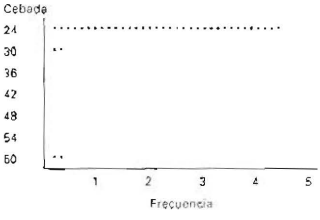
Paja	Fr.	Pct
76,8	1	8,33
77,4	1	8,33
78,0	1	8,33
78,6	3	25,00
79,2	2	16,67
79,8	3	25,00
80,4	1	8,33

SOJA



Soja	Fr	Pct.
11,5	1	8,33
12,0	1	8,33
12,5	0	0,00
13,0	2	16,67
13,5	3	25,00
14,0	3	25,00
14,5	2	16,67

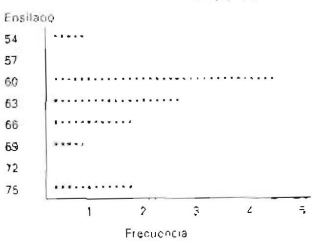
CEBADA



Cebada	Fr	Pct.
24	10	83,33
30	1	8,33
36	0	0,00
42	0	0,00
48	0	0,00
54	0	0,00
60	1	8,33

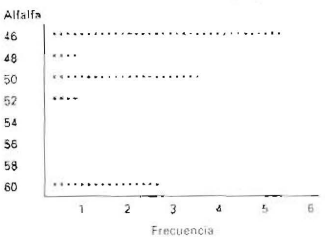
CUADRO II.10
HISTOGRAMAS DE FRECUENCIAS DE DIGESTIBILIDAD ENZIMATICA
FND -CELULASA.
EN ABSCISAS NÚMERO DE LABORATORIOS.
EN ORDENADAS VALOR MEDIO DE CADA INTERVALO (%)

ENSILADO



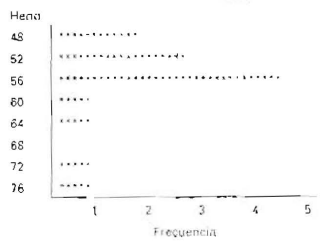
Ensilado	Fr.	Pct.
54	1	7,14
57	0	0,00
60	5	35,71
63	3	21,43
66	2	14,29
69	1	7,14
72	0	0,00
75	2	14,29

ALFALFA



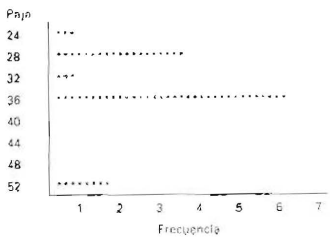
Alfalfa	Fr.	Pct.
46	6	40,00
48	1	6,67
50	4	26,67
52	1	6,67
54	0	0,00
56	0	0,00
58	0	0,00
60	3	20,00

HENO



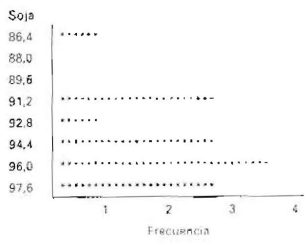
Heno	Fr	Pct
48	2	14,29
52	3	21,43
56	5	35,71
60	1	7,14
64	1	7,14
68	0	0,00
72	1	7,14
76	1	7,14

PAJA



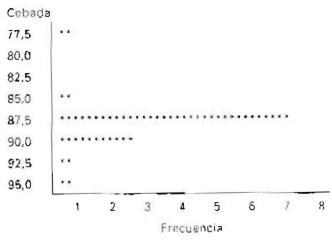
Paja	Fr	Pct.
24	1	6,67
28	4	26,67
32	1	6,67
36	7	46,67
40	0	0,00
44	0	0,00
48	0	0,00
52	3	13,33

SOJA



Soja	Fr.	Pct
86,4	1	6,67
88,0	0	0,00
89,6	0	0,00
91,2	3	20,00
92,8	1	6,67
94,4	3	20,00
96,0	4	26,67
97,6	3	20,00

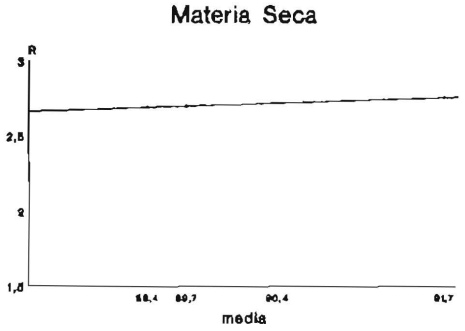
CEBADA



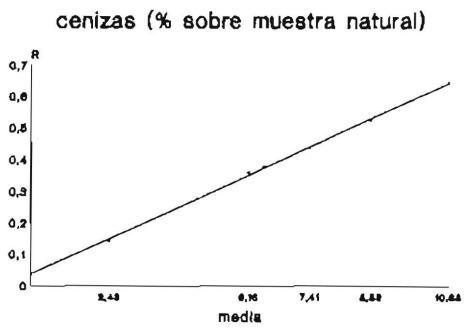
Cebada	Fr	Pct
77,5	1	6,67
80,0	0	0,00
82,5	0	0,00
85,0	1	6,67
87,5	8	53,33
90,0	3	20,00
92,5	1	6,67
95,0	1	6,67

Anejo III

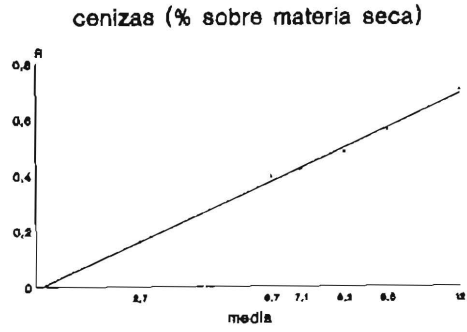
Figura 1. Relación entre la reproducibilidad (R) y el valor medio de cada alimento (m) para las determinaciones analíticas de materia seca, cenizas, proteína bruta, fibra neutro detergente y fibra neutro detergente libre de cenizas



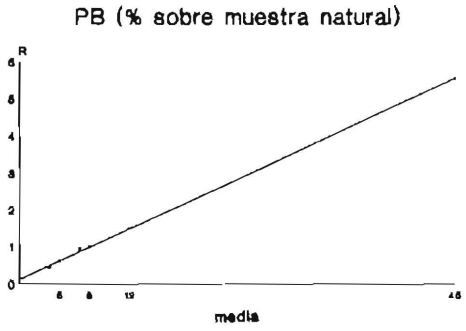
R = 0,0301m
r^2 = 0,99



R = 0,0593m
r^2 = 0,99

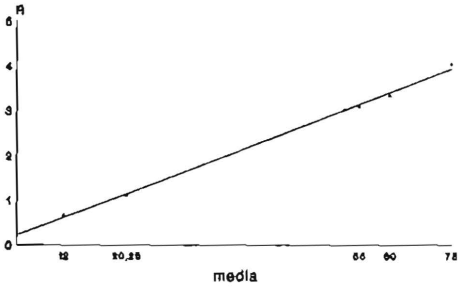


R = 0,0588m
r^2 = 0,99



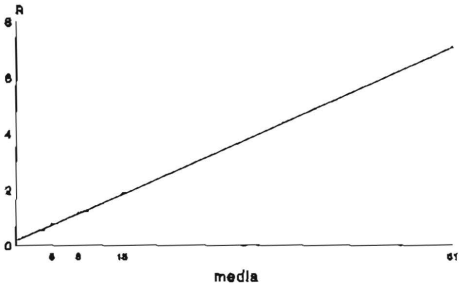
R = 0,1230m
r^2 = 0,99

FND (% sobre muestra natural)



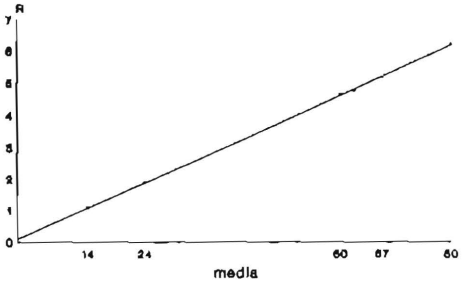
R = 0,0553m
r^2 = 0,99

PB (% sobre materia seca)



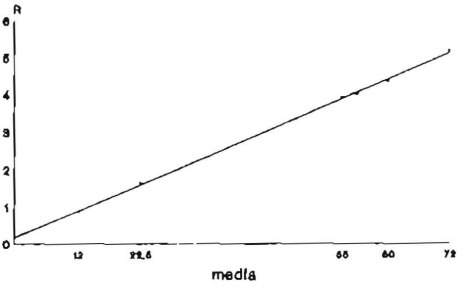
R = 0,1399m
r^2 = 0,99

FND (% sobre materia seca)



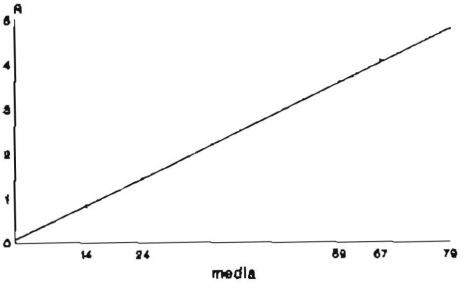
R =0,0777m
r^2 = 0,99

FND libre cenizas



R = 0,0717m
r^2 = 0,99

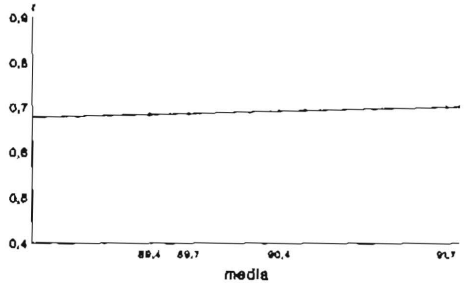
FND libre cenizas (% sobre MS)



R = 0,0605m
r^2 = 0,99

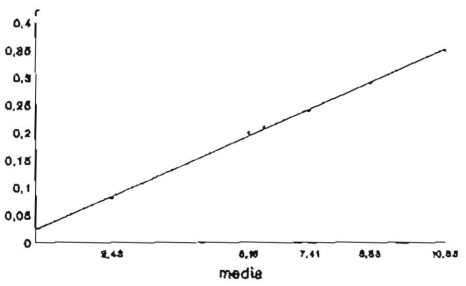
Figura 2. Relación entre la repetibilidad (r) y el valor medio de cada alimento (m) para las determinaciones analíticas de materia seca, cenizas, proteína bruta, fibra neutro detergente y fibra neutro detergente libre de cenizas

Materia Seca



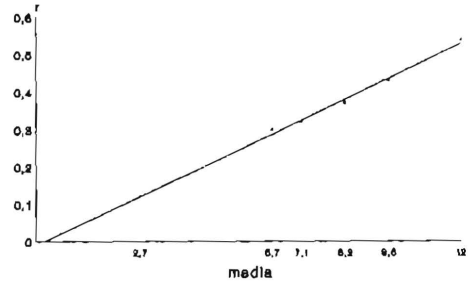
r = 0,0076m
r^2 = 0,99

cenizas (% sobre muestra natural)



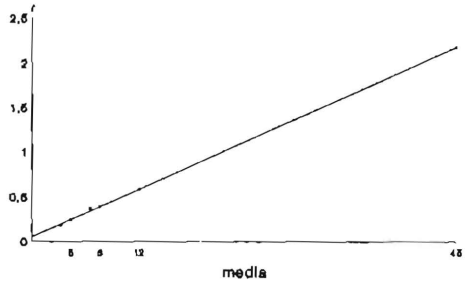
r = 0,0326m
r^2 = 0,99

cenizas (% sobre materia seca)



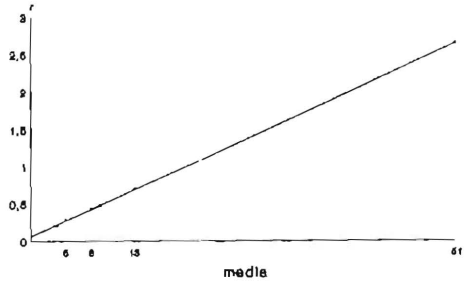
r = 0,0449m
r^2 = 0,99

PB (% sobre muestra natural)



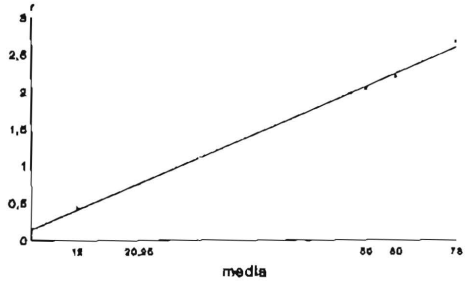
r = 0,0481m
r^2 = 0,99

PB (% sobre materia seca)



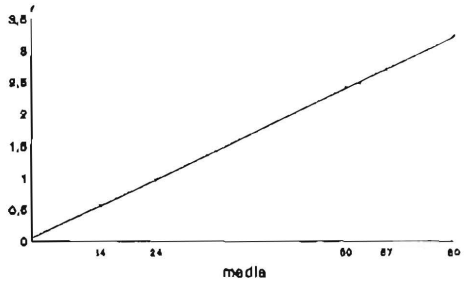
r = 0,0524m
r^2 = 0,99

FND (% sobre muestra natural)



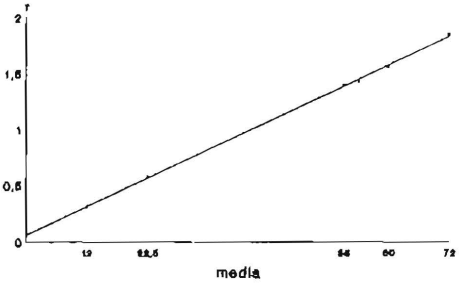
r = 0,0364m
r^2 = 0,99

FND (% sobre materia seca)



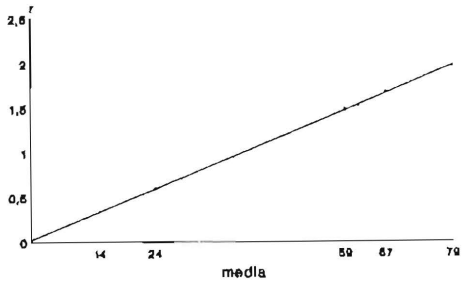
r = 0,0404m
r^2 = 0,99

FND libre cenizas



r = 0,0256m
r^2 = 0,99

FND libre cenizas (% sobre MS)



r = 0,0249m
r^2 = 0,99

LISTA DE LABORATORIOS COLABORADORES

Mª REMEDIOS ALVIR	E.T.S.I.A. Agrónomos	MADRID
JAVIER ANSORENA	Laboratorio Agrario	ZIZURKIL
A. ARGAMENTERÍA	I.E.P.A.	VILLAVICIOSA
VICTORIA BRAVO	S.I.M.A.	DERIO
VICENTE CAÑEQUE	I.N.I.A.	MADRID
CARLOS CASTRILLO	Facultad de Veterinaria	ZARAGOZA
PILAR CASTRO	C.I.A.	LA CORUÑA
MANUEL ESPEJO	S.I.A.	BADAJOZ
BALBINO GARCÍA	C.S.I.C.	SALAMANCA
ANA GARRIDO	E.T.S.I.A. Agrónomos	CÓRDOBA
JOSE L. MARTÍN	S.I.A.	SALAMANCA
ESTEBAN OCIO	C.S.I.C.	MURCIA
FERNANDO MUÑOZ	S.I.A.	ZARAGOZA
ANA PEREZ	I.R.T.A.	REUS
JOSEFINA PLAIXATS	Facultad de Veterinaria	BARCELONA
ALBA PUIGDOMENECH	Laboratorio Agrario	BARCELONA
M. SARMIENTO	Laboratorio Agropecuario	SANTANDER

Bibliografía

A.O.A.C., 1990. Official Methods of Analysis. Association or Analytical Chemist. Arlington, USA, 15th. edn.

Bureau Interprofessionnel D'Etudes Analytiques (BIPEA))., N° 167 Aout 1985.

Dixon, W.J. And Massey, F.J., 1969. Introduction to Statistical Analysis. McGraw Hill, New York.

Goering, H.K., Van Soest, P.J., 1970. Forage Fiber Analysis. USDA ARS Agric. Handbook 379, 1-12.

ISO 5725., 1981. Precision of test metods - Determination of repeatability and reproducibility by interlaboratory test.

Muñoz, F., 1991. CIHEAM Work group: Nutritive value of feedstuffs and by-products of the Mediterranean area. Options Méditerranéennes Série Séminaires 16: 27-34.

Pearson, E.S., Hartley, H.O., 1970. Biometrika tables for statisticians. Cambridge University Press 1970.

Rivero E., Argamentería A., 1987. Enzymatic methods for prediching organic matter «in vivo» digestibility. In Vitro News Letter 3, 11-14.

Van Soest, P.J., Robertson, J.B., Lewis, B.A., 1991. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nostarch polysaccharides in relation to animal nutrition. J.D airy Sci., 74: 3583-3597.

Van Der Meer, J.M., CEC, 1983. Workshop on Methodology of feedingstuffs for ruminants. European In Vitro Ring-Test - Statistical report -.

(Aceptado para publicación el 7 de noviembre 1995)