

# TRABAJOS DE COLABORACION

---

ESTACION EXPERIMENTAL DEL ZAIDIN DE GRANADA (C.S.I.C.)  
SECCION DE FISIOLOGIA ANIMAL  
PROF. DR. G. VARELA

**“EXPERIENCIAS DE DIGESTIBILIDAD Y BALANCE ENERGETICO EN CONEJOS ALIMENTADOS CON DISTINTOS NIVELES GRASOS Y A DOS TEMPERATURAS. ESTUDIO COMPARATIVO POR LAS TECNICAS CALORIMETRICAS Y DE LOS COEFICIENTES DE DIGESTIBILIDAD” (\*)**

TERESA ARAGON RUEDA

Ars. Pharm. XI, 71 (1970)

## OBJETO

La región en que está enclavada la Estación Experimental del Zaidín es una zona con marcada escasez en proteína animal. Parece que una de las especies más idóneas para su explotación en esta región es el conejo.

Desde hace algún tiempo, en esta Estación Experimental nos venimos ocupando de problemas de rendimiento nutritivo de diferentes dietas en esta especie animal. Nuestro interés hasta ahora se había fijado en el aprovechamiento de subproductos agrícolas de elevado contenido en fibra bruta, y por tanto, de bajo precio; ya que es el conejo, después de los rumiantes, el animal capaz de utilizar mejor dietas con un contenido elevado en fibra bruta.

Actualmente existe la tendencia en Nutrición Animal del empleo de dietas de alta energía, preparadas a base de la adición de grasa; hecho que tiene una extraordinaria importancia práctica en un país como el nuestro con problemas de excedentes grasos.

Pero el nivel lipídico de la ración, debido a la peculiaridad del fisiologismo digestivo de este especie animal, no puede pasar de un máximo, fijado precisamente por la capacidad digestiva para este nutriente.

Que nosotros sepamos, en el conejo, no se ha estudiado hasta ahora la digestibilidad y rendimiento nutritivo de dietas de alta energía, por adición a las mismas de porcentajes elevados de grasa.

---

(\*) Este trabajo es un resumen de la Tesis Doctoral de la autora y fue realizado con una beca de Ayuda a la investigación concedida por el Patronato de Igualdad de Oportunidades.

Por ello, nos ha parecido interesante estudiar en esta Tesis, cuál sería la influencia de una ración de alto valor energético sobre la digestibilidad de la grasa, y la posible influencia de este nutriente sobre la digestibilidad del resto de los componentes de la dieta.

Además, el nivel energético está íntimamente ligado a las condiciones ecológicas en que vive el animal. Es sabido que las situaciones climáticas agudas desde el punto de vista térmico influyen en el rendimiento calórico de la ración de una manera muy marcada, y cómo esta influencia tiene notables repercusiones negativas en la productividad de estos animales.

Por lo anterior pensamos que puede ser interesante estudiar el rendimiento nutritivo de dietas de alto contenido graso en conejos, pero manteniendo a estos en dos temperaturas, una comprendida en la zona de confort para esta especie, y otra más elevada, pero del orden de las que se registran en nuestra región como valores medios en los meses más cálidos del año. Este interés por la influencia ecológica en el rendimiento nutritivo ha hecho que en nuestro Servicio hayamos instalado, que sepamos por primera vez en España, una Cámara ecológica experimental cuyos primeros resultados se recogen en este trabajo y que serán posteriormente ampliados a otros aspectos de la Nutrición Animal.

El rendimiento nutritivo de un alimento se conoce por la determinación de sus coeficientes de digestibilidad, y con estos datos podemos calcular la llamada energía metabolizable. Pero también podemos conocer esta energía metabolizable estudiando el calor de combustión de lalimento ingerido por el animal y el de las heces correspondientes al mismo, ambos obtenidos en bomba calorimétrica.

En estos procedimientos se necesita recurrir a la experimentación animal en células de balance ya que es necesario, por un lado, conocer la ingesta diaria, y por otro las excretas del mismo período.

Los métodos calorimétricos han figurado entre los pioneros en los estudios de Nutrición. Posteriormente se abandonaron por la laboriosidad y elevado coste de los antiguos sistemas calorimétricos; actualmente estas técnicas son de gran exactitud, lo mismo en la determinación sobre alimentos y excretas que sobre el animal completo, lo que justifica el interés actual de las mismas en los diversos campos de la nutrición.

Por todo ello, en nuestro laboratorio nos venimos ocupando desde hace algún tiempo en estudiar comparativamente esta técnica calorimétrica con la convencional, basada en la determinación de la digestibilidad por análisis químico.

Pero que sepamos, en la bibliografía no figura ningún estudio de este tipo en el animal objeto de nuestro trabajo, en el que se tengan en cuenta las variables aquí ensayadas: nivel graso de la dieta y temperatura ambiental.

En nuestra opinión, esta clase de experiencias falta en la bibliografía para cualquier tipo de animal.

Pensamos que las anteriores consideraciones justifican la realización de este trabajo en el que, en líneas generales, nos proponemos obtener por técnicas de balance en el conejo, la digestibilidad y rendimiento energético de tres tipos de dietas con diferentes porcentajes grasos y con dos niveles térmicos, en animales alojados en una cámara ecológica experimental.

## SITUACION BIBLIOGRAFICA

*Digestibilidad.*

La mayor proporción de la ración de cualquier animal normal consiste en material que, bien bajo la influencia de las secreciones del tracto digestivo y por la acción mecánica y microbiana, es fácilmente reducido a un estado que lo capacita para ser absorbido por la pared intestinal. Hablando estrictamente, sólo merece el nombre de "digestión" el proceso de degradación, pero el uso común en el campo de la nutrición nos lleva al término "digestibilidad", que se emplea para cubrir los conceptos de liberación de nutrientes absorbibles y la propia absorción.

Las experiencias de digestibilidad consisten, en líneas generales, en administrar un alimento rigurosamente medido a animales, y posteriormente pesar y analizar el contenido de las heces, determinando de este modo la cantidad de materia absorbida referida a cada uno de los nutrientes y que expresada por ciento nos da los coeficientes de digestibilidad.

Estos coeficientes de digestibilidad aparente han sido definidos por CRAPLET (1955), y los detalles técnicos para su determinación fueron descritos por FORBES y GRINDLEY (1923) y BLAZTER y col. (1956).

Para la determinación de la digestibilidad se utilizan procedimientos químicos y biológicos.

El método de "digestibilidad in vitro", empleado por MAURON y col. (1955), aunque carece de realidad fisiológica, se usa por su gran sencillez y valores próximos a la digestibilidad aparente.

Otro método biológico es el seguido por JACOBSON y MOORE (1950) y REID (1950), llamado prueba indirecta del indicador, que consiste en suministrar al animal, asociada al alimento, una sustancia inerte, inofensiva e indigestible (lignina, óxido de cromo, polietilenglicol, sílice, cromógenos, etc.) y determinar la cantidad en que aparece en las heces. Es un método que ha de sufrir aún modificaciones, antes de ser utilizado como exacto y preciso en los estudios de digestibilidad.

Los métodos seguidos con más frecuencia son los directos, y actualmente se emplean alimentos marcados con isótopos para obtener los coeficientes de digestibilidad. Es un método fácil pero relativamente costoso (DRAPER, 1958).

*Factores que influyen en la digestibilidad*

Podemos clasificarlos en tres grupos, según dependan del alimento, del medio o del animal.

Entre los factores dependientes del alimento tenemos:

*Composición.*—La digestibilidad de cualquier alimento depende en gran parte de su composición química. SCHNEIDER y LUKAS (1950) encuentran variaciones en la digestibilidad del 25 al 45 por ciento, debidas a la composición de los alimentos. QUICKE y col. (1959), DREYER (1961) y REVUELTA (1963) coinciden en afirmar que el factor de mayor importancia sobre los distintos nutrientes es la fibra bruta.

pudiendo decir que los coeficientes de digestibilidad están en razón inversa del contenido en fibra del alimento, y así se confirma en los trabajos de AXELSON (1941), NORDFELDT y col. (1949) y FORBER y HAMILTON (1952).

CUENCA (1953) y CRAPLET (1955) señalan que los lípidos aumentan la digestibilidad hasta un límite fijado por la relación lipo-proteica; esta relación oscila, según estos autores, entre 1/2 y 1/4.

También las sustancias minerales desempeñan una importante función en los procesos digestivos, destacando la acción debida al calcio, fósforo y cloruro sódico (MORRISON, 1956). Más importante que la presencia de los distintos minerales es la relación en que éstos se encuentran.

*Preparación de los alimentos.*—El estado de los alimentos juega un papel primordial sobre su digestibilidad. Los trabajos de LEROY y ARCHAMBAUD (1941), JACQUOT (1941) y CHARLET-LERY y LEROY (1955), en distintas especies animales, ponen de manifiesto un aumento en la digestibilidad del alimento, al someterlo a trituración. LINDAHL (1959), en ovejas, observó un incremento en la digestibilidad de la grasa al someter a granulado la harina de alfalfa deshidratada. HUSTED y col. (1968), trabajando con becerros de un año, obtuvieron variaciones en la digestibilidad del sorgo, al someterlo a distintos procesos de cocción y descascarillado.

Otros procedimientos que modifican la digestibilidad son la henificación, ensilado, malteado, germinación y diversos procesos de predigestión.

*Relación nutritiva.*—Se define como la proporción de sustancias nitrogenadas frente a las no nitrogenadas de un alimento, expresadas en materias digestibles y cifradas en su valor calórico. Estas relaciones oscilan de 1/1 a 1/5, y según la "Ley de Stohman" (de VIDAL, 1965) a medida que la relación nutritiva desciende, el coeficiente de digestibilidad disminuye.

Factores dependientes del medio:

*Climáticos.*—LEROY (1953), estudiando la influencia de la temperatura sobre la digestibilidad del cerdo, afirma que no se modifican los coeficientes, pero sí la ingesta. Por el contrario FONOLLÁ (1967), también en cerdos, vió un descenso en los coeficientes de digestibilidad cuando la temperatura era más baja.

JENSEN (1964) nos dice que la temperatura es quizás el factor más crítico del ambiente para el cerdo, observando su influencia sobre el aumento de peso, utilización del alimento y requerimientos nutritivos.

REA y ROSS (1961 en corderos, y BAILEY (1964) en corderos, apreciaron aumento en la digestibilidad de distintos nutrientes al elevar la temperatura, en contraposición a lo obtenido por RAO y MULLICK (1965).

En 1961, SHARMA y KEHAR observaron, en novillos, que la ingesta disminuía por las altas temperaturas y la humedad ambiental.

La influencia de la luz en la digestibilidad ha empezado a estudiarse muy recientemente, por lo que es escasa la bibliografía encontrada sobre este punto.

BRÜGGER y VARELA (1965) en unas experiencias realizadas en dos locales con distinta luminosidad, apreciaron diferencias en el tratamiento estadístico al que sometieron sus resultados, debidas a este fenómeno.

En 1965, STERNE, probando en ratones una determinada droga, vió la influencia de la luz sobre la capacidad de resistencia de los animales frente a la droga ensayada.

Posteriormente BOZA (1966) en ratas, y AGUILERA (1968) en conejos, han obtenido una variación en los coeficientes de digestibilidad de la proteína, grasa y fibra bruta, al aumentar el período de iluminación.

Por último, revisamos los factores dependientes del animal, y encontramos:

*Especie animal.*—La diversidad de la anatomía y fisiología del aparato digestivo de las distintas especies animales, explican las diferencias encontradas en sus coeficientes de digestibilidad, y podemos decir que éstos serán más próximos cuanto más parecidas sean las especies; y así MAYNARD (1955) nos muestra la proximidad entre los datos obtenidos para cerdos y ratas. ALEXANDER y col. (1962) también encontraron valores muy próximos en la digestibilidad de diversos nutrientes entre óvidos y bóvidos.

*Raza.*—MORRISON (1956) manifiesta que las razas de una especie no tienen influencia sobre la digestibilidad; sin embargo, BRÜGGER y VARELA (1965), en un trabajo realizado sobre cinco razas porcinas, encuentran diferencias significativas en la digestibilidad de la grasa, sustancia orgánica y TDN.

*Edad.*—Es un factor digno de tener en cuenta que afecta a la digestibilidad de las distintas especies animales.

AXELSON (1941) demuestra el incremento de la digestibilidad de un alimento a medida que aumenta el peso y la edad de un animal.

WATSON y col. (1942-1943) no aprecian influencia de la edad sobre la digestibilidad en cerdos en experiencia de las doce a treinta y seis semanas. Sin embargo, THOMANN, LUTZ y KAEGI (1934) trabajando también en cerdos, RAYMOND y col. (1954) sobre corderos, y GRUMINGEN en conejos, encontraron un incremento en la digestibilidad de la proteína al aumentar la edad.

También NORDFELDT (1954); SMITH (1944); MANGOLD (1934), y FONOLLÁ (1967), encuentran estas diferencias debidas a la edad en la digestibilidad del cerdo.

*Sexo.*—Diversos autores han comprobado alteraciones en la digestibilidad de las hembras, debidas a su peculiar fisiologismo. Sobre este particular, BROZZETI (1956) y LEROY (1956) indican la utilización de animales machos castrados en estas experiencias.

BOZA (1966) vió que el sexo influye sobre la digestibilidad de la proteína y de la grasa en favor de las ratas hembras.

*Influencia del nivel graso de la dieta sobre la digestibilidad de los nutrientes y sobre la ingesta*

La utilización de las grasas como elemento de mejora de la calidad de las dietas de las aves y otras especies, representa una notable ventaja y un gran recurso en la formulación de raciones de alta energía, que incrementan los índices de crecimiento, aumentan la palatabilidad de la dieta, la prolongación del período de puesta y aumento del tamaño del huevo, entre otros.

Hoy se conoce que el aumento o la disminución sensible del nivel alimenticio, provoca una depresión de la digestibilidad, no siendo esta alteración igual para todos los nutrientes.

Cuando el volumen de dieta es excesivo la digestibilidad decrece, por no poderse hacer un ataque completo del alimento por los fermentos digestivos; por otro lado, se activa el peristaltismo, se acorta el tiempo de paso, y por tanto decrece la utilización del alimento.

MOREIRAS y col. (1959), encontraron, cuando el nivel graso en la dieta era alto, un aumento del coeficiente de digestibilidad de la misma, y una disminución del de la proteína. USUELLI (1960) explica esto diciendo que los lípidos, actuando sobre el esfínter pilórico, producirían un retardo de la salida del contenido gástrico hacia el intestino, con lo que los procesos digestivos tendrían una mayor duración, facilitando así el posterior ataque de las grasas. Por el contrario, el exceso de grasa en la dieta, produce efectos laxantes que perturban su digestibilidad.

GREELEY y col. (1964) comprobaron, en cerdos, que al incrementar el nivel graso en la ración, aumentaba significativamente la ingestión de sustancia seca, aumentó también la digestibilidad aparente de la grasa, el peso final de los animales y la consumición diaria de energía digestible.

NEWMAN y col. (1967) han visto que al añadir grasa animal a una ración para cerdos, disminuyó la digestibilidad del fósforo, mientras que la del calcio no varió.

En 1962, VARELA, BOZA y JORDAN estudiaron la influencia de los emulgentes en el valor nutritivo de las grasas, observando que con los emulgentes se aumentaba la digestibilidad de la grasa y se elevaba la cantidad de alimento ingerido.

PÉREZ TORROME (1964) nos habla de que tanto las ratas adrenalectomizadas como las normales, autolimitan la ingestión de alimento en función de las posibilidades de su aparato digestivo para tratar con la grasa presente en la ración.

JORDAN (1962) ha encontrado una alta correlación entre la grasa absorbida y la comida ingerida por los animales. Asimismo aprecia una palatabilidad óptima, y como consecuencia un aumento del volumen de la ingesta cuando la ración contenía un 20 por ciento de aceite de oliva.

DEUEL (1965) manifiesta que las grasas son importantes en la dieta, en la que mejoran su palatabilidad, por lo que aumenta la ingestión de la misma, y se refiere a raciones pobres en ellas ante las que muestran inapetencia los animales.

### *La Bomba Calorimétrica en las determinaciones de digestibilidad*

El calor producido en la oxidación de un alimento, tanto en el laboratorio como en el organismo, se mide por técnicas de calorimetría; y la medida del calor de combustión del alimento se realiza mediante el empleo de la bomba calorimétrica, que ha sido ampliamente descrita, en nuestro país, por CLAVERA y THOMAS (1966) entre otros.

La determinación de la digestibilidad de un alimento, por técnicas calorimétricas, es un método de máxima actualidad y hoy muy utilizado, no encontrando por ello bibliografía amplia, pero sí diversas citas muy recientes y entre ellas, algunas de trabajos realizados en nuestro laboratorio.

BERTHELOT demostró por primera vez que el calor engendrado en la economía animal por los alimentos es comparable al encontrado cuando se les quema en un aparato especial (bomba calorimétrica), pese a la existencia de ligeras variaciones que incrementan la cifra obtenida por este último procedimiento, debidas a que las proteínas no llegan a quemarse completamente en el organismo, dejando como producto residual la urea, y a otras variaciones imputables al animal.

A partir de estos trabajos, las técnicas calorimétricas han sido empleadas corrientemente en los laboratorios de Nutrición, al objeto de determinar la energía bruta de los alimentos.

En nuestra revisión, el primer trabajo en donde se utiliza esta técnica calorimétrica se debe a BRATZLER (1959), realizado sobre rumiantes, y en él se determina la energía de las heces frescas y las desecadas al aire, obteniéndose valores de energía mayores por este segundo procedimiento.

POND (1962) determinó la digestibilidad de una dieta en cerdos por dos técnicas distintas: la de bomba calorimétrica y la del indicador utilizando óxido crómico. Al comparar los resultados obtenidos vió que el porcentaje de energía digestible determinado mediante la bomba calorimétrica fue similar, aunque más alto, a los valores de principios digestibles totales (TDN) por la técnica del óxido crómico.

FONOLLÁ, TRUYOLS, THOMAS y VARELA (1963) en experiencias de digestibilidad y rendimiento energético de una ración en cerdos, y BRÜGGER y VARELA (1965) estudiando la influencia de la raza sobre la digestibilidad en dicha especie animal, han realizado un estudio comparativo por las técnicas calorimétricas y de los coeficientes de digestibilidad, encontrando en ambos trabajos una correlación muy alta ( $P < 001$ ) entre los coeficientes de digestibilidad de la sustancia seca y entre los valores de energía metabolizable, obtenidos por ambos procedimientos.

CZERKAWSKI y col. en 1966, trabajando sobre metabolismo de ácidos grasos en óvidos, utilizan en sus ensayos la bomba calorimétrica, y advierten un incremento en el calor de combustión de las heces, al adicionar estos lípidos a la ración alimenticia.

Otros autores que han empleado la bomba calorimétrica en sus ensayos son: BLAXTER y col. (1966), al estudiar el calor de combustión de la orina de algunos rumiantes, en relación a su composición química y a la dieta; BRISBIN (1966), que calcula la energía utilizada por el animal a partir del calor de combustión de alimento y heces; EDWARDS (1967) en experiencias de digestibilidad en corderos, para calcular el porcentaje de energía neta digerida por los animales, y VÖLKER y AMICH-GALI en 1968, que estudiando en aves los diversos valores de energía de las raciones ensayadas, han realizado determinaciones de calor de combustión sobre muestras de pienso, heces secas y homogenizado de animales desecados.

BOZA, VARELA y FONOLLÁ (1967), estudiando el valor nutritivo de la harina de cártamo en óvidos, han determinado los coeficientes de digestibilidad de la materia seca por el método directo y por combustión del alimento y heces en bomba calorimétrica, encontrando una alta correlación entre los valores obtenidos por ambos métodos.

MORGAN y LEWIS (1962), nos dicen que el empleo de la bomba calorimétrica es ahora un procedimiento rutinario factible, y el uso de esta técnica debe ser la base de cualquier valoración precisa, para hallar la energía digestible de un alimento. Estos autores coinciden con la opinión recogida en las otras citas, y afirman que esta técnica calorimétrica exige la realización de ensayos de metabolismo, si bien el trabajo de laboratorio no es tan laborioso como en el caso del método directo.

Por último debemos comentar que la técnica calorimétrica ha tomado una gran difusión en los laboratorios de Nutrición Animal, al haberse adoptado por algunos de estos Institutos el racionamiento energético de los animales, sustituyéndose los tradicionales valores de TDN, por los de energía digestible (SWIFT, 1957 y GRAMPTON, 1962).

## METODOLOGIA

Se han realizado seis experiencias de digestibilidad en conejos siguiendo el método directo, según el presente diseño:

Temperatura 20°C $\mp$ 2°C.	}	Dieta con el 3,1 % de grasa
		Dieta con el 6,4 % de grasa
		Dieta con el 9,7 % de grasa
Temperatura 28°C $\mp$ 2°C	}	Dieta con el 3,1 % de grasa
		Dieta con el 6,4 % de grasa
		Dieta con el 9,7 % de grasa

Se han utilizado ocho conejos de raza Gigante Española, machos, de cuatro meses de edad, a los que se administró una dieta standard para conejos, que será la empleada en todas las experiencias, en las que cambia nada más que el nivel de grasa. Los animales se introdujeron en una batería de ocho células de metabolismo, dotadas de un excluidor de heces, recogida de orina, y de un sistema para el suministro de alimento y agua, que impedían la posible mezcla de éstos con las excretas.

Estas jaulas de metabolismo estaban alojadas en una cámara ecológica experimental, termorregulada, y con las condiciones de iluminación y humedad controladas.

A los animales se les tuvo un período de quince días adaptándose a las dietas y células de metabolismo, y a continuación comenzamos nuestros ensayos de digestibilidad.

Cada experiencia constaba de doce días, divididos en dos períodos: el primero, que dura cinco días, es el previo o preparatorio, y el segundo, con una duración de siete días, corresponde al principal o propiamente experimental.

En el período preparatorio las raciones consumidas por los animales son idénticas en calidad y cantidad a las que administramos en el principal, al objeto de conseguir que los conejos expulsen los restos que en su tractus digestivo existiesen de una alimentación anterior.

En el período principal se controlaron rigurosamente las heces, realizando frecuentes recogidas durante el día y una total a las nueve de la mañana del día siguiente, en que se pesaron y homogeneizaron.

En una cápsula de Petri se coloca un séptimo de aquellas y se introducen seguidamente en la estufa de desecación, durante tres días a 60°C. La séptima parte de las heces, es decir, la que corresponde a un día, después de desecada, se deposita en un frasco cerrado, con lo que al final de las siete recolecciones dispondremos de una hez seca media, de la cual después de molida y homogeneizada, se toman las muestras sobre las que se realizan las determinaciones analíticas.

La incorporación de grasa a las dietas de las 2.<sup>a</sup>, 3.<sup>a</sup>, 5.<sup>a</sup> y 6.<sup>a</sup> experiencias se efectuó mediante una pipeta automática y regulada de modo que siempre cargase el mismo volumen. Con ella se incorporó la grasa a la dieta por conejo y día, calculando previamente la cantidad de grasa que debía administrarse cada vez, para que al finalizar la experiencia se hubiese administrado exactamente el porcentaje deseado.

#### *Técnicas analíticas.*

##### Preparación y análisis de muestras.

a) Alimentos.—Se tomaron muestras de la mezcla de dietas que se suministraron a lo largo de las experiencias, que se homogeneizaron en molino de laboratorio, determinando por triplicado su composición y en cada experiencia se analizó el porcentaje de humedad.

A las dietas de la segunda y quinta experiencias se les incorporó un volumen aproximado de grasa del 3 %, y en las determinaciones analíticas resultó ser del 3,3 %.

Este mismo proceder se siguió en la tercera y sexta experiencias incorporándoles un 6 por ciento aproximado de grasa, y que determinando analíticamente la composición de estas dietas, resultó un 6,6 por ciento.

b) Heces.—Las heces desecadas a  $60 \pm 2^\circ\text{C}$  se molieron groseramente, se separaron tres muestras, y por separado se homogenizaron en el molino hasta un grano fino que pasó por una malla de un milímetro de luz. Preparadas las muestras de este modo, sufrieron las siguientes determinaciones analíticas:

Humedad.—Por pérdida de peso en estufa a  $103 \pm 2^\circ\text{C}$  hasta peso constante.

Proteína bruta.—Determinando nitrógeno por el método de KJELDAHL, utilizando selenio como catalizador, y transformando los resultados en proteína multiplicando por el factor 6,25.

Grasa total.—Por el método de SOXHLET, mediante extracción con éter sulfúrico, y desecación total del extracto etéreo.

Fibra bruta.—Por el método de WENDER, utilizando los residuos de la extracción de la grasa, previo secado y evaporación completa del éter y someténdole a un tratamiento por ácidos y álcalis a concentración fija.

Los residuos filtrados por placa ROSICH y desecados a peso constante, se calcinan para obtener cenizas y por sustracción se obtiene la fibra bruta

Cenizas.—Por calcinación en mufla a 500°C hasta peso constante.

M.E.L.N.—Por diferencia.

Sustancia orgánica.—Por diferencia.

La composición de la dieta que se administró a los animales a lo largo de nuestras experiencias, en las que sólo cambió el nivel de grasa, fue:

Cereales ... ..	40 %
Subproductos industriales...	20 %
Tortas de oleaginosas ... ..	10 %
Harinas animales ... ..	2 %
Alfalfa deshidratada ... ..	25 %
Corrector minero-vitaminico ... ..	3 %

Las unidades alimenticias se estimaron en 0,80 por Kg de alimento, con unos 135 gramos de proteína digestible y se complementó en vitaminas A y D<sub>3</sub> con 40.000 y 10.000 U. I. respectivamente.

#### *Técnicas calorimétricas.*

El coeficiente de digestibilidad y rendimiento energético lo conocemos a partir del calor de combustión de la ingesta y de las heces.

Para la determinación del calor de combustión de las muestras hemos utilizado una Bomba calorimétrica isoterma, modelo BERTHELOT-MAHLER-KROECKER, construída de acero inoxidable y resistente contra ácidos, de una capacidad de 280 ml.

Para las determinaciones calorimétricas hemos seguido la técnica de MAHLER, calculando en primer lugar el "Equivalente en agua", que es una constante del aparato, mediante la siguiente fórmula:

$$K = \frac{Q \cdot a + \Sigma c}{Dt - k}$$

en la que

K = equivalente en agua del calorímetro, en calorías.

Q = calor de combustión del ácido benzoico utilizado como patrón.

a = peso de la muestra del ácido benzoico.

Dt = aumento de temperatura durante el período principal.

Σc = suma de correcciones, expresada en calorías, calculada a partir de la expresión:

$$\Sigma c = (b_1 - b_2) 1.610 + c. 1,43$$

donde

b<sub>1</sub> = peso del alambre, en g.

b<sub>2</sub> = peso del residuo del alambre después de la combustión.

c = volumen en ml de solución 0,1 N de hidróxido bórico utilizado en la valoración del enjuagado de la homba.

$k$  = coeficiente de corrección, correspondiente al intercambio de calor entre el sistema calorimétrico y el ambiente, calculado por la fórmula de Mahler

$$k = 0,5 (d_1 + d_2) + (n-1) d_3$$

donde

$d_1$  = diferencia media de temperatura por minuto correspondiente al período inicial.

$d_2$  = diferencia media de temperatura por minuto correspondiente al período final.

$n$  = número de minutos del período principal.

Una vez conocido el equivalente en agua, procedimos a determinar el calor de combustión de la dieta, para lo cual empleamos la fórmula siguiente:

$$Q = \frac{K (Dt - k) - \Sigma c}{a}$$

donde

$Q$  = calor de combustión en cal/g.

$Dt$  = aumento total de la temperatura en el período principal.

$K$  = equivalente en agua del calorímetro, en cal/g.

$a$  = peso de la muestra, en g.

$k$  = el mismo coeficiente de corrección de la fórmula anterior.

$\Sigma c$  = suma de correcciones, en calorías, calculada según la fórmula

$$\Sigma c = (b_1 - b_2) 1.610 + (20 - f) 1,43 + (e + f - 20) 3,6$$

En esta fórmula

$e$  = número de mililitros de la solución 0,1 N de hidróxido bórico usado en la valoración.

$f$  = número de ml de la solución 0,1 N de Cl H utilizado en la valoración.

1,43 = corrección que corresponde a 1 ml de la solución 0,1 N de ácido nítrico, en calorías.

3,6 = corrección que corresponde a 1 ml de la solución de ácido sulfúrico, en calorías.

Los coeficientes de digestibilidad se han calculado a partir del calor de combustión de la dieta, al que se le ha sustraído el calor de combustión de las heces, y la diferencia se ha dividido por el minuendo, expresando el resultado en tanto por ciento.

La energía metabolizable se ha calculado a partir del coeficiente de digestibilidad particular para cada dieta multiplicado por el calor de combustión de la misma, y refiriendo el resultado a 100 g de muestra.

## RESULTADOS EXPERIMENTALES

*Resumen de los coeficientes de digestibilidad obtenidos para la 1.ª experiencia*

Animales						
N.º	S. Seca	S. Orgánica	Proteína	Grasa	Fibra	M.E.L.N.
1	54,70	57,44	72,92	76,19	32,19	59,38
2	57,33	60,02	79,47	80,95	35,78	60,49
3	56,70	59,14	76,84	78,57	29,41	61,71
4	56,47	59,08	77,08	81,10	25,85	62,34
5	56,21	57,97	72,10	78,42	27,59	61,38
6	58,52	60,76	74,21	80,80	34,31	63,34
7	55,84	58,33	74,87	80,49	37,00	58,76
8	54,17	56,29	69,84	76,34	25,61	60,16
MEDIA	56,24 ± 0,49	58,63 ± 0,50	74,67 ± 1,09	79,11 ± 0,72	30,97 ± 1,58	60,49 ± 0,54
	± 1,38 ± 0,34	± 1,43 ± 0,36	± 3,09 ± 0,77	± 2,03 ± 0,51	± 4,48 ± 1,12	± 1,53 ± 0,38
Cv	2,45 ± 0,61	2,44 ± 0,61	4,13 ± 1,03	2,57 ± 0,64	14,47 ± 3,62	2,51 ± 0,63

*Resumen de los coeficientes de digestibilidad obtenidos para la 2.ª experiencia*

Animales						
N.º	S. Seca	S. Orgánica	Proteína	Grasa	Fibra	M.E.L.N.
1	58,80	60,71	76,04	87,78	27,18	62,72
2	59,51	61,75	75,53	88,64	36,63	61,86
3	60,04	62,45	76,15	90,98	34,90	63,24
4	59,90	61,74	75,93	91,24	35,00	62,98
5	58,91	61,18	74,48	88,00	33,49	62,34
6	59,47	61,58	75,00	91,11	33,98	62,21
7	59,90	61,46	76,06	90,90	33,66	61,91
8	58,54	60,59	75,26	87,42	35,29	60,49
MEDIA	59,38 ± 0,20	61,43 ± 0,21	75,56 ± 0,16	89,51 ± 0,60	33,77 ± 0,99	62,22 ± 0,30
$\sigma$	± 0,57 ± 0,14	± 0,60 ± 0,15	± 0,44 ± 0,11	± 1,69 ± 0,42	± 2,81 ± 0,70	± 0,85 ± 0,21
Cv	0,96 ± 0,24	0,98 ± 0,24	0,58 ± 0,15	1,89 ± 0,47	8,32 ± 2,08	1,37 ± 0,34

*Resumen de los coeficientes de digestibilidad obtenidos para la 3.<sup>a</sup> experiencia*

Animales						
N. <sup>o</sup>	S. Seca	S. Orgánica	Proteína	Grasa	Fibra	M.E.L.N.
1	60,00	61,90	72,40	91,49	32,84	61,52
2	57,78	60,30	71,53	91,51	30,06	59,96
3	55,31	58,00	69,35	91,21	28,03	56,97
4	60,01	62,28	72,92	91,49	35,78	61,39
5	57,54	59,69	72,39	93,62	26,96	58,94
6	56,15	58,80	69,70	92,14	31,03	56,87
7	54,58	57,59	70,40	89,13	25,56	56,72
8	52,85	55,87	68,49	87,85	24,52	54,50
MEDIA	56,78 $\pm$ 0,90	59,30 $\pm$ 0,77	70,90 $\pm$ 0,58	91,05 $\pm$ 0,63	29,35 $\pm$ 1,35	58,36 $\pm$ 0,88
$\sigma$	$\pm$ 2,54 $\pm$ 0,63	$\pm$ 2,18 $\pm$ 0,54	$\pm$ 1,64 $\pm$ 0,41	$\pm$ 1,78 $\pm$ 0,44	$\pm$ 3,81 $\pm$ 0,95	$\pm$ 2,50 $\pm$ 0,62
Cv	4,47 $\pm$ 1,12	3,68 $\pm$ 0,92	2,31 $\pm$ 0,58	1,95 $\pm$ 0,49	12,98 $\pm$ 3,24	4,28 $\pm$ 1,07

*Resumen de los coeficientes de digestibilidad obtenidos para la 4.<sup>a</sup> experiencia*

Animales						
N. <sup>o</sup>	S. Seca	S. Orgánica	Proteína	Grasa	Fibra	M.E.L.N.
1	57,94	59,77	76,04	86,10	33,01	61,70
2	60,44	62,89	79,17	85,71	37,72	64,27
3	61,18	63,38	78,86	85,32	31,07	67,09
4	56,62	59,28	78,14	80,90	26,21	61,95
5	59,12	61,41	78,00	85,18	33,15	63,50
6	58,53	60,75	78,10	86,07	32,04	62,47
7	58,23	60,59	79,29	85,88	37,86	60,41
8	60,00	62,23	79,48	81,00	30,10	65,81
MEDIA	59,01 $\pm$ 0,52	61,29 $\pm$ 0,52	78,38 $\pm$ 0,39	84,52 $\pm$ 0,78	32,64 $\pm$ 1,33	63,40 $\pm$ 0,79
$\sigma$	$\pm$ 1,48 $\pm$ 0,37	$\pm$ 1,46 $\pm$ 0,36	$\pm$ 1,11 $\pm$ 0,28	$\pm$ 2,22 $\pm$ 0,55	$\pm$ 3,85 $\pm$ 0,96	$\pm$ 2,23 $\pm$ 0,56
Cv	2,51 $\pm$ 0,63	2,38 $\pm$ 0,59	1,42 $\pm$ 0,35	2,63 $\pm$ 0,66	11,80 $\pm$ 2,95	3,52 $\pm$ 0,83

Resumen de los coeficientes de digestibilidad obtenidos para la 5.<sup>a</sup> experiencias

Animales						
N.º	S. Seca	S. Orgánica	Proteína	Grasa	Fibra	M.E.L.N.
1	60,65	62,82	81,25	92,06	32,04	62,98
2	61,51	63,61	81,97	91,18	27,18	65,55
3	62,93	64,72	82,29	91,00	35,92	65,29
4	58,10	60,44	78,12	90,92	24,27	62,21
5	59,98	62,34	81,57	90,46	26,21	64,01
6	60,23	62,18	82,00	91,04	23,30	64,78
7	58,95	60,92	80,82	91,35	21,36	63,50
8	59,20	61,39	80,93	90,87	26,21	62,72
<b>MEDIA</b>	60,19±0,54	62,30±0,50	81,12±0,47	91,11±0,16	27,06±1,68	63,88±0,43
$\sigma$	±1,53±0,38	±1,41±0,35	±1,32±0,33	±0,46±0,11	±4,76±1,19	±1,23±0,31
Cv	2,54±0,63	2,26±0,56	1,63±0,41	0,50±0,12	17,59±4,40	1,92±0,48

Resumen de los coeficientes de digestibilidad obtenidos para la 6.<sup>a</sup> experiencia

Animales						
N.º	S. Seca	S. Orgánica	Proteína	Grasa	Fibra	M.E.L.N.
1	63,79	66,26	81,84	94,37	39,21	64,52
2	64,06	66,11	82,29	93,87	34,30	65,29
3	60,36	62,61	79,17	92,96	29,41	61,70
4	61,59	63,83	81,25	94,04	28,43	63,49
5	61,73	64,13	81,70	93,46	31,38	63,24
6	60,49	62,92	81,25	93,06	31,37	61,18
7	60,90	63,22	81,56	93,19	32,35	61,70
8	62,28	64,74	81,98	91,55	33,33	63,75
<b>MEDIA</b>	61,90±0,49	64,23±0,49	81,38±0,33	93,31±0,31	32,47±1,18	63,11±0,52
$\sigma$	±1,40±0,35	±1,38±0,34	±0,95±0,24	±0,87±0,22	±3,33±0,83	±1,46±0,36
Cv	2,26±0,56	2,15±0,54	1,17±0,29	0,93±0,23	10,26±2,56	2,31±0,58

COEFICIENTES DE DIGESTIBILIDAD OBTENIDOS A PARTIR DEL CALOR DE COMBUSTION

*Primera Experiencia*

Animales	Alimento ingerido en s. seca (g)	Heces (g)	Calor de combustión de heces, en sustancia fresca (cal/g)	Calor de combustión de heces, en sustancia seca (cal/g)	Coefficientes de digestibilidad %
1	136,0	61,6	3.581,0	3.926,5	58,08
2	135,0	57,6	3.596,6	3.947,3	60,29
3	135,1	58,5	3.590,0	3.940,7	59,80
4	136,0	59,2	3.570,6	3.855,2	60,44
5	134,5	58,9	3.666,0	4.019,7	58,50
6	135,0	56,0	3.606,0	3.967,0	61,21
7	132,7	58,6	3.567,6	3.907,0	59,33
8	134,2	61,5	3.607,6	3.959,4	57,23
MEDIA				3.940,3	59,36

*Segunda Experiencia*

Animales	Alimento ingerido en s. seca (g)	Heces (g)	Calor de combustión de heces, en sustancia fresca (cal/g)	Calor de combustión de heces, en sustancia seca (cal/g)	Coefficientes de digestibilidad %
1	140,9	58,0	3.903,1	4.327,1	59,67
2	138,3	56,0	3.954,9	4.370,1	59,93
3	140,9	56,3	3.868,3	4.260,3	61,45
4	140,9	56,5	3.863,9	4.264,7	61,28
5	140,9	57,9	3.886,6	4.308,8	59,91
6	140,9	57,1	3.876,8	4.307,5	60,47
7	138,4	55,5	3.889,1	4.360,0	60,41
8	139,9	58,0	3.833,6	4.222,0	60,36
MEDIA				4.302,6	60,43

*Tercera Experiencia*

Animales	Alimento ingerido en s. seca (g)	Heces (g)	Calor de combustión de heces, en sustancia fresca (cal/g)	Calor de combustión de heces, en sustancia seca (cal/g)	Coefficientes de digestibilidad %
1	145,8	58,3	3.845,7	4.263,6	62,89
2	109,2	46,1	3.849,7	4.272,7	60,74
3	94,2	42,1	3.843,7	4.214,6	59,00
4	145,8	58,3	3.875,2	4.249,1	63,02
5	145,8	61,9	3.848,5	4.257,1	60,69
6	144,8	63,5	3.878,4	4.271,3	59,23
7	94,9	43,1	3.876,6	4.283,5	57,65
8	110,5	52,1	3.831,4	4.215,0	56,74
<b>MEDIA</b>				4.253,4	59,99

*Cuarta Experiencia*

Animales	Alimento ingerido en s. seca (g)	Heces (g)	Calor de combustión de heces, en sustancia fresca (cal/g)	Calor de combustión de heces, en sustancia seca (cal/g)	Coefficientes de digestibilidad %
1	68,0	28,6	3.744,2	4.096,5	59,38
2	68,0	26,9	3.742,3	4.081,0	61,94
3	68,0	26,4	3.736,3	4.074,5	62,71
4	68,0	29,5	3.732,0	4.030,2	58,78
5	68,0	27,8	3.731,8	4.060,7	60,86
6	68,0	28,2	3.720,6	4.031,0	60,59
7	68,0	28,4	3.729,9	4.058,6	60,04
8	68,0	27,2	3.723,7	4.047,5	61,83
<b>MEDIA</b>				4.060,0	60,76

*Quinta Experiencia*

Animales	Alimento ingerido en s. seca (g)	Heces (g)	Calor de combustión de heces, en sustancia fresca (cal/g)	Calor de combustión de heces, en sustancia seca (cal/g)	Coefficientes de digestibilidad %
1	70,4	27,2	3.713,9	4.941,2	63,99
2	70,4	27,2	3.727,1	4.064,5	64,44
3	70,4	26,1	3.776,4	4.104,8	65,54
4	70,4	29,5	3.744,4	4.105,7	61,04
5	70,4	28,0	3.744,3	4.092,1	63,15
6	70,4	28,0	3.783,0	4.161,7	62,52
7	70,4	28,9	3.757,2	4.110,7	61,79
8	70,4	28,9	3.700,5	4.039,8	62,45
MEDIA				4.090,1	63,11

*Sexta Experiencia*

Animales	Alimento ingerido en s. seca (g)	Heces (g)	Calor de combustión de heces, en sustancia fresca (cal/g)	Calor de combustión de heces, en sustancia seca (cal/g)	Coefficientes de digestibilidad %
1	72,9	26,4	3.751,2	4.073,0	67,89
2	72,9	26,2	3.771,1	4.094,6	67,97
3	72,9	28,9	3.732,3	4.052,4	65,03
4	72,9	28,0	3.763,0	4.085,8	65,84
5	72,9	27,8	3.748,8	4.070,3	66,09
6	72,9	28,8	3.747,8	4.069,3	65,01
7	72,9	28,5	3.765,4	4.088,4	65,21
8	72,9	27,5	3.720,3	4.039,4	66,83
MEDIA				4.071,6	66,23

## VALORES NUTRITIVOS Y ENERGETICOS

Exp.	T D N	E. metabol. deducida de los C.D. (Cal/100 g)	E. metabol. deducida del calor de combustión	E. neta (Cal/100 g)	U.A./Kg
1. <sup>a</sup>	51,76	187,8	228,4	97,1	0,59
2. <sup>a</sup>	62,44	227,3	242,8	136,3	0,83
3. <sup>a</sup>	64,42	235,0	251,4	143,8	0,87
4. <sup>a</sup>	54,39	197,4	233,8	106,7	0,65
5. <sup>a</sup>	63,36	230,6	253,6	139,6	0,85
6. <sup>a</sup>	69,29	252,8	277,5	161,6	0,93

## TRATAMIENTO ESTADISTICO

Los resultados obtenidos en las seis experiencias de digestibilidad, se han sometido al análisis de la varianza simple, al objeto de conocer la influencia de la grasa sobre la digestibilidad de los distintos nutrientes de la dieta ensayada. Dicho tratamiento se ha realizado subdividido en dos grupos, según la temperatura a la que se han sometido los animales (20 y 28°C).

Igualmente hemos aplicado dicho tratamiento estadístico a los valores encontrados en la digestibilidad de estas dietas obtenidos a partir del calor de combustión en bomba calorimétrica, para conocer el grado de significación de las diferencias observadas en los seis ensayos, que nos permitan redactar conclusiones.

Se ha estudiado también la correlación de los coeficientes de digestibilidad de la materia seca obtenidos por los métodos analítico y calorimétrico, realizando unas correlaciones parciales en las seis experiencias, y una total con las dos series completas de valores obtenidos por ambos métodos.

Por último, hemos correlacionado los valores de energía la metabolizable obtenidos por el método de los coeficientes de digestibilidad, para cada una de las seis experiencias, y los encontrados por la técnica calorimétrica.

## RESUMEN DE LOS ANALISIS DE VARIANZA DE LOS COEFICIENTES DE DIGESTIBILIDAD OBTENIDOS POR ANALISIS QUIMICO

*Experiencias con 20°C de temperatura*

Coefficiente de digestibilidad	Valor de F calculada	Valor de F real	Nivel de significación
<i>Sustancia seca</i>			
Entre la 1. <sup>a</sup> y 2. <sup>a</sup> Exp.	59,80	29,22	0,1 %
Entre la 1. <sup>a</sup> y 3. <sup>a</sup> Exp.	0,31	3,59	No
Entre la 2. <sup>a</sup> y 3. <sup>a</sup> Exp.	8,28	5,59	5 %
<i>Sustancia orgánica</i>			
Entre la 1. <sup>a</sup> y 2. <sup>a</sup> Exp.	55,15	29,22	0,1 %
Entre la 1. <sup>a</sup> y 3. <sup>a</sup> Exp.	0,72	3,59	No
Entre la 2. <sup>a</sup> y 3. <sup>a</sup> Exp.	7,36	5,59	5 %
<i>Proteína</i>			
Entre la 1. <sup>a</sup> y 2. <sup>a</sup> Exp.	0,76	3,59	No
Entre la 1. <sup>a</sup> y 3. <sup>a</sup> Exp.	14,20	12,25	1 %
Entre la 2. <sup>a</sup> y 3. <sup>a</sup> Exp.	57,49	29,22	0,1 %
<i>Grasa</i>			
Entre la 1. <sup>a</sup> y 2. <sup>a</sup> Exp.	432,74	29,22	0,1 %
Entre la 1. <sup>a</sup> y 3. <sup>a</sup> Exp.	209,91	29,22	0,1 %
Entre la 2. <sup>a</sup> y 3. <sup>a</sup> Exp.	3,43	3,59	No
<i>Fibra</i>			
Entre la 1. <sup>a</sup> y 2. <sup>a</sup> Exp.	2,02	3,59	No
Entre la 1. <sup>a</sup> y 3. <sup>a</sup> Exp.	0,57	3,59	No
Entre la 2. <sup>a</sup> y 3. <sup>a</sup> Exp.	5,47	3,59	10 %
<i>M.E.L.N.</i>			
Entre la 1. <sup>a</sup> y 2. <sup>a</sup> Exp.	6,06	5,59	5 %
Entre la 1. <sup>a</sup> y 3. <sup>a</sup> Exp.	6,38	5,59	5 %
Entre la 2. <sup>a</sup> y 3. <sup>a</sup> Exp.	27,33	12,25	1 %

*Experiencias con 28°C de temperatura*

Coefficiente de Digestibilidad	Valor de F calculada	Valor de F real	Nivel de significación
<i>Sustancia seca</i>			
Entre la 4. <sup>a</sup> y 5. <sup>a</sup> Exp.	11,03	5,59	5 %
Entre la 4. <sup>a</sup> y 6. <sup>a</sup> Exp.	16,32	12,25	1 %
Entre la 5. <sup>a</sup> y 6. <sup>a</sup> Exp.	5,76	5,59	5 %
<i>Sustancia orgánica</i>			
Entre la 4. <sup>a</sup> y 5. <sup>a</sup> Exp.	6,86	5,59	5 %
Entre la 4. <sup>a</sup> y 6. <sup>a</sup> Exp.	16,15	12,25	1 %
Entre la 5. <sup>a</sup> y 6. <sup>a</sup> Exp.	8,42	5,59	5 %
<i>Proteína</i>			
Entre la 4. <sup>a</sup> y 5. <sup>a</sup> Exp.	21,65	12,25	1 %
Entre la 4. <sup>a</sup> y 6. <sup>a</sup> Exp.	30,66	29,22	0,1 %
Entre la 5. <sup>a</sup> y 6. <sup>a</sup> Exp.	0,17	3,59	No
<i>Grasa</i>			
Entre la 4. <sup>a</sup> y 5. <sup>a</sup> Exp.	79,68	29,22	0,1 %
Entre la 4. <sup>a</sup> y 6. <sup>a</sup> Exp.	145,86	29,22	0,1 %
Entre la 5. <sup>a</sup> y 6. <sup>a</sup> Exp.	64,66	29,22	0,1 %
<i>Fibra</i>			
Entre la 4. <sup>a</sup> y 5. <sup>a</sup> Exp.	57,84	29,22	0,1 %
Entre la 4. <sup>a</sup> y 6. <sup>a</sup> Exp.	0,01	3,59	No
Entre la 5. <sup>a</sup> y 6. <sup>a</sup> Exp.	8,59	5,59	5 %
<i>M.E.L.N.</i>			
Entre la 4. <sup>a</sup> y 5. <sup>a</sup> Exp.	0,43	3,59	No
Entre la 4. <sup>a</sup> y 6. <sup>a</sup> Exp.	0,01	3,59	No
Entre la 5. <sup>a</sup> y 6. <sup>a</sup> Exp.	1,10	3,59	No

ANALISIS DE VARIANZA DE LOS COEFICIENTES DE DIGESTIBILIDAD DE LA SUSTANCIA SECA OBTENIDOS POR EL CALOR DE COMBUSTION

*Experiencias con 20°C de temperatura*

Coefficiente de digestibilidad	Valor de F calculada	Valor de F real	Nivel de significación
Entre la 1. <sup>a</sup> y 2. <sup>a</sup> Exp.	6,34	5,59	5 %
Entre la 1. <sup>a</sup> y 3. <sup>a</sup> Exp.	0,57	3,59	No
Entre la 2. <sup>a</sup> y 3. <sup>a</sup> Exp.	0,26	3,59	No

*Experiencias con 28°C de temperatura*

Coefficiente de digestibilidad	Valor de F calculada	Valor de F real	Nivel de significación
Entre la 4. <sup>a</sup> y 5. <sup>a</sup> Exp.	35,03	29,22	0,1 %
Entre la 4. <sup>a</sup> y 6. <sup>a</sup> Exp.	71,59	29,22	0,1 %
Entre la 5. <sup>a</sup> y 6. <sup>a</sup> Exp.	29,03	12,25	1 %

RESUMEN DE LAS CORRELACIONES DE LOS COEFICIENTES DE DIGESTIBILIDAD DE LA MATERIA SECA OBTENIDOS POR LOS METODOS ANALITICOS Y CALORIMETRICOS

Experiencias	Valor de r	Probabilidad
1. <sup>a</sup>	0,931	P<.001
2. <sup>a</sup>	0,701	P<.05
3. <sup>a</sup>	0,995	P<.001
4. <sup>a</sup>	0,988	P<.001
5. <sup>a</sup>	0,974	P<.001
6. <sup>a</sup>	0,993	P<.001
Correlación total	0,912	P<.001

CORRELACION DE LOS VALORES DE ENERGIA METABOLIZABLE OBTENIDOS POR AMBOS METODOS

Experiencias	E. M. a partir de los C. D. (Calorías)	E. M. a partir del calor de combustión. (Calorías)
1. <sup>a</sup>	187,8	228,4
2. <sup>a</sup>	227,3	242,8
3. <sup>a</sup>	235,0	251,4
4. <sup>a</sup>	197,4	233,8
5. <sup>a</sup>	230,6	253,6
6. <sup>a</sup>	252,8	277,5

$r = 0,932$

$P < .001$

## DISCUSION DE LOS RESULTADOS

*Comparación entre los resultados obtenidos en la determinación de la digestibilidad por los métodos de análisis químico y calorimétrico*

POND (1962), al determinar la digestibilidad de una dieta por las dos técnicas objeto de nuestra Tesis, encuentra porcentajes de energía digestible similares en ambos métodos.

FONOLLÁ y col. (1963) y BRÜGGER y VARELA (1965), realizan en cerdos unas experiencias comparativas entre estas dos técnicas de determinación de la digestibilidad, encontrando una alta correlación entre ambas. BOZA, VARELA y FONOLLÁ (1967) comparan también estos dos métodos en unas experiencias sobre el valor nutritivo del cártamo en corderos, observando nuevamente, una alta correlación entre éstos.

MORGAN y LEWIS (1962), CRAPMTON (1962) y SWIFT (1957), nos hablan del empleo de la técnica calorimétrica en los ensayos de digestibilidad, ya que ella puede ser la base de cualquier valoración precisa para hallar la energía digestible del alimento.

Nosotros hemos comparado los valores obtenidos por ambos métodos en las seis experiencias, estudiando los resultados encontrados de digestibilidad de la materia seca para cada uno de los animales y en todas las experiencias, por las técnicas de análisis y calorimétrica, hallando en todas una alta correlación. En relación con la energía metabolizable obtenida, hemos correlacionado los valores hallados a partir de los coeficientes de digestibilidad y del calor de combustión, obteniendo del mismo modo una dependencia muy alta, resultado que concuerda con los citados en la bibliografía.

*Influencia del nivel graso y de la ingesta sobre la digestibilidad*

VARELA y col. (1959), encuentran que cuando el nivel de grasa es alto en la dieta, aumenta el coeficiente de digestibilidad de la misma y disminuye el de la proteína. FISCHER y KIMBEL (1955) nos hablan de que cuando se aumenta excesivamente el porcentaje graso de la ración, se produce una disminución de la digestibilidad de este nutriente.

VARELA, BOZA y JORDAN (1962) estudian la relación existente entre ingesta y tanto por ciento de grasa en la dieta, poniendo de manifiesto que la grasa se comporta como palatable hasta el límite de su digestibilidad, y a conclusiones similares llega PEREZ TORRÓME (1964).

GREELEY y col. (1964) comprueban un aumento significativo de la ingesta al incrementar el nivel graso de la ración; apreciando también una elevación del coeficiente de digestibilidad de este nutriente, no afectándose la digestibilidad de la proteína.

En lo concerniente al efecto de la grasa, nuestros resultados coinciden con los manifestados por los diferentes investigadores consultados en la bibliografía, y son los siguientes: Al incrementar el nivel graso de la dieta aumenta la digestibilidad de la misma.

En lo que se refiere a la influencia de la grasa sobre la digestibilidad de la proteína, hemos obtenido resultados distintos según el grado de temperatura ensayado. A 20°C, al incrementar el porcentaje en grasa de la dieta, la digestibilidad de la proteína no varía al pasar de 3,1 a 6,4 por ciento, o desciende significativamente al elevar el nivel al 9,7 por ciento. Por el contrario, a 28°C, observamos al incrementar los niveles grasos de la ración un aumento significativo en los coeficientes de digestibilidad de la proteína.

Por último, en relación con el efecto de la disminución de la ingesta sobre la digestibilidad, hemos visto lo ya mencionado por ABRAMS (1965) en la bibliografía. Se produce un incremento muy destacado de los coeficientes de digestibilidad de diversos nutrientes, al disminuir la ingesta.

Sobre este particular, FORBES y HAMILTON (1952) nos hablan de que el valor alimenticio de una mezcla disminuía en un 20 por ciento al incrementar la ración en 2,5 veces sobre las necesidades de sostenimiento.

### *Influencia de la temperatura*

Pese a los trabajos de LEROY (1953) y de GLOVER y col. (1957) y (1958) en los que afirman que la ingesta es independiente del clima, SHARMA y KEHAR (1961) aprecian una disminución del alimento ingerido por los animales al elevar la temperatura. En nuestro trabajo esta disminución fue superior al 50 por ciento, de 145 a 70 gramos, al pasar los animales de 20 a 28°C.

REA y ROSS (1961) comprueban un aumento en la digestibilidad de la ración al subir la temperatura, contrariamente a RAO y MULLICK (1965) que llegan a la conclusión de que la digestibilidad de la sustancia seca, proteína, grasa y carbohidratos, están en relación inversa a la temperatura.

FONOLLÁ (1967) nos habla de un descenso o al menos una paralización en el aumento de los coeficientes de digestibilidad de cerdos en crecimiento, durante el mes de Diciembre, en el que se registraron las temperaturas más bajas en el curso de sus experiencias.

Nosotros hemos observado variaciones en la digestibilidad de diversos nutrientes entre los ensayos realizados a 20 y a 28°C, pero dichas variaciones no podemos imputárselas como efecto de la temperatura, sino más bien, como una repercusión de la notable disminución de la ingesta al pasar de los 20 a los 28°C.

### RESUMEN Y CONCLUSIONES

Se estudian comparativamente, en conejos, las técnicas convencionales de determinación de la digestibilidad por análisis químico de los alimentos y heces con las basadas en la determinación del calor de combustión en la bomba calorimétrica.

Para conocer la influencia en este estudio comparativo del nivel energético de las raciones, hemos ensayado tres niveles de grasa en la dieta. Ello, además, nos va a permitir estudiar, en el conejo, la influencia que estos distintos niveles de grasa tienen en su propia digestibilidad y en la del resto de los nutrientes y en el rendimiento nutritivo de la ración. En este animal, esta influencia no ha sido hasta ahora sistemáticamente estudiada.

Las experiencias se hacen en Cámara ecológica experimental y los animales se someten a dos distintos niveles térmicos ambientales (20 y 28°C).

Se ha realizado seis experiencias de digestibilidad por el método directo. Los tres niveles de grasa fueron 3,1; 6,4 y 9,7 por ciento. La dieta base fue la standard del laboratorio para este tipo de animales. Esta dieta que tenía el primer nivel grasa (3,1 por ciento), fue incrementada con aceite de oliva para los otros dos niveles de grasa.

Por la técnica de digestibilidad directa determinamos en cada experiencia los coeficientes de digestibilidad de los diferentes nutrientes, principios digestibles totales (TDN) y la llamada energía metabolizable y neta, habiéndose calculado el valor nutritivo de estas dietas expresado en unidades alimenticias. Paralelamente a la obtención de los coeficientes de digestibilidad por el método citado, hemos estudiado en cada experiencia la digestibilidad de la materia seca y la energía metabolizable siguiendo la técnica calorimétrica, al objeto de demostrar la posibilidad de empleo de dicha técnica en este tipo de ensayos de metabolismo, y por otro lado, como prueba de control de nuestros resultados.

En cuanto a la metódica y técnicas analíticas se han seguido las recomendadas por la Federación Europea de Zootecnia para este tipo de experiencias, y para la determinación del calor de combustión se ha utilizado una bomba calorimétrica isoterma, modelo Berthelot-Mahler-Kroecker.

Los resultados obtenidos en las seis experiencias se han sometido a tratamiento estadístico con el fin de conocer el grado de significación de las diferencias encontradas en la digestibilidad de los distintos nutrientes debidas al diferente nivel energético. Para ello hemos utilizado el análisis de la varianza, enfrentando los resultados entre sí para cada grupo de ensayos (a 20 y 28°).

En lo referente al estudio comparativo entre los métodos analítico y calorimétrico, hemos procedido a correlacionar los valores encontrados para cada una de las pruebas y en la totalidad de los animales en las seis experiencias.

De estos ensayos creemos se pueden sacar las siguientes conclusiones:

1.<sup>a</sup>—El valor medio de los coeficientes de digestibilidad y los valores energéticos y nutritivos, obtenidos en las experiencias 1.<sup>a</sup>, 2.<sup>a</sup> y 3.<sup>a</sup> realizadas con una dieta con el 3,1, 6,4 y 9,7 por ciento de grasa, respectivamente, y a 20°C de temperatura, son:

<i>Coefficiente de digestibilidad</i>	1. <sup>a</sup> Exp.	2. <sup>a</sup> Exp.	3. <sup>a</sup> Exp.
Sustancia seca	56,24 ± 0,49	59,38 ± 0,20	56,78 ± 0,90
Sustancia orgánica	58,63 ± 0,50	61,43 ± 0,21	59,30 ± 0,77
Proteína	74,67 ± 1,09	75,56 ± 0,16	70,90 ± 0,58
Grasa	79,11 ± 0,72	89,51 ± 0,60	91,05 ± 0,63
Fibra bruta	30,97 ± 1,58	33,77 ± 0,99	29,35 ± 1,35
M.E.L.N.	60,49 ± 0,54	62,22 ± 0,30	58,36 ± 0,88
<i>Valor nutritivo</i>			
T D N	51,76	62,44	64,42
Energía metabolizable	187,8	227,3	235,0
Energía neta	97,1	136,3	143,8
Unidades alimenticias	0,59	0,83	0,87

2.ª Los coeficientes de digestibilidad y los valores nutritivos y energéticos encontrados en los ensayos 4.º 5.º y 6.º, realizados a 28°C, y con unos porcentajes grasos de 3,1, 6,4 y 9,7 por ciento, son:

<i>Coefficiente de digestibilidad</i>	4.ª Exp.	5.ª Exp.	6.ª Exp.
Sustancia seca	59,01 ± 0,52	60,19 ± 0,54	61,90 ± 0,49
Eustancia orgánica	61,29 ± 0,52	62,30 ± 0,50	64,23 ± 0,49
Proteína	78,38 ± 0,39	81,12 ± 0,47	81,38 ± 0,33
Grasa	84,52 ± 0,78	91,11 ± 0,16	93,31 ± 0,31
Fibra bruta	32,64 ± 1,33	27,06 ± 1,68	32,47 ± 1,18
M.E.L.N.	63,40 ± 0,79	63,88 ± 0,43	63,11 ± 0,52

*Valor nutritivo*

T N D	54,39	63,36	69,29
Energía metabolizable	197,4	230,6	252,8
Energía neta	106,7	139,6	161,6
Unidades alimenticias	0,65	0,85	0,98

3.ª—En relación con la influencia del nivel graso, el tratamiento estadístico ha puesto de manifiesto en las experiencias realizadas a 20°C, que los distintos niveles energéticos de la dieta influyen significativamente sobre los coeficientes de digestibilidad de algunos nutrientes.

En lo que se refiere a la digestibilidad de la sustancia seca y sustancia orgánica, el porcentaje graso del 6,4 se comporta como el mejor frente a los del 3,1 y 9,7 por ciento, siendo significativos los análisis de la varianza, respectivamente, al 0,1 y 5 por ciento).

La digestibilidad de la proteína no se afecta por el incremento de la grasa en la ración del 3,1 al 6,4 por ciento, pero sí desciende cuando elevamos este nivel al 9,7 por ciento, mostrando unas diferencias significativas al 1 y 0,1 por ciento, respectivamente, frente a los anteriores porcentajes.

Se observa también que al incrementar el nivel lipídico de la dieta del 3,1 al 6,4 y 9,7 por ciento, aumenta significativamente la digestibilidad de la misma (0,1 por ciento), no existiendo diferencias estadísticamente aceptables entre el 6,4 y el 9,7 por ciento.

En lo concerniente a la digestibilidad de la fibra bruta, ésta no se modifica estadísticamente por la adición de grasa, aunque sí se aprecia un mejor resultado en la ración con el 6,4 por ciento de grasa.

En los coeficientes encontrados por nosotros para las M.E.L.N. se observa un incremento al elevar el porcentaje lipídico del 3,1 al 6,4 por ciento (significativo al 5 por ciento), y un descenso cuando se aumenta al 9,7 por ciento (significativo al 1 por ciento).

4.<sup>a</sup>—En la segunda serie de ensayos, realizados a una temperatura de 28°C, se observa que al incrementar el nivel graso de la dieta aumenta significativamente la digestibilidad de la sustancia seca y sustancia orgánica (5 y 1 por ciento, respectivamente, frente a la dieta base con el 3,1 por ciento en grasa). Este aumento alcanza también nivel de significación (5 por ciento) entre las raciones con el 6,4 y 9,7 por ciento.

Para la proteína observamos un incremento de su digestibilidad al elevar el contenido en lípidos de la ración, con niveles de significación del 1 y 0,1 por ciento, y no existen diferencias estadísticamente válidas entre los dos niveles de grasa superiores.

En lo que se refiere a la grasa, se aprecia un marcado aumento del coeficiente de digestibilidad de este nutriente, que es significativo al 0,1 por ciento en todos los niveles.

La fibra bruta es más digestible cuando se emplea un nivel graso en el alimento del 6,4 por ciento, alcanzando significaciones estos resultados del 0,1 frente a dietas con el 3,1 por ciento de grasa y el 5 frente a la ración con el 9,7 por ciento graso.

En cuanto a las M.E.L.N., no muestras diferencias significativas debidas al distinto contenido en lípidos de las dietas.

5.<sup>a</sup>—Se observa para algunos nutrientes un distinto comportamiento de los animales entre los grupos de ensayos realizados con diferente temperatura. Estas diferencias, que afectan a la digestibilidad de la proteína, fibra, y en parte a las M.E.L.N., no deben atribuirse solo a la variación de la temperatura, sino también a que en el segundo grupo de nuestras experiencias, y como consecuencia de elevar la temperatura de 20 a 28°C, los animales descendieron notablemente el nivel de su ingesta.

6.<sup>a</sup>—El análisis de la varianza realizado sobre los coeficientes de digestibilidad de la materia seca, obtenidos por la técnica calorimétrica, nos muestra un incremento significativo de los mismos, debido al aumento del nivel graso en la dieta; tal como sucede con estos mismos coeficientes encontrados a partir del método analítico. Este efecto es más destacado en los ensayos efectuados a 28°C, coincidiendo también con los obtenidos por análisis químico.

7.<sup>a</sup>—En el estudio comparativo entre los coeficientes de digestibilidad de la materia seca obtenidos por los métodos analítico y calorimétrico, hemos encontrado las siguientes correlaciones:

	C.D. por la B. calorimétrica	C.D. por aná- lisis químico	Valor de r	Probabilidad
1. <sup>a</sup> Exp.	59,36	56,24	0,931	P < .001
2. <sup>a</sup> Exp.	60,43	59,38	0,701	P < .05
3. <sup>a</sup> Exp.	60,00	56,78	0,995	P < .001
4. <sup>a</sup> Exp.	60,76	59,01	0,988	P < .001
5. <sup>a</sup> Exp.	63,11	60,19	0,974	P < .001
6. <sup>a</sup> Exp.	66,23	61,90	0,993	P < .001
	<i>Correlación total</i>		<b>0,912</b>	<b>P &lt; .001</b>

8.<sup>a</sup>—Hemos correlacionado los valores de energía metabolizable hallados por ambas técnicas, observando los siguientes datos:

Experiencias	E. Metabolizable a partir de los C. D. (en Calorías)	E. Metabolizable a partir del calor de combustión. (en Calorías)
1. <sup>a</sup>	187,8	228,4
2. <sup>a</sup>	227,3	242,8
3. <sup>a</sup>	235,0	251,4
4. <sup>a</sup>	197,4	233,8
5. <sup>a</sup>	230,6	253,6
6. <sup>a</sup>	252,8	277,5

9.<sup>a</sup>—El valor de las correlaciones parciales, así como del total de todos nuestros ensayos, muestra que existe una alta dependencia entre los valores obtenidos para los coeficientes de digestibilidad a partir del método de análisis químico, y los encontrados por la bomba calorimétrica, lo que nos permite afirmar que puede emplearse dicho método calorimétrico en la realización de trabajos metabólicos de este tipo.

10.<sup>a</sup>—Se ha apreciado en nuestros trabajos una notoria disminución del nivel de la ingesta, al elevar la temperatura de 20 a 28°C, que desciende de 145 a 70 g., como cifra media.

11.<sup>a</sup>—Por último, en relación con el efecto del descenso de la ingesta sobre la digestibilidad, observamos en el segundo grupo de experiencias, un incremento muy destacado de los coeficientes de digestibilidad de diversos nutrientes, siendo este hecho probablemente el responsable de las diferencias encontradas entre los dos grupos de ensayos.

## BIBLIOGRAFIA

- ABRAMS, JOHN, T., 1965.—Nutrición Animal y Dietética Veterinaria Editorial Acribia. Zaragoza.
- AGUILERA, J., BOZA, J., FONOLLA, J. y VARELA, G., 1968.—Influencia del período de iluminación en el rendimiento nutritivo de una dieta en conejos. Revista de Nutrición Animal, 7: 27-38.
- ALEXANDER, R. A., HENTGES, J. F., Jr. MC CALL, J. T. and ASH, W. O., 1962.—Comparative digestibility of nutrients in roughages by cattle and sheep. J. Animal Sci., 21: 373.

- AXELSON, J., 1941.—Das futterverdaungsvermögen der Schweine und seine Konsequenzen für die Bewertung des Schweinefutters.—Landw. Abteilung B. Tierernährung, 13: 413.
- BAILEY, C. B., 1964.—Effect of environmental temperature on feed digestion, water metabolism, body temperature and certain blood characteristics of sheep.—Canad. J. Animal Sci., 44: 68-75.
- BLAXTER, K. L., CLAPPERTON, J. L. and MARTIN, A. K., 1966.—The heat of combustion of the urine of sheep and cattle in relation to its chemical composition and to diet.—Brit. J. Nutrition, 20: 449-460.
- BLAZTER, K. L., GRAHAM, M. and WAINMAN, F. W., 1956.—Some observations on the digestibility of food by sheep and related problems.—Brit. J. Nutrition, 10: 69.
- BOZA, J., 1966.—Influencia de la luz y el sexo sobre la digestibilidad y coeficientes de eficacia en crecimiento en ratas.—Anales de Bromatología, 18. 111-148.
- BOZA, J., VARELA, G. y FONOLLÁ, J. 1967.—Estudio del valor nutritivo de la harina de cártamo en óvulos.—Revista de Nutrición Animal, 5: 228.
- BRATZLER, J. W. and SWIFT, R. W. 1959.—A comparison of nitrogen and energy determinations on fresh and oven-air dried cattle feces.—J. Dairy Sci., 42: 686-691.
- BRISBIN, I. L. (Jr.), 1966.—Energy-utilization in a captive hoary bat.—J. Mammal., 47: 719-720.
- BROZZETTI, P. 1956.—I fichi esurati nell alimentazione del bestiame.—Estratto ann. Univ. Perugia. Vol. 12, Tip. Perugiana. Perugia.
- BRÜGGER, F. G. y VARELA, G. 1965.—Influencia de la raza sobre la digestibilidad en cerdos.—Avances en Alimentación y Mejora Animal, 8: 509.
- CLAVERA ARMENTEROS, J. M. y THOMAS, J. 1966.—Curso de Técnica de las medidas físicas y fisicoquímicas. Editorial y Librería Prieto. Mesones, 8. Granada.
- CRAMPTON, E. W. 1962.—Nutrición Animal Aplicada. Editorial Acribia. Zaragoza.
- CRAPLET, C. 1955.—Aliments et alimentations des animaux domestiques. 10.<sup>a</sup> Ed. Viget freres editeurs. París VI.
- CUENCA, C. L. 1953.—ZOOTECNIA.—Tomo I. Fundamentos biológicos, 3.<sup>a</sup> Ed. Biblioteca de Biología Aplicada. Madrid.
- CZERKAWSKI, J. W., BLAXTER, K. L. and WAINMAN, F. W. 1966.—The metabolism of oleic and linoleic acids by sheep with reference to their effects on methane production.—Brit. J. Nutrition, 20: 349-362.
- CHARLET-LERY, Genivieve et LEROY, A. M. 1955.—Influence d'une methode pulverisation a sec du son de blé sur l'utilisation digestive de cet aliment par le porc.—Ann. de Zootch., 2: 111.
- DEUEL, H. J. 1965.—The lipids.—Vol. 2: 123. Interscience Publishers. New York and London.
- DRAPER, H. H. 1958.—Physiological aspects of aging.—Proc. Soc. Exp. Biol. Med., 97: 121.

- DREYER, J. 1961.—A study of the influence of certain factors on the metabolic faecal nitrogen excretion of the albino rat a view to the abbreviation of the technique for the determination of protein digestibility. Proceeding of the Nutrition Society of Southern, Vol. 2. National Nutrition Research Institute. Pretoria.
- EDWARDS, R. L., BALK, W. A., GODLEY, W. C. and KENNEDY, S. W. 1967.—Bomb calorimetry for evaluating lamb rations.—*J. Animal Sci.*, 26: 220.
- FISCHER, W. and KIMBEL, K. H. 1955.—The balance of the fat of the food in the rat.—*Zeitschr. Ges. Exptl. Med.*, 125: 426.
- FONOLLÁ, J., TRUYOLS, M., THOMAS, J. y VARELA, G. 1963.—Estudio comparativo de los valores de digestibilidad y rendimiento enérgico de una ración cerdos por las técnicas calorimétricas y de los coeficientes de digestibilidad.—*Rev. de Nutrición Animal*, 1: 33-41.
- FONOLLÁ, J. 1967.—La edad como factor modificante de la digestibilidad en cerdos.—*Avances en Alimentación y Mejora Animal*, Vol. VIII, 3-25.
- FORBES, E. B. and GRINDLEY, H. S. 1923.—On the formulation of methods of experimentation in animal production.—*U. S. Natl. Research Council Bull.*, 33: 54.
- FORBES, R. M. and HAMILTON, T. S. 1952.—The utilization of certain cellulosic materials by swine.—*J. Animal Sci.*, 3: 480.
- GLOVER, J. and DUTHIE, D. W. and FRENCH, M. H. 1957.—I. The apparent digestibility of crude protein by the ruminants.—*J. Agriculture Sci.*, 48: 373.
- GREELEY, M. G., MEADE, R. J. and HANSON, L. E. 1964.—Energy and Protein intakes by growing swine. Effects on rate and efficiency of gain and on nutrient digestibility.—*J. Animal Sci.*, 23: 808.
- HUSTED, W. T., STEPHEN MEHEN. HALE, W. H., MORGAN LITTLE and BRENT THEURER. 1968.—Digestibility of milo processed by different methods.—*J. Animal Sci.*, 27: 531.
- JACOBSON, W. C. and MOORE, L. A. 1950.—A comparison of techniques used in the digestibility studies with dairy cattle.—*J. Nutrition*, 41: 583.
- JACQUOT, R. 1941.—Valeur alimentaire pour le rat blanc de son naturel et du son éclatés.—*C. R. Acad. Agric. Decem. Paris*.
- JENSEN, A. H. 1964.—Symposium on environment and facilities.—*J. Animal Sci.*, 23: 1185-97.
- JORDAN, J. 1962.—Influencia del nivel de aceite de oliva de la dieta en la palatabilidad y digestibilidad de la misma.—*Tesis Doctoral. Facultad de Farmacia. Granada*.
- LEROY, A. M. et ARCHAMBAUD, I. 1941.—Utilization du son et de la luserne éclatés pour l'alimentation des porc.—*C. R. Acad. Agric. Decem. Paris*.
- LEROY, A. M. 1953.—Variations des besoins alimentaires des porc en fonction de la saison. *Ann. de Zootechnie*, 1: 1.
- LEROY, A. M. 1956.—*Cría racional del ganado*.—*Edic. Cea. Barcelona*.
- LINDAHL, Ivan L. and REYNOLDS, P. J. 1959.—Effect of pelleting on the chemical composition and digestibility of alfalfa meal.—*J. Animal Sci.*, 18: 1.074.

- MANGOLD, E. 1934.—The digestion and utilization of crude fiber.—*Nutr. Abst. and Rew.*, 3: 647.
- MAURON, J., MOTTU, F., BUJARD, E. and EGLI, R. H. 1955.—The availability of lysine methionine and tryptophan in condensed milk powder. In vitro digestion studies.—*Arch. Biochem. Biophys.*, 59: 433.
- MAYNARD, L. A. 1955.—*Nutrición Animal*.—2.<sup>a</sup> Ed. Uteha. México.
- MOREIRAS, O., VARELA, G. y PUJOL, A. 1959.—Coeficiente de digestibilidad de algunos embutidos. *Ann. de Bromatología*, 11: 381.
- MORGAN y LEWIS. 1962.—*Nutrición de cerdos y aves*.—Ed. Acribia. Zaragoza.
- MORRISON, F. B. 1956.—*Compendio de alimentación del ganado*. Uteha. Méjico.
- NEWMAN, C. W., THRASHER, D. M., HANSARD, S. L., MULLINS, A. M. and BOULWARE, R. F. 1967.—Effects of tallow in swine rations on utilization of calcium and phosphorus.—*J. Animal Sci.*, 26: 479.
- NORDFELDT, S., SVANBERG, G. and CLAESSION, O. 1949.—Studies regarding the analysis of crude fiber.—*Acta Agriculturae Suecane*.
- NORDFELDT, S. 1954.—Digestibility experiments with pigs. *Kungl. Lantbruksogskolans Annaler*. Vol. 21. Upsala.
- PEREZ TORROME, Aurora, 1964.—Contribución al estudio de la absorción intestinal de las grasas y de los factores que la modifican.—*Anales de Bromatología*, 161: 79.
- POND, W. G., LOWREY, R. S. and MANER, J. H. 1962.—Effect of crude fiber level on ration digestibility and performance in growing-finishing swine. *J. Animal Sci.*, 21: 692.
- QUICKE, C. V., BENTLEY, O. C., SCOTT, H. W., JOHNSON, R. R. and MOXON, A. L. 1959.—Digestibility of soybean hulls and flaves and the in vitro digestibility of the cellulose in various milling by products.—*J. Dairy Sci.*, 42: 185.
- RAO, M. V. N. and MULLICK, D. N. 1965.—Effect of climatic factors on the metabolism of nutrients in Kids.—*Indian J. Vet. Sci.*, 35: 288-296.
- RAYMOND, W. F., HARRIS, C. E. and KEMP, C. D. 1954.—*Journat Brit. Grassl. Soc.*, 209.
- REA, J. C. and ROSS, C. V. 1961.—Effect of enviromental temperature on gains feed efficiency and digestibility of feed by lambs.—*J. Animal Sci.*, 20: 948.
- REID, J. T. 1950.—A new indicator method for the determination of digestibility and consumption of forrage by ruminants.—*J. Dairy Sci.*, 33: 60.
- REVUELTA, L. G. 1963.—*Bromatología Zootécnica y Alimentación Animal*.—Colección Agrícola. Salvat. Barcelona.
- SCHNEIDER, B. F. and LUKAS, H. L. 1950.—The magnitude of certain souces of variability in digestibility date.—*J. Animal Sci.*, 9: 504.
- SHARMA, D. C. and KEHAR, N. D. 1961.—Effect of environmental temperature and humidity on intake and digestión of nutrients.—*J. Appl. Physiol.*, 16: 611-616.
- SMITH, H. W. 1944.—*Porc production*.—Eighth printing. New York.
- STERNE, Dr. 1965.—Luz y stress.—*Medicamenta*. *Semana Farmacéutica*. 9 octubre.

- SWIFT, R. W. 1957.—The nutritive evaluation of forage.—Pa. Agr. Exp. Sta. Bull. 815.
- THOMANN, W., LUTZ, J. et KAEGI, G. 1934.—Verl. Berbandsd. A. G. Bern. 232.
- USUELLI. Citado por GARCIA DE LA PUERTA, Pilar. 1960.—Stress digestivo de las grasas. Influencia de los emulgentes. Tesis Doctoral, Facultad de Farmacia. Granada.
- VARELA, G., BOZA, J. y JORDAN, J. 1962.—Influencia de la adición de emulgentes en el valor nutritivo de las grasas.—Anales de Bromatología, 14: 179.
- VIDAL, Concepción. 1965.—Stress digestivo por cambio brusco del tipo de proteína de la dieta.—Tesis Doctoral. Facultad de Farmacia. Granada.
- VÖLKER, L. y AMICH-GALI, J. 1968.—Valores comparativos de la energía metabolizable y energía neta para la producción del sebo y otras grasas en raciones para broilers.—Boletín del National Renderers Association, 16: 1-19.
- WATSON, C. I., CAMPBELL, J. A., DAVIDSON, W. M., ROBINSON, C. H. and MEIER, J. 1942-1943.—Digestibility studies with swine.—Scientific Agriculture, 23: 708-724.