

Investigación sobre Digestibilidad

Ing. Agr. JACOBO DE L'HARPE

Profesor de Bromatología

en colaboración con

Ing Agr. J. PIÑEYRUA

Ex - Ayudante Técnico
de Bromatología

Ing. Agr. J. B. SUZACQ

Ayudante Técnico
de Bromatología

Trabajo presentado al Segundo Congreso Agronómico
Rio-grandense, realizado del 15 - 20 de Mayo en Porto
Alegre.

La Zootecnia, antes arte y ahora ciencia de criar los animales domésticos, ha dado resultados admirables en cuanto a evolución de los tipos, mejoramiento de conformación, adaptación a la producción y a los requisitos de la Economía. En sus dos siglos de existencia, esta ciencia, por la aplicación de las leyes de variabilidad y herencia, así como por los métodos de reproducción, medios todos que llamaremos "zootécnicos", nos ha dejado un valioso legado: todas estas razas y variedades a cual más interesante y todas de alto valor productivo, siempre que se las coloque en su medio. Pero ahora, y que nos sea perdonada nuestra exagerada deformación profesional, creemos que en los aspectos generales de la ganadería, la zootecnia no puede ya progresar, es decir, que, en las condiciones actuales no podemos esperar de ella mayores adelantos si no se da al estudio de los problemas alimenticios la importancia que deben tener. La Bromatología, parte de la Zootecnia considerada hasta no hace muchos años como uno de los tantos medios del mejoramiento animal, ha tomado una importancia capital, tal como lo había previsto el gran Baudement cuando allá por el año 1852 dijo: La alimentación del ganado es el problema capital de la Zootecnia, el más importante y el más difícil de resolver; es en verdad toda la Zootecnia".

Bien lo sabían los grandes criadores ingleses del siglo 18, Bakewell, los Colling, Booth, Bates, etc. cuando practicaban la alimentación forzada y consagraban su método con la frase lapidaria tan rebatida: "Es por la boca que las razas se

forman". Si no hubiesen sido grandes alimentadores, no hubieran obtenido tan espléndidos resultados con sus sabias aplicaciones de la variabilidad y de la herencia.

Archiconocidas són las consecuencias de los profundos estudios de la genética, para, mediante su aplicación, adaptar siempre más los tipos productores a las exigencias de los mercados.

Pero ¿para qué seleccionar severamente líneas siempre más puras y perfectas y por ende siempre más delicadas y exigentes? Si es para **crear** animales que no podremos **criar**, de acuerdo con su perfección y por consiguiente no obtener el resultado económico que de ellos debemos exigir.

Para nosotros todos los individuos que constituyen las razas mejoradas o cultivadas, en oposición con las naturales, son organismos desequilibrados; los hemos sacado de su equilibrio normal; vivir y reproducirse libremente en su medio, para llevarlos a un punto en que el equilibrio amenaza producir la caída. Esta ya la hemos presenciado en nuestro país frente a la gran dificultad, por no decir imposibilidad, de obtener tipos perfectos de adaptación al mercado o de productividad tal, que aseguren al criador un margen suficiente en su explotación. Estamos produciendo una cuota ínfima de carne selecta (baby beef y chilled especial), y las grandes compañías frigoríficas, tan severas en sus controles, ya han llamado la atención de los criadores e internadores sobre el descenso de los rendimientos. Vemos también que nuestra producción lanar no alcanza un nivel ni cercano al de Oceanía; no hemos tampoco llegado a elevar sensiblemente el rendimiento medio de nuestros planteles lecheros. Sin embargo, y aquí rindo homenaje a los que realizan esfuerzos en este sentido, no es que se haya escatimado gastos para traer reproductores o planteles selectos; no es porque no se haya estimulado en toda forma todas las iniciativas de mejora. No. Es simplemente porque en nuestro medio no se ha dado al problema bromatológico toda su importancia. Estos animales mejorados, extraordinario exponente del esfuerzo zootécnico, maravillosos transformadores del alimento, pero también más exigentes, hemos querido criar y explotarlos casi de la misma manera que nuestros primeros estancieros mantenían sus rodeos de "criollos", animales rústicos, productos del ambiente y a los cuales no se había sacado de su **equilibrio**. Nuestro problema ganadero se agrava aún más si se tiene en cuenta que esta simple alimentación natural, a base de pasto espontáneo de nuestros campos, y cuando más con la ayuda de alguna pradera artificial, es cada año más pobre, menos efi-

ciente a consecuencia de la explotación continua, verdadera expoliación del suelo, ya que no se le restituye nada. Los valiosos elementos nutritivos minerales, cal y ác. fosfórico del esqueleto animal, se van en las carcasas y serán, no lo duden, bien aprovechados allá en el viejo mundo. Que decir también del empobrecimiento de nuestra flora pratense debido a la invasión de las especies inferiores, las más resistentes, mientras van desapareciendo las hierbas más nutritivas.

Reconozco que ya se nota una gran preocupación para estos problemas que personalmente hemos tratado de presentar, siempre bajo su verdadero aspecto y no hemos subestimado nunca. En el Uruguay existe la Comisión de Estudio del Problema Forrajero, de la cual tenemos el honor de formar parte, gracias a cuya ayuda hemos podido iniciar los trabajos de laboratorio de Bromatología.

Este, ya demasiado largo preámbulo, era necesario para justificar la orientación actual de la labor de nuestra Cátedra y de su Laboratorio.

En todo problema agronómico, y éste de la alimentación lo es profundamente (hasta el punto que los Agrónomos son los técnicos que lo deben estudiar y resolver), hay dos clases de soluciones: las inmediatas, verdaderas medidas de urgencia, de aplicación rápida, destinadas a salvar la economía de la explotación, y las mediatas a plazo más largo basadas sobre estudios más complejos, más a fondo, y que requieren a veces un gran número de años; los resultados de estos estudios pueden carecer a primera vista de aspecto práctico, pero su valor es real y cada uno es una de las piedras con que se harán los cimientos sobre los cuales descansará el edificio de la futura ganadería racionalizada.

Es así que desde el momento en que tuvimos la suerte de poder instalar nuestro modesto laboratorio, hemos opinado que lo más urgente y necesario era estudiar a fondo los forrajes y los alimentos de nuestros ganados, ya que de su valor depende el tipo de explotación y su intensividad. Aún en la ganadería más extensiva, basada sobre el simple pastoreo en campos naturales, toda crianza o producción depende del conocimiento exacto de la pastura. Pues bien, a nuestro conocimiento, hasta ahora no poseemos más que los datos escuetos de los laboratorios químicos. Numerosos análisis, efectuados por técnicos de gran preparación, nos dan, es cierto, un conocimiento de la composición de los alimentos, pero es sólo una idea aproximada del verdadero valor del forraje; nos falta el dato de la **Digestibilidad**. Recordamos, por lo tanto,

aquí que fué solamente a partir del momento en que la Escuela alemana planteó la teoría de la digestibilidad, que la Bromatología ha podido adelantar y dar nociones concretas sobre la alimentación. Poco a poco y en una labor paciente y tesonera, varios investigadores determinaron los coeficientes de todos los alimentos, al mismo tiempo que estudiaban los factores capaces de alterar estos coeficientes, poniendo en evidencia su influencia favorable o negativa. Entre los contrarios, y eso nos interesa, se encuentran varios que proceden del alimento mismo (composición, estado, momento en que fué cosechado, duración de la conservación) y otros que derivan del ambiente, suelo y clima. Pues bien, si hay factores capaces de modificar la digestibilidad de un forraje estudiado en el mismo lugar, ¿qué pasará con este alimento si se le estudia en un ambiente distinto?

Por eso siempre hemos pensado que debíamos utilizar solamente con gran reserva las tablas de alimentación confeccionadas en Europa o Norte América. Así es que nuestra principal labor es actualmente, sin por eso abandonar otros ensayos de alcance más práctico e inmediato, la investigación de la digestibilidad de los forrajes y alimentos empleados en el Uruguay.

La bibliografía agronómica nos brinda una lista larga de análisis efectuados en el curso de estos últimos 30 años en las Facultades, Estaciones de Investigación, etc., pero creemos que en ninguna se haya determinado prácticamente la digestibilidad. En su hermosa obra sobre "Plantas Forrajeras Indígenas y Cultivadas", los autores Sres. Hauman, F. Reichert y R. Trelles, declaran que los elementos digeribles indicados fueron o bien calculados con coeficientes extranjeros o bien determinados por digestión artificial. No pretendemos haber emprendido una obra original, ni tampoco creemos hacer una cosa de relieve extraordinario, ya que no hemos inventado nada, pero estamos convencidos que modestamente aportamos nuestro grano de arena, brindando datos a los que desean aplicar normas científicas en la alimentación del ganado. Tampoco podemos ofrecer desde ya una lista larga de coeficientes; los ensayos requieren mucho tiempo, mucho más que un simple análisis; no disponemos de personal numeroso, ni de un amplio laboratorio. Durante parte del año 1937 y durante 1938, en colaboración con mi Ayudante el Ing. J. Piñeyrúa, y durante el año 1939, en colaboración con el Ing. J. B. Suzacq, reemplazante del primero, hemos efectuado unas diez determinaciones. Cada una ha sido repetida, lo que originó un gran número de análisis, todos por partida doble o tri-

ple. En más de una oportunidad un ensayo casi terminado, se malograba por algún inconveniente o percance sufrido por el animal. Si expongo aquí estos inconvenientes es porque muchas personas ignoran las dificultades con que se tropieza en esta clase de estudios, y para advertir que nuestra obra no podrá ser realizada completamente en breve plazo.

Hemos emprendido estos estudios con el convencimiento: 1.º que la ganadería de nuestros países debe ser racionalizada y basada sobre una alimentación más científica y 2.º que el fundamento de esta alimentación racional es el conocimiento completo del valor bio-químico de los alimentos.

La digestibilidad, cuya importancia consideramos haber demostrado, expresada por su coeficiente, es el porcentaje de nutrición del alimento que por acción de los fenómenos digestivos se transforma de elemento bruto en elemento asimilable, para pasar del intestino al torrente circulatorio y ser utilizado en el metabolismo. Cuando se trata de determinar este coeficiente para un alimento determinado, se puede proceder de tres maneras: 1.º Indirectamente por comparación con otro alimento de digestibilidad conocida, 2.º "In vitro" o sea sometiendo al alimento en el laboratorio a la acción de jugos digestivos o reactivos apropiados. 3.º Directamente, haciendo consumir el alimento por el animal y mediante la diferencia entre el análisis de lo comido y de lo evacuado bajo forma de excrementos, determinar el coeficiente.

1.º Método indirecto. — Suponemos un alimento cultivado o producido en nuestro ambiente; hacemos en un laboratorio el análisis completo (sust. seca, proteína, grasa, extractivos no azoados, celulosa y cenizas). El resultado da la composición "bruta" y para apreciar bromatológicamente el alimento necesitamos saber cuanto de cada elemento será absorbido por el animal. Buscamos en las tablas un alimento de condiciones generales lo más parecidas posible, botánicamente semejante o del mismo origen, y aplicamos al primero los coeficientes del segundo. En la elección del alimento de comparación, recomendamos especial atención en la similitud de los contenidos en proteína y celulosa. Ilustramos este método con un ejemplo, el del pasto de pradera, base de la ganadería.

Tomemos un pasto cualquiera, proveniente de un potrero de una Estancia del Departamento de Salto.

Análisis obtenido en el laboratorio.

Sust. seca	18.07
Prot total	1.16
Grasa	0.49

Celulosa	4.92
Extract. no azoados	9.29
Ceniza total	2.21

Buscamos en la tabla de composición de alimentos, la de Kellner p. ej. un pasto, y dado que se trata de un pasto proveniente de un campo regular, tomamos el pasto de pradera ordinaria.

	Bruto	Digerible	Coefficiente de digestibilidad
Sustancia seca	20.0	—	—
Prot. total	3.5	2.5	71.4
Grasa	0.8	0.4	50.0
Celulosa	4.0	2.6	65.0
Extract. no azoados	9.7	7.3	75.2

Multiplicamos los resultados del análisis por los coeficientes hallados.

Prot. total	$1.16 \times \frac{71.4}{100} =$	0.828
Grasa	$0.49 \times \frac{50}{100} =$	0.245
Celulosa	$4.92 \times \frac{65}{100} =$	3.198
Extract. no azoados	$9.29 \times \frac{75.2}{100} =$	6.986

Así hemos obtenido por comparación los elementos digeribles del pasto que hemos analizado.

Se sabe que muchos factores son susceptibles de modificar el coeficiente. Desde luego no podemos aceptar sin reservas el coeficiente determinado por los autores europeos o americanos, cuyas tablas utilizamos a diario.

2.º Método "in vitro". — Este no nos puede llevar muy lejos, ya que aun rodeado de las mayores precauciones para mantener a la reacción en condiciones de temperatura, de concentración de los jugos y de tiempo, lo más parecidas a las del tubo digestivo, no deja de ser inseguro y de realización dudosa, a excepción quizás de la proteína digerida por soluciones de pepsina con ácido clorhídrico y de tripsina a temperatura constante de 36 a 37 grados.

No nos extenderemos más sobre este procedimiento artificial y no aplicable a todos los elementos nutritivos.

3.º Método directo. — La realización de esta investigación directa ha sido la clave que ha permitido a la Bromatología desarrollarse y determinar con la suficiente exactitud las bases de la alimentación racional.

El procedimiento no ofrece grandes dificultades; requiere

paciencia, constancia, minuciosidad y un material adecuado que describiremos más adelante. Su base es la siguiente: conocer exactamente el peso del alimento comido por un animal durante un plazo determinado y la cantidad de excrementos sólidos evacuados durante el mismo plazo. El alimento debe ser previa y perfectamente analizado y de los excrementos frescos se separa una cantidad proporcional al total, la que a su vez es analizada. Para cada elemento se resta de lo comido lo que se encuentra en los excrementos, obteniéndose así la parte absorbida a raíz de la digestión; esta cantidad expresada en porcentaje es el coeficiente de digestibilidad. Pero no siendo la digestión una operación instantánea, ni siquiera rápida, los excrementos que se recogen un día no corresponden al alimento consumido durante este día ni siquiera durante el anterior, sino que corresponden a lo comido varios días antes; es, pues, necesario que el ensayo dure algunos días y el período total no debe ser menor de dos semanas. Durante la primera, el animal recibe la ración o el alimento en cantidad conocida (ración pesada, de la cual se deduce el peso de lo que el animal ha dejado en el comedero), pero no se recogen los excrementos. Este primer período o de preparación, es necesario para que sean eliminados del intestino todos los restos de la alimentación anterior, que falsearían forzosamente los resultados. Recién durante la segunda semana se recogen los excrementos, procediendo de la siguiente manera: se pesan los excrementos frescos, se separa una parte proporcional, una 20a., 10a. o 5a. parte según la cantidad total; esta parte es inmediatamente desecada a 100 grados hasta peso constante y la sustancia seca así obtenida se conserva en un frasco herméticamente cerrado hasta el día del análisis. Al finalizar el ensayo se juntan todas estas porciones desecadas y previa mezcla perfecta, se saca la muestra que será analizada.

En cuanto al alimento o ración se procede como sigue: el día antes de empezar el ensayo se pesan y se guardan en recipientes metálicos cerrados, tantas raciones como días durará el ensayo; al mismo tiempo se separa para proceder a su análisis una muestra media, lo más homogénea posible y semejante a las raciones. La preparación de las raciones con anticipación y de todas al mismo tiempo, tiene por objeto saber con certeza el peso del alimento que será ofrecido al animal cada día, aún cuando las condiciones higrométricas posteriores modifiquen el peso por absorción de agua, y para evitar las variaciones de composición por alteraciones o manipulaciones posteriores.

Cuando se ensaya un alimento verde o acuoso que el animal debe consumir fresco, se debe proceder de otra manera: cada día se pesa la cantidad fijada como ración y al mismo tiempo se separa una muestra que se pesa y se deseca, procediéndose entonces de la misma manera que para los excrementos.

Si el alimento o forraje ensayado puede por sí sólo constituir la ración, caso de los pastos, henos, forrajes verdes y algunas raíces, el ensayo de digestibilidad es simple y se sigue el procedimiento indicado. En cambio si se trata de un alimento concentrado o empleado como suplemento, que no puede ser consumido en cantidad suficiente para asegurar el volumen fisiológicamente necesario, es indispensable agregar un forraje lastre; pero entonces se superponen las dos composiciones en los excrementos y por lo tanto en la digestibilidad, siendo imposible determinar la parte correspondiente a cada uno. Es preciso entonces hacer un doble ensayo. 1.º con sólo el forraje que después servirá de base de ración o de lastre; se determina su digestibilidad. 2.º mezclando con el forraje lastre el alimento concentrado en proporciones exactamente conocidas. De la cantidad de cada elemento encontrada en los excrementos, se deduce lo que corresponde al forraje base, de acuerdo a su digestibilidad conocida, atribuyéndose el resto al otro alimento. Si fuera necesario por razones prácticas o dietéticas, mezclar mayor número de alimentos, se procede de la misma manera, haciendo tres, cuatro o más ensayos.

Todo ensayo debe ser repetido varias veces, cambiando los sujetos empleados a fin de reducir al mínimo las causas de errores.

Conviene hacer notar que este procedimiento directo de determinar la digestibilidad y que hemos calificado de único, exacto y científico, no está exento de errores e inexactitudes, pero estos no son de magnitud tal que por ello debemos dudar de su eficacia. Los errores provienen de lo siguiente, además de los inherentes a todo trabajo de laboratorio:

1.º Las fermentaciones muy intensas causadas por la abundante flora microbiana del tubo digestivo, llevan la descomposición hasta cuerpos como el agua, el anhídrido carbónico, el metano, etc. (caso de los azúcares y de la celulosa), que escapan a la recolección de los excrementos y al análisis.

Ciertas proteínas también son descompuestas hasta dar residuos gaseosos. Se comprende que esta parte no analizada figura como digerida y absorbida, por lo cual la digestibilidad aparece aumentada.

2.° Los residuos de la desintegración de las mucosas digestivas y los jugos digestivos, así como también los microorganismos muertos, son eliminados con los excrementos, aumentando por lo tanto, el residuo alimenticio, lo que ficticiamente disminuye la digestibilidad.

La imposibilidad de determinar estas ganancias y pérdidas, ajenas al alimento, hace que no se tengan en cuenta y se consideren como no existentes. Por otra parte, puede ser que estas dos causas de error, una positiva y negativa la otra, se compensen, razón más para no ocuparse de ellas. *y que viva*

Para terminar, indicaremos los procedimientos analíticos empleados y daremos a conocer el cuadro de la marcha de un ensayo.

PROCEDIMIENTOS ANALITICOS

El proceso seguido en el laboratorio para determinar la composición química de forrajes y excrementos, ha sido el siguiente:

Forrajes. — En estos se ha determinado la Humedad, Proteína total, Proteína pura, Celulosa, Extracto al éter, Cenizas, CaO y Extractivos no azoados. Los métodos de laboratorio empleados los indicaremos a continuación.

Excrementos. — Hemos determinado la Humedad, Proteína total, Proteína pura, Celulosa, Extracto al éter, Cenizas, CaO y extractivos no azoados.

Métodos analíticos

Humedad. — Las muestras fueron desecadas en estufa de agua a 100° hasta peso constante.

Proteína total. — Procedimiento Kjeldahl. 2 gr. de sustancia se digirieron con ácido sulfúrico concentrado en una pera de 250 cc. de capacidad. Se echó una gota de mercurio que actúa como catalizador. Una vez bien claro el contenido de la pera se pasa a un matraz de 1.000 cc. Se agrega un exceso de hidrato de sodio al 50 % y cantidad suficiente de sulfuro de potasio al 4 % con objeto de precipitar el mercurio. Se destila, recogiendo el destilado en una cantidad conocida de SO^4H^2 N/10 al que se ha agregado anaranjado de metilo como indicador. Terminada la destilación, es decir, cuando no pasa más NH_3 titulamos el SO^4H^2 N/10 restante con NaOH N/10. La diferencia multiplicada por 0,0014 nos indica la cantidad de N presente en la muestra. Para calcular la proteína utilizamos el factor 6,25.

Proteína pura. — Precipitamos la proteína pura por medio del hidrato de cobre en la forma que detallamos:

Una cantidad conocida de la sustancia (1-2 gr.) se hacen hervir en 100 cc. de agua destilada con 5 cc. de una sol. al 5 % de alumbre de hierro. Luego se agrega 25 cc. de una solución de sulfato de cobre al 6 % y después agitando continuamente, 25 cc. de una sol. de hidrato de sodio al 1,25 %. Al cabo de 5-10 m. los retiramos y dejamos reposar. Una vez frío, lo filtramos y lavamos hasta eliminar el contenido de sulfatos. Secamos el papel de filtro con la sustancia y en ésta determinamos la proteína de acuerdo con el procedimiento anterior.

Celulosa. — Atacamos una cantidad conocida de sustancia (3 gr.) con SO^4H^2 al 1,25 % y la dejamos hervir durante media hora. Lavamos y filtramos a la trompa. El residuo lo tratamos con NaOH al 1,25 % hirviéndolo durante media hora. Recogemos en un filtro tarado de cenizas conocidas. Lavamos con agua destilada, alcohol, y éter. Pesamos, la diferencia indica la celulosa bruta. Incineramos y el residuo mineral, restando la cantidad de cenizas conocidas del filtro, nos da la cantidad de cenizas de la celulosa. Deduciendo esta de la celulosa bruta, obtendremos la celulosa pura.

Extracto al éter. — Una muestra de peso conocido se deseca totalmente y se extrae en un Soxhlet, usando éter sulfúrico como disolvente.

Cenizas. — Se incinera en un crisol de porcelana un peso determinado de sustancia hasta obtener cenizas, lo más blancas posibles.

CaO. — Las cenizas obtenidas anteriormente se tratan 24 horas con una solución al 25 % de ClH , se filtra y se lava hasta neutralidad. Se toma una parte alícuota del filtrado y se evapora a sequedad, mojando varias veces con ClH . Se calienta en estufa de aire a 130° con objeto de precipitar la sílice, y el residuo lo mojamos con NO_3H y lo disolvemos en agua destilada caliente. Se neutraliza con amoníaco y acidifica con ácido acético. Agregamos a esta solución otra saturada en frío de oxalato de amonio y dejamos hervir hasta que se forme un precipitado granuloso. Retiramos del calor, dejamos reposar durante una noche, filtramos, lavamos hasta reacción negativa al Nessler y disolvemos el precipitado con SO^4H^2 diluído. Valoramos la solución con permanganato de potasio décimo normal. Los cc. gastados, multiplicados por 0,0056 nos da la cantidad de Ca presente expresado en CaO .

PLANILLA DE ENSAYO DE DIGESTIBILIDAD DE HENO DE AVENA

Oveja Corriedale, peso 35 kilos.

Ración: 900 gramos de heno.

Período preparatorio: 6 días.

Día	comido grs.	excrementos grs.
6	891,75	—
7	893,16	829,07
8	890,39	890,67
9	894,87	896,92
10	900,00	848,88
11	873,63	994,86
12	—	871,91
Total	5.343,80	5.332,31

ANALISIS

	Heno de Avena	Excrementos
Mat. seca	87,89	39,62
" orgán.	82,02	34,73
Prot. Tot.	5,78	2,49
Extr. al éter	2,22	0,53
Celulosa	26,67	14,28
Extract. no azoados	47,36	17,43

BALANCE

	Mat. seca	Prot.	Ext. al éter	Celulosa	Ext. no azoados	Cenizas
Comido	4.696,66	308,87	118,63	1.425,19	2.530,22	313,68
Expulsado (Excremento) .	2.112,66	132,77	30,93	761,45	929,42	258,08
Digerido	2.584,00	176,10	87,70	663,74	1.600,80	55,60
% Coeficiente .	55,00	57,01	73,93	46,57	63,27	17,72

COMPOSICION DE HENO DE AVENA

	Elementos.	
	Brutos	Digeribles
Materia seca	87,89	48,34
Proteína total	5,78	3,29
Extracto al éter	2,22	1,63
Celulosa	26,67	12,42
Extractivos no azoad.	47,36	29,96

ENSAYO DE DIGESTIBILIDAD DE PASTO VERDE DE CAMPO

En este ensayo el animal se encontraba en una estancia lejana de Montevideo, por lo tanto de lo que se daba al capón como ración se sacaba una muestra, la que cuidadosamente pesada era desecada parcialmente, lo suficiente para asegurar su conservación y envío ulterior al laboratorio: de la misma manera se procedió para los excrementos.

El ensayo duró 16 días, 8 para el período preparatorio y 8 de ensayo.

PLANILLA DE CONTROL DE MUESTRAS Y ALIMENTOS

Días	Peso muestra verde grs.	Peso muestra semiseca grs.	Sust. Seca en semiseca o/o	Sust. Seca en muestra semiseca grs.	Sust. seca en m. verde o/o	Verde consumido por el animal	Sust. seca total absorbida
9	440,00	318,12	87,80	279,3093	63,48	880,00	558,62
10	430,00	278,85	89,83	250,4909	58,25	930,00	541,72
11	420,00	278,45	88,69	246,9573	58,80	970,00	570,36
12	400,00	198,45	91,21	181,0062	45,25	1.120,00	506,80
13	450,00	418,10	89,95	376,0809	83,57	830,00	693,63
14	490,00	288,32	88,55	253,3073	51,69	1.270,00	656,46
15	520,00	348,59	90,38	315,0556	60,59	900,00	545,31
16	490,00	252,63	89,57	226,2806	46,18	970,00	447,95
						<u>7.870,00</u>	<u>4.520,85</u>

	Composición de la sustancia seca gramos		Composición del pasto verde
	gramos	o/o	
Sustancia seca	4.520,85	—	57,44 %
Proteína total	367,09	8,12	4,66 "
Extracto al éter	73,69	1,63	0,94 "
Celulosa	1.401,92	31,01	17,81 "
Extractivos no azoados	2.254,55	49,87	28,65 "
Cenizas	423,60	9,37	5,38 "

Para efectuar el análisis de la sustancia seca y obtener un resultado que sea un promedio del pasto comido durante los días del ensayo, de cada muestra semi-seca se tomó una parte proporcional a su contenido en sustancia seca y una vez bien mezcladas se procedió al análisis.

La columna "composición de la sustancia seca" en gramos nos indica las cantidades de los elementos nutritivos absorbidos por el animal durante los 8 días del ensayo.

A continuación va la planilla de control y análisis de los excrementos correspondientes a estos días. La forma de recolectar, de calcular y analizar es idéntica a la expuesta para el pasto.

PLANILLA DE CONTROL DE MUESTRAS Y EXCREMENTOS

	Peso de la muestra fresca grs.	Peso de la muestra s/seca grs.	Sustancia seca en la muestra semi-seca		Peso excrementos frescos grs.	Surt. seca en excrementos totales grs.
			o/o	grs		
9	170	24,9328	91,6245	22,8445	500,00	67,1900
10	770	291,3828	94,9192	276,5782	2.252,00	808,9014
11	280	143,7828	93,7378	134,7788	830,00	399,5223
12	—	—	—	—	—	—
13	250	100,5828	94,7385	95,2906	750,00	285,8718
14	—	—	—	—	—	—

15	270	95.7328	94.6122	90,5750	800,00	268.3703
16	270	75,0028	85.1928	63.8970	790,00	186,9579
Total					5.922 60	2.016,8142

	Composición de la sustancia seca de los excrementos en gramos	Composición de excrementos o/o
Sustancia seca	2.016,8142	34,06
Proteína total	122,2139	2 06
Extracto al éter	41,0944	0,70
Celulosa	515,6305	8,70
Extractivos no azoados	999 5199	16,88
Cenizas	338,3555	5,71

La mezcla de las muestras de los distintos días se hizo como en el caso del pasto proporcionalmente a su contenido en sustancia seca; y la columna de la composición de la sustancia seca en gramos nos dá el total de elementos excretados por el animal en los días de ensayo.

A continuación exponemos el resumen del cálculo del coeficiente.

	Sust. seca	Prot. total	Extracto al éter	Celulosa	Extracto no azoados
Comido	4.520,85	367,09	73,69	1.401,92	2.254 55
Excretado	2.016,81	122,21	41,09	515 63	999,52
Digerido	2.504,04	244,88	32,60	886,29	1.255 03
Coeficiente %	55,39	66,71	44,24	63 22	55,67

Tal es el resultado de un ensayo efectuado con un capón y el pasto de un potrero de la Estancia del Sr. Z. López en Molles, ensayo en el cual colaboró el Estudiante de 5.º Sr. R. L. López. Un segundo ensayo efectuado en la misma estancia dió el siguiente resultado, pero fué realizado dos meses más tarde.

	Bruto	Digeribles	Coeficiente de Digestibilidad
Sust. seca	50,68	26,93	53,14 %
Proteína	3,81	1,53	40,16 %
Celulosa	18,10	8,79	48,56 %
Extracto al éter	1,01	0,41	40,59 %
Extract. no azoados	24,27	15,44	63,62 %

Con el fin de hacer resaltar la importancia de proceder a determinaciones de composición y de digestibilidad en nuestro ambiente, ponemos en paralelo los datos que hemos obtenido y los de las tablas europeas de Kellner, las más conocidas y usadas.

COMPOSICION Y DIGESTIBILIDAD DE ALGUNOS FORRAJES

	SEGUN KELLNER			Obtenida en el Laboratorio de Bromatología de la Facultad		
	Elementos brutos	Elementos digeribles	Coefficiente de Dig.	Elementos brutos	Elementos digeribles	Coefficiente de Dig.
Heno de Avena						
Sust. seca	88,50	—	—	87,89	—	—
Proteína total	7,50	5,60	74,7 %	5,78	3,29	57,— %
Extracto al éter	2,40	1,70	70,8 "	2,22	1,63	73,9 "
Celulosa	30,10	18,10	60,1 "	26,57	12,42	46,6 "
Extract. no azoados	42,40	26,70	63,— "	47,36	29,96	63,3 "
Pasto de Pradera						
Sust. seca	20,—	—	—	57,44	—	—
Proteína total	3,50	2,50	71,4 %	4,66	3,11	66,71 %
Extracto al éter	0,80	0,40	50,— "	0,94	0,42	44,24 "
Celulosa	4,—	2,60	65,— "	17,81	11,26	63,22 "
Extract. no azoados	9,70	7,30	75,3 "	28,65	15,95	55,67 "
Grano de Avena						
Sust. seca	86,70	—	—	92,07	—	—
Proteína total	10,30	8,—	77,7 %	13,21	9,49	71,8 %
Extracto al éter	4,80	4,—	83,3 "	6,16	4,59	74,5 "
Celulosa	10,30	2,60	25,2 "	12,35	3,50	28,3 "
Extract. no azoados	58,20	44,80	77,— "	55,93	38,66	69,4 "
Alfalfa Verde						
Sust. seca	24,—	—	—	24,91	—	—
Proteína total	4,5	3,2	71,1 %	6,94	5,86	84,4 %
Extracto al éter	0,8	0,4	50,— "	0,88	0,32	36,4 "
Celulosa	6,8	2,9	42,6 "	6,31	3,83	60,7 "
Extract. no azoados	9,6	6,3	65,6 "	8,09	6,10	75,4 "
Afrechillo de Trigo						
Sust. seca	87,8	—	—	88,65	—	—
Proteína	15,5	12,9	83,2 %	17,07	13,44	78,7 %
Extracto al éter	4,8	3,7	77,1 "	4,03	2,06	51,1 "
Celulosa	8,—	2,1	26,2 "	14,15	6,42	45,4 "
Extract. no azoados	54,—	40,5	75,— "	49,18	28,62	58,2 "
Avena Verde						
Sust. seca	23,2	—	—	25,79	—	—
Proteína	1,9	1,4	73,7 %	1,91	0,91	47,6 %
Extracto al éter	0,6	0,4	66,7 "	2,06	1,01	49,— "
Celulosa	8,5	4,9	57,6 "	8,32	3,60	43,3 "
Extract. no azoados	10,4	6,5	62,5 "	12,30	7,99	64,9 "
Maíz Verde						
Sust. seca	17,2	—	—	21,20	—	—
Proteína	1,4	0,7	50,— %	1,90	0,94	49,5 %
Extracto al éter	0,4	0,2	50,— "	0,30	0,18	60, "
Celulosa	5,—	2,7	54,— "	4,56	2,62	57,4 "
Extr. no azoadado	8,9	5,5	61,8 "	12,90	9,22	71,5 "

Al terminar queremos dejar constancia que estas determinaciones, aunque repetidas, no pueden ser tomadas como definitivas. Se necesita para un mismo alimento o forraje la repetición de ensayos en años diferentes y con muestras provenientes de lugares distintos y extendido a un mayor número de animales; recién entonces se podrá contribuir a establecer una tabla general de composición y digestibilidad. Por eso en este trabajo sólo nos hemos limitado a la enunciación de algunos resultados.

Tan es necesario lo antedicho, que en algunos forrajes ensayados, Kellner ha hallado grandes diferencias en los coeficientes de digestibilidad como ser:

Forraje	n.(1)	Sust. org.	Proteína bruta	Grasa bruta	Celulosa bruta	Extract. no azoados
Grano de avena	13	56-82 %	67-94 %	63-100 %	2-47 %	65-94 %
Afrechillo de trigo	19	61-85 %	51-100 %	51-100 %	0-58 %	40-88 %

(1) n - número de repeticiones.