

FACTORES QUE CONDICIONAN LA DIGESTIBILIDAD DE LOS ALIMENTOS

Por JESÚS MARTÍN DE FRUTOS.

Del Cuerpo Nacional Veterinario.

Es la digestibilidad de los alimentos la mayor o menor facilidad que éstos presentan para ser transformados por los jugos

digestivos e incorporados, bajo la forma de materia asimilable, al organismo, pasando a través de los distintos tramos del aparato digestivo.

función orgánica ésta que se realiza en diversos tiempos, cada uno de los cuales marca una etapa distinta del proceso digestivo alimenticio.

Pasando por alto lo referente a la digestibilidad en general, coeficientes de la misma, etc., vamos a referirnos exclusivamente a aquellos factores que la influyen y contribuyen a dar mayor o menor tonicidad a este proceso de la nutrición animal. Son éstos: unos, relacionados con el animal; otros, con el alimento, y



Pienso germinado, muy nutritivo para aves por su fácil digestibilidad

Estas HOJAS se remiten gratis a quien las pida a la Sección de Publicaciones, Prensa y Propaganda, del Ministerio de Agricultura.



aquéllos, determinados por la acción recíproca de los dos primeros.

El conocer los factores que influyen en la mayor o menor digestibilidad de los alimentos tiene interés, lo mismo en el aspecto fisiológico que en el económico. Y, en relación al primero, es importante, porque, cuanto más digestible es un alimento, tanto menor será el gasto que tiene que realizar el organismo para transformarlo, aparte de la mayor cantidad que del mismo habría de aprovechar. Y es económico, porque no da idea de su precio o coste, en relación a su valor nutritivo.

Al referirnos a los factores que influyen en la mayor o menor facilidad que tienen los alimentos de hacerse digestibles, comprendemos un capítulo de la "fisiología de la alimentación". Ello es fundamental porque, determinando cada uno de estos factores, podremos llegar a establecer coeficientes de digestibilidad más exactos, y con esta base calcular mejor la ración alimenticia. Sin embargo, en la práctica de la alimentación, a pesar de estar expresados en las tablas bromatológicas los coeficientes de digestibilidad para cada uno de los componentes químicos, coeficientes totales y parciales, no suelen responder a una realidad aplicativa al formular raciones alimenticias. Por ello los coeficientes de digestibilidad o de utilización nutritiva de los alimentos se toman siempre como valor aproximado, pues son muchas las causas que concurren a modificar este poder de utilización: el animal, unas veces; otras, las características ligadas a la calidad o naturaleza del alimento o forraje suministrado.

Las causas o factores de la digestibilidad pueden dividirse según se establece en el siguiente cuadro:

FACTORES DE LA DIGESTIBILIDAD	
Intrínsecas al animal y Extrínsecas al alimento.	Intrínsecas al alimento y Extrínsecas al animal.
Coeficiente digestivo o potencial digestiva.	Especie. Raza. Sexo. Edad. Individualidad. Precocidad. Desarrollo tardío. Reposo y trabajo, etc.
	Coeficiente de digestibilidad.
	Cantidad de la ración. Composición química. Época de la recolección. Conservación. Preparación. Condimentación, etc.

Existen, además, otros factores menos apreciables, que, por no tener

tantu importancia e influencia en el proceso digestivo, no los incluimos en el precedente cuadro.

Empezaremos analizando cada uno de los factores indicados, siguiendo el orden del cuadro expuesto:

FACTORES RELACIONADOS CON EL ANIMAL.—El factor *especie* influye sobre la digestibilidad de los alimentos en relación con la dentición, estructura o función del aparato gastro-entérico, actividad digestiva y régimen a que están sometidas cada una de las especies; diferencia existente entre carnívoros, omnívoros y herbívoros, y en relación a que estos últimos sean unigástricos o poligástricos.

Cada especie animal tiene, no sólo distinta apetencia por los variados alimentos, sino que en ellas varía, además, el coeficiente de digestibilidad para cada uno de los distintos principios inmediatos o componentes químicos de aquéllos. Ejemplo lo tenemos en los herbívoros, que son los animales que mejor coeficiente de utilización nutritiva tienen para la celulosa, sobre todo lepóridos y ruminantes. De estos últimos, después de la cabra, los ovinos y bovinos; decrece en los equinos, y más aún en los suidos, mientras que en los carnívoros la digestibilidad está muy limitada.

Para poder interpretar las principales causas que concurren y diferencian la digestibilidad en las especies domésticas, hay que obtener datos y medidas relacionados con la longitud y capacidad del aparato digestivo. Capacidad por ciento de cada una de las partes en que está dividido, capacidad en litros, longitud en metros y extensión en metros cuadrados o superficie total.

El coeficiente de digestibilidad se ha podido establecer para cada uno de los principios nutritivos del alimento en las principales especies domésticas, según sigue:

	Proteína. — Por 100	Grasa. — Por 100	Extractivos libres de nitrógeno. — Por 100	Celulosa. — Por 100
Equinos	69,6	58,9	68,5	33,6
Bovinos:				
Buey	65	64,4	66,3	60
Vaca	57	65,4	70	60,8
Ovinos	57	61,2	71,7	57,7
Caprinos	60	44	64	62

Pero esta tabla nos viene a indicar el término medio de digestibilidad

para cada uno de los principios del alimento, coeficientes que están sujetos a variación por ser distinto también el tipo, por ejemplo, de proteína de un alimento, bien sea de origen vegetal o animal, o entre la proteína de un cereal y de una leguminosa, etc. Podemos decir, pues, que la especie es un factor importante y de valor en la variación del poder de digestibilidad de los alimentos.

En las distintas *razas* también se establecen diferentes coeficientes de digestibilidad para cada uno de los alimentos, y según aquéllas sean salvajes o domésticas, rústicas o seleccionadas, sometidas a una u otra producción zootécnica y en relación con las condiciones del medio agrícola o cultural.

El *sexo*, aunque pequeñas, también determina diferencias para la digestibilidad de los alimentos, siendo estos coeficientes algo más elevados para el macho que para la hembra. Se acusa más en los individuos castrados, sobre todo en las hembras sometidas a éste procedimiento de supresión genésica, en las que el engrasamiento se pone muy de manifiesto.

La *edad* es un exponente de la mayor o menor actividad de la digestibilidad de los alimentos. En los mamíferos, como quiera que en las primeras edades la alimentación es de régimen lácteo, los animales utilizan con alguna semejanza, y al mismo grado, las sustancias nutritivas contenidas en este alimento; pero a medida que el crecimiento y la edad adulta se aproximan, la potencia digestiva aumenta, llegando al máximo en el período de madurez. Disminuye a partir de este período, así como igualmente bajan de tono las distintas funciones fisiológicas.

La *individualidad*, en los animales, imprime distintas características a la potencialidad digestiva e influye en la distinta productividad zootécnica, representando este carácter, en ventajosas condiciones, un estimable factor fisiológico hereditario individual. Este hecho, donde mejor se ha podido identificar ha sido en las distintas agrupaciones animales, en donde éstas estaban sometidas a un mismo régimen de explotación y con igual alimentación, comprobándose diferencias valorables en un 15 por 100 para el coeficiente de digestibilidad.

La *precocidad* y el *desarrollo tardío* son condiciones que influyen en la mayor o menor digestibilidad de los alimentos, relacionándose con las características individuales del animal y el trato dado a éstos durante su desarrollo (gimnástica funcional del aparato digestivo, etc.).

La falta de precocidad es propia de los animales menos seleccionados, animales rústicos que se han adaptado a transformar alimentos groseros; no tan nutritivos; atributo de los animales que viven en ambiente

pobre, de escasas posibilidades de producción forrajera, o que ésta se desarrolla en malas condiciones de vegetación, por razones de clima, suelo, etc.

Trabajo y reposo son factores que contribuyen igualmente a dar mayor o menor tonicidad al proceso fisiológico de la digestibilidad, siéndole favorable el trabajo moderado, más que el trabajo intenso y reposo absoluto de los animales.

Las *condiciones de vida* influyen notablemente en la mayor o menor digestibilidad de los alimentos. El clima, la temperatura, altitud, luz, condiciones culturales, son factores todos ellos que ejercen influencia sobre el coeficiente de utilidad nutritiva de los alimentos. El clima artificial de que se rodea a los animales, condiciones higiénicas de los locales que habitan, bueno o mal trato, mejor o peor cuidado, son condiciones todas influyentes en la digestibilidad de los alimentos.

FACTORES QUE SE RELACIONAN CON LA CANTIDAD Y CALIDAD DE LOS ALIMENTOS.—El excesivo *volumen de la ración*, bien porque ésta lleve gran cantidad de materia seca o porque sean alimentos excesivamente voluminados, como consecuencia de la mayor escasez de materia orgánica, contribuyen a disminuir el coeficiente de digestibilidad de los principios alimenticios y producen, por otra parte, pérdidas económicas, por el mal aprovechamiento de los elementos nutritivos o por el hecho de haber forzado al aparato digestivo a digestiones lentas y trabajosas, haciendo a los animales propensos a padecer distintas alteraciones digestivas. Esta cuestión ha sido lo suficientemente experimentada, y así Kellner, al referirse a ello, dice que habiendo alimentado animales con diversas cantidades de heno, pulpa mezclada, salvado de trigo y harina de semillas de algodón, observó que cuando el total de la sustancia seca era de 11 kilos, la digestibilidad del total de la sustancia orgánica se aproximaba al coeficiente 76,1 por 100; y que cuando la sustancia seca se elevaba a un total de 16 kilos, se limitaba ese coeficiente a un 70,8 por 100. Solamente la grasa resultaría en este caso exenta de reducción de la digestibilidad.

El "índice de voluminosidad de los alimentos" es factor muy de estimar para poder definir a un alimento por su digestibilidad, habiéndose establecido tablas en las que se da la relación de este índice para cada una de las especies animales (tablas de Leroy) (1).

La *diversa calidad* de los alimentos que integran la ración puede ser

(1) El índice de voluminosidad se obtiene multiplicando los gramos de residuo seco total contenido en un kilogramo de alimento por el equivalente en peso para formar una unidad forrajera danesa.

causa principal de la mayor o menor digestibilidad de éstos, influyendo notablemente en este sentido la cantidad de celulosa. Ha establecido Kellner la proporcionalidad entre el coeficiente de digestibilidad y la celulosa contenida en 100 gramos de sustancia seca del alimento, siendo esto aplicable para la valoración aproximada de utilización de la sustancia orgánica de los pastos y forrajes.

La cantidad recíproca de los diversos principios nutritivos contenidos en las raciones influye notablemente sobre la utilización de los alimentos en el organismo. La grasa y la proteína deben estar contenidas en la ración alimenticia en la proporción de 1 es a 2. Los hidratos de carbono no deberán superar el 10 por 100 de la sustancia seca total de la ración, pues si no, la digestibilidad de proteicos y de la celulosa quedará reducida. Varía también la digestibilidad a tenor de la procedencia de estos principios químicos, según sean de naturaleza animal o vegetal. La proteína en las raciones influye notablemente sobre la digestibilidad de las materias feculentas, pero la excesiva proporción de aquella disminuye la digestibilidad de las grasas. El exceso de grasas, cuando es de procedencia alimenticia, no ejerce gran influencia sobre su digestibilidad, pero sí disminuye la digestibilidad de los demás principios hidrocarbonados. El exceso de azúcar en un alimento disminuye la digestibilidad del almidón y de la celulosa, y la digestibilidad de la celulosa también disminuye a medida que aumenta la cantidad de fécula.

También actúa sobre la digestibilidad el momento de *recogida de los forrajes*, según ésta se haya verificado en período poco o muy avanzado en su desarrollo, por determinar esto una distinta composición de los integrantes químicos y por la mayor o menor cantidad en materias alibles.

En el trébol se ha visto que, según la época de su recolección, se encontraba alguna diferencia, al ser suministrado a los bovinos, en cuanto a su digestibilidad, lo que se puede observar por el siguiente cuadro:

HIERBA DE TREBOL.	Coeficiente de la digestibilidad	
	Proteína.	Celulosa.
	Por 100	Por 100
Recogida antes de la floración.	71	51
En plena floración	65	47
Después de la floración	59	40

De las observaciones del americano Vattes, quien ha realizado nume-

rosas experiencias, resulta que la mayor digestibilidad corresponde a la hierba segada en la primera floración: disminuye gradualmente a medida que la hierba se va formando en las sucesivas floraciones, para descender así sucesivamente.

El *suelo* es factor indirecto que modifica la digestibilidad de los alimentos, porque influye en la composición química de los forrajes, por ser la estructura geológica y la variación hidrográfica del terreno causa de la distinta vegetación y composición del forraje, influyendo por vía indirecta sobre la nutrición, y así, sobre el rendimiento y producción zootécnica. Según el terreno sea silíceo, arcilloso, calcáreo o arcilloso-calcáreo, así será la vegetación, constitución de los forrajes, composición química y, por lo tanto, la mayor o menor digestibilidad de estos alimentos.

El *cultivo* y *abonado* modifican, en los vegetales, su composición química, pudiendo, por lo tanto, influir indirectamente sobre la digestibilidad de los forrajes. El belga Kerschot, en relación a este último extremo, ha observado obtener diferencias alimentando vacas con igual ración de hierba de trébol proveniente de tres parcelas de terreno: una primera, no abonada; una segunda, abonada con sólo perfosfato, y otra, con perfosfato y kainita. Obtiene rendimientos en leche y manteca mayores, progresivamente, a partir de la hierba vegetada en terrenos abonados con perfosfato y kainita.

La *composición botánica* del forraje, estimulada por el abonado, da mayor o menor preponderancia a las gramíneas, leguminosas y otras hierbas accesorias, influyendo con ello en la digestibilidad.

La duración de la *conservación del forraje y otros piensos* (heno, paja, granos, etc.) hace bajar la digestibilidad; y así, las observaciones son bien notorias a este respecto al determinarse los coeficientes de digestibilidad en la alimentación del ganado ovino, para cada uno de los principios nutritivos de composición del heno, de tres a veintiocho meses de conservación.

La *lluvia*, que influye sobre la calidad de la hierba henificada, produce distinta vegetación, y, por tanto, el mayor o menor coeficiente de digestibilidad de la misma.

Hemos de consignar, entre el grupo segundo de los factores que condicionan la digestibilidad, lo referente a la *influencia* que sobre ella ejercen los distintos métodos empleados para la preparación de los alimentos, habiéndose establecido tablas diferenciales para poder explicar los distintos tipos de digestibilidad o coeficientes de la misma en alimentos preparados y sin preparar. La *limpieza* de los alimentos y forra-

jes sirve para eliminar impurezas, evitando con ello malas digestiones y alteraciones del aparato digestivo. La *intervención mecánica*, practicada por trituración, aplastado o cortaje, da mayor superficie de contacto a los alimentos para los distintos jugos digestivos. La *maceración*, preparación físico-química, consistente en someter los alimentos concentrados, secos y duros, a la acción prolongada del agua a la temperatura ordinaria, y que se aplica para reblandecer granos de cereales, leguminosas y, en general, alimentos de naturaleza dura, facilita, no sólo el trabajo de la digestión, sino que eleva el coeficiente de digestibilidad de los alimentos así preparados. La *infusión*, operación que consiste en someter los alimentos a la acción del agua caliente, produce sobre aquéllos los mismos efectos que la anterior. La *cocción*, que se emplea en la preparación de alimentos duros y coriáceos, es también buen procedimiento para aumentar la digestibilidad. Las *mezclas y concentraciones* alimenticias, en las que se combinan alimentos más o menos groseros con alimentos concentrados, aumentan el valor de utilidad nutritiva de los alimentos. Lo mismo influyen la *panificación*, la *fermentación espontánea y artificial*, etc.; la *germinación*, proceso de acción biocatalizadora que se opera sobre la semilla con la formación de una plantita, y merced a la cual se solubilizan las materias contenidas en el grano, previa fermentación.

La *electro-germinación* o *germinación* por corrientes eléctricas y soluciones salinas diluídas ha elevado notablemente el valor nutritivo de los granos y forrajes tiernos, produciendo gérmenes que constituyen para los animales un pasto particularmente sabroso y digestivo. Este procedimiento de preparación de alimentos no sólo contribuye a aumentar las condiciones de digestibilidad de los alimentos, sino que, por la cantidad de materias minerales, fósforo, potasa y albúmina de calidad excelente y buena proporción de vitaminas, eleva el equilibrio del alimento y le da excelentes propiedades nutritivas como alimento para personas y ganado. La germinación perfeccionada por el adelanto de la Ciencia, transformándola en procedimiento de germinación eléctrica, privilegio de invención, ha permitido la producción de gérmenes que constituyen para los animales un pasto sabroso y digestivo, y al mismo tiempo proporcionan al hombre ensaladas, jugos vegetales, productos dietéticos y terapéuticos. Esta electro-germinación, que consiste en tratar en armarios electro-germinadores los granos vegetales: cebada, maíz, avena, guisantes, etc., por la acción de corrientes eléctricas, suministrándoles a la vez soluciones muy diluídas de sales alimenticias, da por resultado, en ocho-doce días,

la formación de plantitas ocho o diez veces superiores al peso de la semilla y forrajes de naturaleza tierna.

Este método está basado en los trabajos de Zacher y Beck, con relación a la ionización del suelo, estimulando la vegetación por corrientes galvánicas. Pero este procedimiento, por el que se obtienen cosechas hasta un 80 por 100 más abundantes que las normales, tiene el inconveniente de la gran variabilidad de las condiciones eléctricas del terreno, en relación a la humedad, constitución, naturaleza, etc., del mismo. Sin embargo, estas condiciones han sido subsanadas por la germinación de plantitas, conseguidas con tierra, en armarios, en donde las corrientes eléctricas logran acelerar la vegetación. Estos armarios se han empleado con muy buenos resultados en el Instituto de Biología Aplicada de Berlín. Están contruídos de lata galvanizada, con 4 metros de base y 2,5 de altura, con diversos compartimentos. En estos armarios se pueden obtener plantas germinadas en cantidad suficiente para mantener en buen racionamiento un lote respetable de reses bovinas.

Con el *electro-herbage* se consiguen multitud de aplicaciones: engordándose el ganado con productos de buen rendimiento y supliéndose las deficiencias de forrajes verdes en las épocas de sequía; en la alimentación de las vacas lecheras en las grandes poblaciones, donde el suministro de forraje se hace dificultoso y donde se establece la posibilidad de aumentar la calidad y producción de la leche, y en la cría de aves de corral, desarrollo y nutrición de polluelos, con el consiguiente aumento de la puesta invernal.

Este método para obtener plantas germinadas ha sido de inmediata aplicación a la alimentación humana y para la preparación de productos medicinales y dietéticos, habiéndose obtenido zumos y heces germinativos, levaduras, gelatinas, extractos de gérmenes, harina, café de maíz germinado, ensalada, licores aromáticos, biológicos y vinos tónicos.

Este procedimiento de preparación de alimentos, que ha abierto nuevos horizontes a la industria de la alimentación animal y humana, contribuye grandemente a aumentar el coeficiente de digestibilidad de los distintos principios alimenticios, habiéndose establecido que 100 gramos de gérmenes, bajo la forma de polvo secado al aire, contienen un número de unidades nutritivas equivalente a 350 gramos de carne de vaca.

Hay métodos de conservación de alimentos, como sucede con la *honicación* y *ensilado*, que también contribuyen a incrementar el valor nutritivo de los forrajes, poniéndoles al mismo tiempo a cubierto de los malos efectos que sobre ellos pudieran provocar los agentes naturales.

Aplicado el *ensilaje*, sobre todo, para forrajes verdes y residuos de las industrias agrícolas, se opera en el ensilado un proceso fermentativo que, si bien motiva pérdidas en el peso, sin embargo, también produce un aumento de la digestibilidad de sus componentes nutritivos.

Con la *deseccación*, que se realiza en los forrajes por la conservación o henificación, también se eleva el coeficiente de digestibilidad, conservándose el aroma en los productos henificados, que actúan como tónico, cuando está constituido por plantas elegidas de un buen prado.

La *condimentación*, bien por la agregación que se hace a los piensos por condimentos salinos, azucarados, etc., actúa como estimulante de las secreciones digestivas, y combinados éstos con los piensos, les dan distinta sapidéz, haciendo que los alimentos se hagan más digestivos.

La *acidulación* y el *maltaje* son métodos de preparación que, aunque menos empleados en alimentación, sin embargo, igualmente contribuyen a hacer los alimentos más nutritivos y digestibles.

La proporción en que entran en los alimentos los concentrados y voluminados; la relación de los equilibrios minerales y mineral orgánico, la mayor o menor sapidéz de los mismos, relación entre laxantes y constrictivos, así como las acciones o estímulos de tipo psíquico que se producen en los animales, como miedo, o el mostrarles alimentos más o menos apetitosos, características de salud, etc., y un sinnúmero de factores difíciles de enumerar y clasificar, influyen conjuntamente, aumentando o disminuyendo la digestibilidad de los alimentos.

Todos los factores mencionados hacen complejo el problema y determinación de los coeficientes de digestibilidad de los alimentos. Ahora bien; es de primordial aplicación e importancia su estudio, como hemos ya indicado, para el cálculo de las raciones alimenticias y diagnóstico de enfermedades por desnutrición, carenciales, y por el suministro de raciones más o menos desequilibradas.

Recomendamos, pues, al ganadero la necesidad que tiene de observar, de vigilar en los animales que componen su ganadería cada uno de los factores que condicionan la digestibilidad de los alimentos, base para hacer variar las normas de la alimentación mal encaminadas, y poder obtener con ello animales bien nutridos, productivos y económicos.