

**"Investigaciones básicas para la utilización
de las excretas de aves en la alimentación de los
rumiantes: Toxicidad, digestibilidad, balance
de nitrógeno y descomposición del Acido Urico"**

por Jesús Rodríguez Guedas

INDICE

I. INTRODUCCION.—II. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.—III. REVISION BIBLIOGRAFICA.—1.^o Estado actual de la bioquímica del rumen. a) Bioquímica de los compuestos nitrogenados. b) Bioquímica del material de sostén vegetal. c) Bioquímica de los H de C fácilmente hidrolizables.—2.^o La utilización del nitrógeno no proteico. a) El problema concreto del ácido úrico.—IV. BASE TEORICA DE LA DETERMINACION DE LA DIGESTIBILIDAD.—V. BASE TEORICA DE LOS BALANCES DE NITROGENO.—VI. PLANTEAMIENTO EXPERIMENTAL.—VII. MATERIAL Y METODOS.—1.^o Animales experimentales. 2.^o Jaulas. 3.^o Raciones. 4.^o Métodos químicos. 5.^o Marcha experimental.—VIII. RESULTADOS Y DISCUSION.—IX. CONCLUSIONES.—X. RESUMEN.—XI. BIBLIOGRAFIA.

INTRODUCCION

La alimentación racional de la ganadería, tiene como fin fundamental el incrementar al máximo posible los productos que ella proporciona (carne, leche, lana, etc.), pero el ideal será lograr esta elevación de los rendimientos de la forma más económica y rentable.

Es un hecho conocido, el auge que en los últimos años está adquiriendo la industria de piensos compuestos, que tan alentadoras mejoras está produciendo en los sistemas de explotación ganadera y cuyos beneficiosos efectos se dejan ya sentir en algunas especies. En España, de una producción de 40.000 toneladas en el año 1952, se ha pasado a la fabricación de 1.180.000 toneladas en el año 1962.³¹

Se observa pues, un incremento progresivo en la cantidad de piensos compuestos fabricados. Según estimaciones oficiales del año 1962, de la totalidad de piensos compuestos, el 65 por ciento se destinó a la alimentación avícola, el 16 por ciento se destinó a la alimentación del ganado porcino, el 13 por ciento fue consumido por el ganado vacuno, el 4 por ciento por el ganado lanar y el 2 por ciento restante por las otras especies domésticas.

Como se ve, el mayor porcentaje de consumo corresponde a la avicultura y al ganado porcino, especies generalmente las más explotadas en sistema intensivo, mientras que el ganado ovino, tan necesitado a veces, recibe un escaso porcentaje.

Tanto en el ganado lanar como en el vacuno, no obstante tener estas especies como base alimenticia los pastos y forrajes naturales, ha de incrementarse en ellas el consumo de piensos compuestos, como complemento de su alimentación tradicional, si queremos que su explotación esté de acuerdo con las normas científicas modernas y alcanzar unos adecuados rendimientos económicos.

Este consumo, indudablemente se ha incrementado en los últimos años y se incrementará de modo considerable en los próximos, tanto en el ganado lanar como en el vacuno, a medida que las nuevas técnicas de alimentación se extiendan en el ámbito ganadero.

Por otra parte, únicamente se destinan en la actualidad a la fabricación de piensos compuestos alrededor del 10,5 por ciento de los cereales destinados a la alimentación animal; el 9,6 por ciento de las leguminosas y el 11,2 por ciento de los subproductos de los cereales.

En el censo ganadero, publicado por el Servicio de Estadística del Ministerio de Agricultura correspondiente a 1962, la población bovina española asciende a 3.683.000 cabezas, figurando la ovina con 20.099.000 cabezas.²⁶ Debido a que estas especies están generalmente supeditadas a las condiciones ambientales meteorológicas y a la repercusión de éstas en la producción herbácea espontánea, tanto la población ovina como la bovina experimentan notables variaciones numéricas en el transcurso de años sucesivos. En los años de sequía y hambre son sacrificados gran número de individuos, mientras que en algunos años de condiciones meteorológicas favorables, el censo se eleva considerablemente. Esto trae como consecuencia una falta de estabilización en el número de cabezas y en el precio de los productos ganaderos y un descenso de los rendimientos en los años climatológicamente malos.

En tanto que los estudios sobre mejora de pastos naturales en las amplias zonas de nuestro secano, así como la creación de praderas artificiales en las zonas de nuevos regadíos, que permitan explotar estas especies ganaderas de una forma más científica y racional, no se lleve a cabo, es de necesidad imperiosa la búsqueda de subproductos agrícolas que contribuyan eficientemente a paliar esas deficiencias alimenticias de tan fatales consecuencias a que periódicamente están sometidas la población lanar y vacuna. Esos subproductos utilizados en alimentación animal adquirirían una revalorización de alcances insospechados al ser convertidos en productos ganaderos.

Son de todos conocidos, los precios elevados que a veces adquieren en el mercado los concentrados proteicos destinados a la alimentación animal, así como a veces su difícil adquisición.

Dentro de la fabricación de piensos compuestos, sería de gran importancia buscar una solución a la carestía y escasez de concentrados proteicos muy adecuados para suministrar muchas veces con forrajes de escaso contenido en proteína.

Los rumiantes domésticos (bóvidos y óvidos), mediante la microflora y microfauna de sus preestómagos, son capaces de utilizar el nitrógeno no proteico para la síntesis de su propia proteína corporal o la de sus producciones. La urea es el compuesto nitrogenado que más extensamente se ha utilizado en nutrición animal, empleándose en el mundo cada año unas 300.000 toneladas con este fin y encontrándose en la bibliografía innumerables citas de ensayos experimentales con este producto. Además de la urea se han usado, aunque en menor escala, otros compuestos nitrogenados ya que los microorganismos de los preestómagos son capaces de asimilar el nitrógeno de compuestos de fórmulas químicas muy diversas.

Las excretas de aves tienen en su composición además de los compuestos nitrogenados de las heces, el ácido úrico, principal compuesto nitrogenado de la orina y una vez comprobada y estudiada su asimilación por los microorganismos del aparato digestivo de los rumiantes, pudieran constituir una extraordinaria, adecuada y barata fuente nitrogenada en la alimentación de estas especies domésticas. De esta forma, las excretas de aves, que en la actualidad se utilizan casi exclusivamente como abono, se revalorizarían y contribuirían de un modo eficaz a paliar el hambre y la subalimentación en toda época y sobre todo en aquellas de penuria alimenticia para los rumiantes.

Los lugares ideales de aprovechamiento de este subproducto avícola serían, en principio, aquellos que disponiendo de una avicultura relativamente bien desarrollada, disponen igualmente de un censo ovino elevado y una población vacuna a veces mal alimentada. Estos hechos concurren precisamente en España.

El último censo oficial de la ganadería española²⁶ asigna a España una población de gallinas ponedoras de 40.031.000 cabezas. En este censo no se incluye la reposición anual del averío que se puede cifrar en un 50 por ciento de las gallinas de puesta, ni las elevadas cifras de pollos de carne que se producen anualmente y que elevarían de modo considerable la cifra de este censo.

Asignando a cada gallina la producción diaria de 160 gramos de gallinaza al estado fresco, solamente la población de ponedoras produce al año 2.337.810 toneladas de gallinaza al estado fresco con una humedad del 75 por ciento, cotizándose como abono al precio de 0,30-0,45 pesetas kilogramo. Esta cantidad supone unas 632.900 toneladas de gallinaza desecada (10 por ciento de humedad) útil una vez molida para su uso en la fabricación de piensos compuestos.

De la producción total de gallinaza únicamente alrededor del 50 por ciento, la producida en las zonas avícolas industrializadas y de mayor densidad, podría ser aprovechada eficientemente con fines alimenticios e industriales.

En España, en el año 1962 el ganado vacuno consumió 153.754 toneladas de piensos compuestos y el ganado lanar 47.082 toneladas.²⁷ Suponiendo que la gallinaza pudiera formar parte únicamente en la composición de la mitad de los piensos compuestos destinados al ganado vacuno y de los dos tercios de los que consumió el ganado ovino, se podría incluir este subproducto en las mezclas de unas 108.265 toneladas de piensos compuestos. Un mínimo de un 25 por ciento de gallinaza en la composición porcentual de las fórmulas equivaldría al uso de 27.066 toneladas de gallinaza desecada (10 por ciento de humedad), cantidad producida aproximadamente por 1.712.000 gallinas en un año.

La posibilidad de ofrecer a los rumiantes un pienso compuesto a precios muy inferiores a los actuales en el mercado, sin duda supondría un aumento inmediato del consumo de concentrados en estas especies domésticas además de un ahorro económico considerable.

El uso de la gallinaza en alimentación requiere un estudio previo de las condiciones óptimas y prácticas para su inclusión en las mezclas concentradas y valorar empíricamente su poder nutritivo.

Con este fin hemos realizado en ganado lanar una serie de trabajos experimentales utilizando diversas raciones en cuya composición se incluían excretas de aves.

II. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La utilización del nitrógeno no proteico por los rumiantes mediante la actuación de la flora simbiótica de sus preestómagos, encargada de convertirle en proteína, constituye un interesante tema en el campo de la fisiología animal.

Perseguimos con este trabajo aportar algún dato sobre la posible utilización de los componentes nitrogenados no proteicos de las excretas de aves en la alimentación del ganado ovino, tan necesitado a veces de una fuente nitrogenada en sus deficientes dietas. Uno de los componentes nitrogenados de la gallinaza es el ácido úrico.

Conocida la riqueza de la gallinaza en este compuesto químico y su supuesta utilidad en alimentación, se requiere la realización de pruebas biológicas en animales que tengan establecida una flora simbiótica activa. Con el fin de poder observar la influencia de las dietas sobre el crecimiento y engorde es necesario utilizar animales que reuniendo las condiciones anteriores se encuentren a su vez en período activo de crecimiento y desarrollo.

Con este objeto, hemos utilizado en nuestras pruebas ganado lanar de seis meses de edad, de la misma procedencia, análogo estado de desarrollo y en perfectas condiciones sanitarias.

La utilización de un nuevo alimento puede dar lugar a una serie de trastornos de distinto tipo que hace necesaria la realización de una prueba previa con el fin de descubrir esas posibles anomalías.

En este ensayo previo se puede observar el efecto favorecedor o perjudicial de una ración en cuya composición entra a formar parte la gallinaza en proporción adecuada como fuente nitrogenada, comparando los resultados con testigos que reciben una dieta semejante en la que han sido sustituidas las excretas de aves por otras fuentes nitrogenadas normalmente utilizadas en alimentación animal. Hay que observar la ape-

tecibilidad de la ración, efectos tóxicos, perturbaciones digestivas o de otro tipo, al tiempo que se realiza un periódico control de aumento o disminución de peso a lo largo de la prueba. Comprobada la inocuidad en el uso de este subproducto, en una segunda fase, habrá que realizar pruebas de digestibilidad utilizando raciones en las que el contenido de gallinaza difiera de unas pruebas a otras como igualmente la cantidad de pienso voluminoso administrado.

Mediante estas pruebas se observa la digestibilidad de los distintos principios inmediatos y las variaciones que en ella pueden originar los diferentes niveles de excretas, la mayor o menor cantidad de pienso voluminoso suministrado y en fin, la distinta composición porcentual de la ración.

Finalmente, con las mismas raciones anteriores se realizan pruebas de balance de Nitrógeno que nos indican fundamentalmente la cantidad de Nitrógeno retenido por los animales en cada una de las pruebas y en las condiciones alimenticias en que mejor se ha realizado esa retención, así como con las pertinentes determinaciones analíticas de ácido úrico tanto en las dietas, como en los productos de eliminación se averiguarán las condiciones más adecuadas para una máxima utilización del ácido úrico. Como para el proceso de síntesis proteica que tiene lugar en los preestómagos de los rumiantes se requiere la presencia en la ración de un substrato donador de energía, es de desear averiguar si los extractivos libres de Nitrógeno presentes en las excretas de aves, como restos no digeridos del pienso, son suficientes o es necesario el aporte de una fuente hidrocarbonada distinta incorporada a la ración.

En resumen, dentro de las múltiples y amplias facetas a investigar en este campo, en el presente trabajo nos hemos concretado únicamente, dentro de nuestras posibilidades, a estudiar los efectos tóxicos que el uso de excretas de aves desecadas pudiera presentar en la alimentación de los rumiantes, así como el efecto que sobre la digestibilidad y balance de nitrógeno de las raciones pudiera tener su inclusión en las mismas, pretendiendo aportar algún dato que sirva de base para posteriores estudios.

III. REVISION BIBLIOGRAFICA

1.^o Estado actual de la bioquímica del rumen.

a) Bioquímica de los compuestos nitrogenados.

Durante el último siglo se lograron avances en el campo de la nutrición de los rumiantes que se dejaron sentir en las explotaciones ganaderas de los países adelantados.

Sin embargo, las importantes funciones desempeñadas por el rumen en los procesos digestivos han sido descubiertas y estudiadas únicamente desde hace unos 50 años, como consecuencia lógica de los avances que la bioquímica y fisiología animal han logrado últimamente.

Los estudios fisiológicos clásicos estaban fundamentalmente basados sobre lo que ocurría en los animales monogástricos, hasta que los procesos específicos y característicos de los reservorios gástricos de los rumiantes han sido estudiados intensivamente. Mc DONALD⁶⁹ entre otros ha aportado en sus trabajos sobre degradación y síntesis proteica un más completo conocimiento del importante papel desempeñado por el rumen en el metabolismo nitrogenado. Las complejas interacciones entre los alimentos ingeridos y la flora microbiana han sido y son actualmente discutidas desde un punto de vista bioquímico.

No obstante, los conocimientos actuales sobre la digestión de la proteína en el rumen parecen ser más incompletos que los que existen sobre la digestión de la celulosa y otros hidrocarbonados.

En los animales monogástricos los fermentos proteolíticos existentes en el tubo digestivo son los encargados de hidrolizar las uniones peptídicas. Estos enzimas actúan sobre las proteínas de elevado peso molecular.

La pepsina del jugo gástrico es la que realiza la descomposición de las proteínas en albumosas y peptonas. La tripsina pancreática actuando en medio alcalino, ataca a muchas proteínas como el colágeno, ovoalbúmina, seroglobulina y hemoglobulina. La quimiotripsina es un fermento existente también en el jugo pancreático, estando dotada de acción "lab" y actúa principalmente sobre los productos proteínicos formados por la pepsina y tripsina. La quimosina o fermento "lab" se encuentra abundantemente en el cuajar de los rumiantes. En el jugo entérico se encuentran: la carboxipeptidasa que actúa sobre los péptidos que contienen un grupo carbóxilo libre rompiendo el enlace próximo al grupo

carboxilo, las aminopeptidasas que realizan el desdoblamiento de polipeptidos que poseen un grupo amínico libre, la prolinasa y la iminopeptidasa. La mezcla de estos enzimas existentes en el jugo entérico recibe normalmente el nombre genérico de erepsina.⁸⁰

Los alimentos, generalmente para ser asimilados, es necesario que previamente sufran una digestión merced a la actuación de fermentos. Mediante ella se ocasiona una desintegración hidrolítica dando lugar a la formación de compuestos químicos más sencillos y elementales (aminoácidos), los cuales son utilizados por las células para construir productos específicos.

Normalmente, la digestión se realiza mediante la intervención de células especializadas que vierten los jugos digestivos en una cavidad donde se acumulan los alimentos. Los productos resultantes de la hidrólisis de las proteínas serán posteriormente las materias base para la formación de las proteínas orgánicas.⁸⁰

Estos productos nitrogenados, ocasionados en la hidrólisis proteica, entran por vía portal en la circulación sanguínea fundamentalmente en forma de aminoácidos, aunque también son absorbidas menores cantidades de amoníaco y péptidos sencillos.

Con los aminoácidos absorbidos se verifica la síntesis de las proteínas de los tejidos y otros compuestos hísticos no nitrogenados, proteínas y otros compuestos de las secreciones endocrinas, utilizándose igualmente en la reparación del desgaste que sufren los tejidos en el transcurso de los procesos que en ellos tienen lugar. Mediante procesos desaminativos, la cadena de carbono da lugar a la formación de hidratos de carbono y grasas y el amoníaco origina la formación de urea y otros compuestos nitrogenados (sales de amonio, creatinina, ácido úrico, ácido hipúrico) que se excretan por la orina fundamentalmente.⁸⁸

Puesto que las proteínas de cada tejido son específicas, se supone que el proceso de su elaboración tiene lugar en las propias células, en una superficie catalítica que constituiría el patrón para el agrupamiento de los aminoácidos absorbidos. En realidad, quedan bastantes puntos por aclarar el proceso mediante el cual el organismo animal sintetiza sus propias proteínas a partir de los aminoácidos o polipéptidos.

En los animales no rumiantes pues, los requerimientos de nitrógeno son satisfechos por la ingestión de proteínas que, de acuerdo con los procesos anteriormente descritos, son desdobladas en el estómago e intestino y absorbidas como péptidos o aminoácidos.

En los rumiantes, parte de la proteína ingerida con los alimentos puede seguir este mismo proceso, fundamentalmente cuando son difícilmente solubles, pasando a través del rumen sin ser hidrolizadas para en los siguientes tramos digestivos (cuajar e intestino) ser desdobladas mediante acciones fermentativas y absorberse en forma de aminoácidos o péptidos. Este camino también es seguido por las proteínas cuando las condiciones existentes en el rumen no son óptimas para que en él sean atacadas, o bien cuando las cantidades de proteína ingerida por el animal alcanza tales proporciones que no hay lugar para que parte de ella sufra transformaciones en el rumen.

Hasta el año 1938, existía la creencia generalizada de que el rumen no era sino un reservorio gástrico de alimentos, que allí esperaban para ser de nuevo masticados y que su influencia en los procesos digestivos era de nula o escasa importancia.⁸⁵ Por otra parte, el rumen posee una serie de características y propiedades, en cuanto a los procesos digestivos se refiere, que hacen que el metabolismo nitrogenado en los rumiantes difiera fundamentalmente de lo que ocurre en las demás especies animales.

El papel desempeñado por los microorganismos del rumen en el metabolismo nitrogenado es de una extraordinaria importancia en nutrición. Puesto que la saliva carece de enzimas proteolíticos, y los existentes en las plantas, al parecer, carecen de significación en los procesos de digestión proteica en el rumen y además éste no añade secreciones propias a su contenido, hay que atribuir fundamentalmente a los numerosos microorganismos del rumen las importantes acciones bioquímicas que tienen lugar en él. En los rumiantes pues, la ingestión de proteínas, como de otros principios, está sujeta al ataque por la población microbiana. La mayor contribución del rumen en el metabolismo nitrogenado es que puede modificar o suplementar la cantidad de nitrógeno ingerido que ha de ser utilizado por el animal (ANNISON E. P. and D. LEWIS 1959).³

El nitrógeno contenido en los alimentos entra en el rumen no sólo bajo forma de proteínas, sino también como compuestos nitrogenados no proteicos. Gran parte de este nitrógeno es utilizado por los microorganismos para formar parte de sus protoplasmas originándose amoníaco como compuesto intermediario. Otra parte de este amoníaco formado es conducido por vía portal al hígado dando lugar a la formación de urea que es excretada por la orina. No obstante, parte de esta urea reingresa en el rumen por la saliva. La proteína que abandona el rumen y pasa

al cuajar e intestino para ser digerida consta de la porción de proteína de los alimentos que no fue atacada en la panza y por la propia proteína integrante de los microorganismos (proteína microbiana).³⁵

Puesto que, como hemos dicho, los microorganismos del rumen son capaces de utilizar como fuente nitrogenada para su propio metabolismo compuestos nitrogenados no proteicos, se han realizado numerosas investigaciones con el fin de esclarecer los procesos bioquímicos que ocurren en el rumen y que desde un punto de vista económico suponen un magnífico ahorro al poder sustituir parte del nitrógeno aportado por las proteínas alimenticias por fuentes nitrogenadas no proteicas (urea, amoníaco, fosfatos de amonio, etc.).

La urea es desdoblada en amoníaco merced a la actividad ureásica de los microorganismos del rumen. Cuando se administran a los rumiantes compuestos nitrogenados simples en determinadas condiciones, el crecimiento y desarrollo bacteriano se realiza con normalidad por lo que se arguye que se puede elevar el contenido de proteína microbiana en el rumen aportando con los alimentos compuestos químicos nitrogenados no proteicos de fórmula diversa. En principio, sin embargo, no fue plenamente aceptado que la síntesis de proteína microbiana en el rumen pudiera tener una importante significación nutritiva.

El rumen tiene propiedades proteolíticas y por otra parte en su seno y mediante actuaciones microbianas se realizan síntesis proteicas.

Fue SYM¹⁰² en 1938, el primero que observó las propiedades proteolíticas del contenido ruminal, mientras que PEARSON y SMITH⁶⁰ en 1943 realizaron estudios sobre el ataque "in vitro" de las proteínas ejercido por el contenido ruminal y observaron los procesos de síntesis y desdoblamiento de las proteínas en el rumen.

McDONALD^{60 70} observó que grandes cantidades de amoníaco se formaban en el rumen en condiciones normales de alimentación, pero que la intensidad de la formación de este compuesto nitrogenado estaba íntimamente ligada al tipo de proteínas y carbohidratos existentes en la dieta. Este amoníaco es absorbido directamente a través del sistema venoso de las paredes de la panza y en parte, utilizando la saliva como vehículo, vuelve de nuevo al rumen bajo forma de urea.

Para la formación de una más clara idea sobre el ciclo de los compuestos nitrogenados en el metabolismo del rumen exponemos el esquema de CHALMERS y SYNGE²⁰ basado a su vez en el original de Mc DONALD. (Fig. 1).

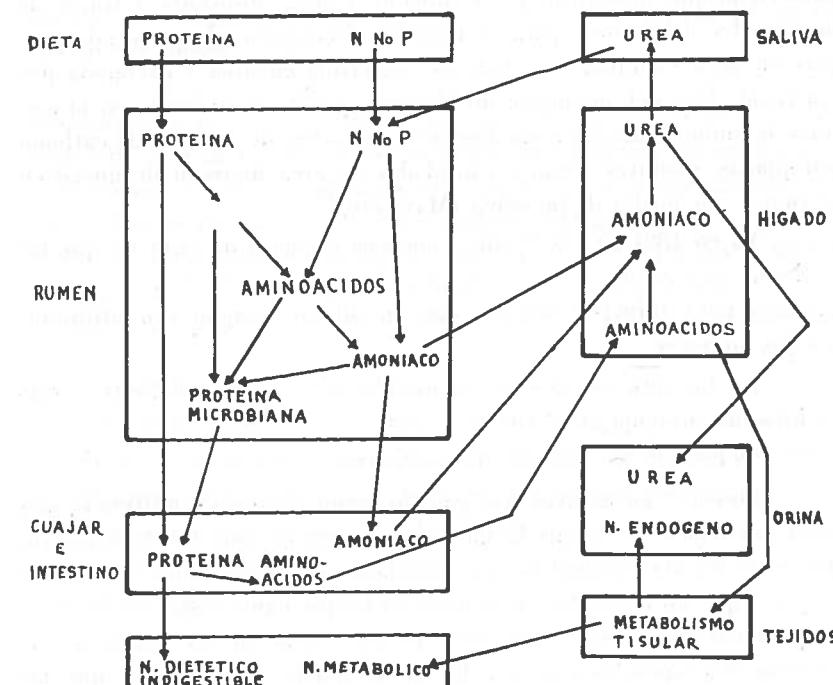


FIG. I METABOLISMO NITROGENADO EN LOS RUMIANTES. (Esq CHALMERS y SYNGE)

Es indudable que ocurren todas las reacciones que se muestran en el esquema citado pero su significación cuantitativa sólo ha sido fijada en parte mediante experiencias realizadas bajo determinadas condiciones de dieta. Según investigaciones realizadas por Mc DONALD⁷¹ cuando el 94 por ciento del nitrógeno total de una ración para ovinos era suministrado bajo forma de zeína, el 40 por ciento de ella era utilizada por los microbios del rumen para sintetizar sus propias proteínas.

El amoníaco producido mediante acciones enzimáticas microbianas en la panza a partir de la proteína o de los compuestos nitrogenados no protéicos de la dieta, es utilizado en parte por los microorganismos

para su propio desarrollo y crecimiento o bien, absorbido a través de las paredes del rumen, pasa al torrente circulatorio. Una elevada proporción de la cantidad absorbida es convertida en urea y excretada por vía renal. Algo del amoniaco, no obstante, puede ser utilizado en la síntesis de aminoácidos no esenciales por aminación de cadenas de carbono apropiadas, mientras algunas cantidades de urea ingresan de nuevo en el rumen por medio de la saliva (MAYNARD, ⁶⁵).

Ya en 1891 ZUNTZ ¹¹⁶ dio a conocer el punto de vista de que las bacterias en el rumen de los animales utilizan compuestos de nitrógeno no protéico para formar proteínas que en último término son utilizadas por los animales.

En los últimos años se ha establecido de forma definitiva, que es formada proteína en el rumen a partir de la urea, sales de amonio y otros compuestos de fórmula química diversa existentes en la dieta.

LOOSLI ⁶⁶ en ensayos con ganado ovino y caprino, utilizando una dieta purificada en la que la única fuente nitrogenada fue la urea, vio que el contenido ruminal poseía cantidades de aminoácidos 9-20 veces mayores que las existentes en la dieta en la que había vestigios de todos los aminoácidos excepto isoleucina. De un cálculo de las cantidades de aminoácidos suministradas por la ración diaria, se desprende que las pérdidas por heces y orina exceden considerablemente a las cantidades ingeridas con la dieta. Los animales, no obstante, retuvieron nitrógeno y ganaron en peso. El hecho de que los animales experimentales continúaran ganando peso durante más de tres meses con una dieta que contenía urea como única fuente nitrogenada, muestra la evidencia de la formación de aminoácidos en el rumen. Los resultados de estos experimentos indicaron que los diez aminoácidos esenciales fueron sintetizados en grandes cantidades.

Para HOGAN y PHILLIPSON ⁵⁷ aproximadamente el 36 por ciento del nitrógeno total de los alimentos ingeridos por la oveja desaparece antes de que éstos lleguen al duodeno. Esta disminución del contenido nitrogenado que los alimentos han experimentado cuando llegan al duodeno, es debida a la formación de amoniaco a partir de la proteína de la dieta, merced a la actuación de las bacterias que se hallan en el contenido ruminal de los óvidos. Parte de este amoniaco es incorporado al metabolismo nitrogenado de los microorganismos del rumen y otra parte es excretado por la orina bajo forma de urea después de haber

entrado en la circulación sanguínea a través del sistema venoso de las paredes del rumen.

Mc DONALD ⁷² observó la influencia que sobre el metabolismo nitrogenado en el rumen pueden tener los carbohidratos de la dieta, demostrando que la formación de amoniaco en el rumen era extremadamente escasa cuando la proteína era administrada conjuntamente con fuentes hidrocarbonadas fácilmente fermentescibles.

En experimentos realizados "in vitro" por MÜLLER y KRAMPTZ ⁸¹ con contenido ruminal de ovinos se observó en todas las pruebas una evidente disminución del nitrógeno total del líquido ruminal exento de proteínas y se demostró el aumento de éstas, lo cual sólo puede ser atribuido a la síntesis proteica microbiana.

También MC NAUGHT ⁷³ indica que es necesaria la presencia de cantidades suficientes de hidratos de carbono para establecer la hipótesis de formación de proteínas en la panza. En algunas pruebas con y sin adición de dextrosa en el substrato fermentativo, confirmó repetidas veces que, la síntesis proteica bajo el influjo de abundantes aportes de carbohidratos se realizó más intensamente.

JARIOROWSKI y colaboradores ⁶⁰ en trabajos sobre el valor de la proteína de alfalfa en rumiantes, señalaron que los enzimas de esta leguminosa pueden ser de importancia en los procesos fermentativos del rumen, ya que parece ser mejoran la actividad de los enzimas proteolíticos de los microorganismos.

La biosíntesis proteica del rumen permite la utilización de la mayor parte y quizás de todos los aminoácidos esenciales y limitantes, incluso cuando faltan en los alimentos naturales. Por este motivo cuando se trata de la alimentación de los rumiantes no es necesario prestar una gran atención a la calidad proteica de la ración, ya que incluso pueden utilizarse como fuentes nitrogenadas alimenticias productos no proteicos que desempeñan el papel de sustitutos parciales de la proteína alimenticia. Por otra parte el origen de los aminoácidos sulfurados que entran en la constitución de las queratinas de la lana deben ser casi totalmente alimenticio ya que al parecer los microorganismos del rumen tienen una capacidad poco desarrollada para la síntesis de aminoácidos sulfurados (CUENCA ²⁸).

Sobre el papel desempeñado por la actividad microbiana de la panza y su importancia en la nutrición han hecho BAKER y HARRIS ⁷ una excelente revisión bibliográfica.

b) *Bioquímica del material de sostén vegetal.*

Los microorganismos existentes en el rumen no sólo tienen importancia en cuanto se refiere al metabolismo nitrogenado y utilización del nitrógeno no proteico por el animal rumiante, sino que también su intervención y papel es de extraordinaria transcendencia en los procesos y transformaciones bioquímicas que sufren los polisacáridos complejos, los cuales constituyen en gran parte, el material de sostén vegetal. Además de la celulosa y pentosas, el material de sostén está integrado por un compuesto de naturaleza química compleja denominado lignina que fundamentalmente constituye las partes leñosas de las plantas.

Los enzimas normalmente existentes en el aparato digestivo de los animales son incapaces de realizar un ataque y desdoblamiento de la celulosa. Estos polisacáridos complejos, por otra parte, constituyen un gran porcentaje en los forrajes consumidos por los herbívoros como alimentos. Mediante acciones enzimáticas, llevadas a cabo por determinados tipos de microorganismos ruminantes, tanto las celulosas, hemicelulosas y pectinas como las pentosas, pueden ser desdobladas, dando lugar a la formación de azúcares de estructura más simple como productos intermediarios, originando finalmente ácidos grasos de corto número de átomos de carbono. Mediante estos procesos, los hidratos de carbono complejos pueden constituir una fuente nutritiva para los rumiantes.

TAPPEINER¹⁰³ en 1884, en estudios "in vitro" sobre la fermentación de la celulosa por bacterias procedentes del rumen de buey, demostró que se formaban grandes cantidades de ácidos grasos volátiles y en 1885 HENNEBERG y STOHMANN⁵⁴ ratificaron el hecho de producción de ácidos grasos de cadena corta como consecuencia de la fermentación de la celulosa por los microorganismos del rumen.

El ácido acético es el principal producto final del desdoblamiento de la celulosa e hidratos de carbono complejos en la panza. En menor proporción se originan ácido propiónico y ácido butírico, como igualmente gases tales como metano y anhídrido carbónico y en determinados casos hidrógeno. Aunque por regla general el ácido graso que figura en mayor proporción es el acético, que suele constituir de las dos terceras a las tres cuartas partes del total, en el porcentaje de estos ácidos influyen una serie de factores entre los cuales ocupan lugar destacado la naturaleza de los alimentos y la cantidad y tipos de microorganismos exis-

tentes. En menores cantidades también se forman indicios de otros ácidos distintos a los citados anteriormente. BAKER⁶ haciendo estudios sobre la microflora y microfauna del rumen del ganado vacuno observó la presencia de organismos yodófilos y no yodófilos. Los primeros fueron posteriormente clasificados a su vez como formas libres y fijas. Observó que el almidón y la celulosa eran desdoblados por elementos fijos que corrientemente estaban unidos a fragmentos vegetales. Las formas libres se encuentran en suspensión en el líquido ruminal.

El número total de bacterias en el rumen es extraordinariamente grande, habiéndose obtenido cifras en óvidos del orden de 30 a 56×10^9 /ml. Se han realizado numerosos trabajos de tipo bacteriológico, especialmente a partir de 1940, sobre la microflora del rumen y DOETSCH y ROBINSON⁵⁵ efectuaron en 1952 una importante revisión bibliográfica. Según estos autores, varios tipos fisiológicos pueden estar presentes en cada uno de los grupos morfológicos de bacterias. La flora bacteriológica del rumen se desarrolla en condiciones impuestas por la única e intrincada constitución del órgano, que es anaerobio, con una reacción de pH generalmente cercana a la neutralidad, siendo su temperatura de 39°C y existiendo en la mayoría de los casos en su interior materias celulosas en cantidad.

Según BAKER y HARRIS⁷ el predominio de formas yodófilas es característica de la desintegración de la estructura de la celulosa en el tracto digestivo. Las formas fijas yodófilas fueron estudiadas por este autor y colaboradores distinguiendo diversos tipos morfológicos.

Su acción sobre la descomposición de la celulosa es demostrada palpablemente porque alrededor de los microorganismos se forman cavidades enzimáticas.

Según BRYANT²¹ las principales bacterias capaces de desintegrar la celulosa en el rumen son: *Bacteroides succinógenes*, *Butyrivibrio fibrosolvens*, *Ruminococcus flavefaciens*, *Ruminococcus albus* y *Cillobacterium cellulolosvens*.

En el rumen de los óvidos existen bacterias celulolíticas extraordinariamente activas, capaces de desdoblar del 70 al 90 por ciento de todos los tipos de celulosas en tres días.⁵⁶

El papel desempeñado por los protozoos en la digestión de la celulosa se ha discutido ampliamente y así ha sido tan frecuentemente admitida como negada la intervención de los oligótricos ciliados del rumen en este proceso. Es un hecho fehaciente, que de las estructuras

celulosicas que se encuentran normalmente en el rumen, únicamente una fracción, relativamente pequeña, está constituida por partículas de un tamaño que permite su ingestión por los grandes ciliados del rumen.⁵ Además, las partículas ingeridas por estos microorganismos van siempre acompañadas de bacterias y comúnmente las partículas están ya en proceso de desintegración. Los protozoos, según HALLIVELL, se comportarían a modo de "micro-rumiantes" que se beneficiarían de los procesos de desintegración celulósica ocasionada por las bacterias. Cuando por acción del sulfato de cobre se produce una eliminación de los protozoos existentes en el líquido ruminal, no se reduce significativamente la cantidad de celulosa digerida. Por éstos y otros hechos parece ser que los protozoos tienen solamente un insignificante papel en la digestión de la celulosa.

Según BAKER⁷ los microorganismos tienen acceso a la estructura de las plantas por diferentes caminos: por invasión de la pared o lámina intermedia de unión de las células, por penetración en la luz de las fibras o bien por invasión de las estructuras celulares.

La importancia de la digestión microbiana de los carbohidratos en el rumen se fundamenta en el hecho de que, normalmente del 40 al 80 por ciento de la materia seca ingerida desaparece en la panza y bostone y de este porcentaje el 80 por ciento está constituido por hidratos de carbono.

La fermentación de la celulosa en los últimos estadios de digestión probablemente se asemeja a la de otros polisacáridos. Así la glucosa o celobiosa que se forma sería atacada enzimáticamente y la mezcla de ácidos grasos volátiles se absorbería a través de las paredes del tracto digestivo. Por el contrario, las primeras fases de la hidrólisis de la celulosa hasta la formación de glucosa y celobiosa están mucho menos determinadas y aclaradas.

La degradación de la celulosa hasta azúcares simples, parece realizarse mediante un proceso enzimático que consta de tres fases: en primer lugar, la celulosa sería degradada a polisacáridos más simples y más fácilmente hidrolizables aunque aún pueden ser insolubles; en una segunda fase, se producirían por hidrólisis enzimática glucosa y celobiosa de forma análoga a como ocurre con otros polisacáridos; en una tercera fase, por actuación de la celobiosasa se produciría una hidrólisis de la celobiosa hasta formación de glucosa.⁵⁰ Por fosforilización de la

glucosa e intervención del ácido pirúvico se originarían ácidos grasos.¹¹³

En numerosos trabajos se ha comprobado que existen gérmenes no celulolíticos poseedores de enzimas capaces de atacar la carboximeticcelulosa y otros derivados de la celulosa.

SYPESTIN aisló un microbio en el rumen de bóvidos, el *Ruminococcus flavefaciens*, que es un anaerobio estricto, Gram positivo capaz de atacar la celulosa y celobiosa pero no la maltosa, glucosa, lactosa y xilosa.

Los productos finales de la fermentación de la celulosa y celobiosa muestran que 25 por ciento del carbono es recuperado como succinato; 23 por ciento como acetato y 10 por ciento como formiato.

La digestión de la celulosa por los microorganismos del rumen está influenciada por una serie de factores. Ya en 1864, HENNEBERG y STOHMANN demostraron que la adición de melazas o azúcares a la ración tiene como consecuencia una disminución de la digestibilidad de la fibra bruta.

BURROUGHS y colb.²³ demostraron que algunos alimentos influyen en la acción de los microorganismos del rumen sobre la digestión de la celulosa. Observaron que los solubles desecados de destilería, la harina de soja y lino tienen una acción favorecedora en la desintegración de la celulosa en la panza.

BURROUGHS²² también observó en sus experiencias sobre digestión en el rumen, que la digestibilidad de la materia seca de los forrajes descendía cuando en la ración estaban presentes alimentos amiláceos o simplemente almidón. Análogos efectos depresores del almidón sobre la digestibilidad de la fibra bruta, fueron observados por KANE y colbs.⁶², por ABOU AKKADA y EL-SHAZLY¹ y CHAS y colbs.³⁰

EL-SHAZLY y colbs.³⁷ realizaron estudios "in vitro. e "in vivo" con el fin de determinar la naturaleza de la inhibición ejercida por el almidón sobre la digestión de la celulosa, indicando que esta inhibición era debida principalmente a la competición que se establece entre los grupos celulolíticos y amilolíticos de bacterias para los nutrientes. Estos autores han establecido cuatro hipótesis fundamentales para explicar el efecto desfavorable del almidón sobre la digestión de la celulosa. En primer lugar se supone la producción de un inhibidor de la celulolisis por los microorganismos amilolíticos; en segundo lugar, la fermentación del almidón, debido a la producción de ácidos, ocasionaría un descenso

del pH; en tercer lugar, se establecería una competición para los nutrientes esenciales que tendría por resultado una proliferación dominante de los microorganismos amilolíticos en detrimento de los celulolíticos y finalmente las dietas ricas en almidón originarían un predominio de la flora amilolítica.

Según BARNETT¹⁰, otras pruebas experimentales han demostrado que las bacterias del rumen son extraordinariamente sensibles a los cambios en la concentración de azúcar en el medio y que algunos niveles de azúcar pueden ser estimulantes de la digestión de la celulosa. Así por ejemplo HOFLUND y colbs.⁵⁶ encontraron que pequeñas concentraciones de glucosa estimulaban la digestión de la celulosa "in vitro", mientras que niveles altos ocasionan una disminución de la digestibilidad al encontrar las bacterias otra abundante fuente de energía fácilmente utilizable. En experimentos llevados a cabo en óvidos se ha comprobado también que niveles de 1 a 3 por ciento de sacarosa incrementan la digestibilidad de la celulosa, mientras que una suplementación con este azúcar a niveles de 9 por ciento originan una disminución de la digestibilidad de la misma.

La adición de urea, parece ejercer una acción favorable sobre la digestión de la celulosa, según indican los trabajos de EL-SHAZLY³⁷. Análogos resultados fueron obtenidos por REDDY³⁸ quien llegó a la conclusión de que la incorporación de urea en raciones con alto contenido en fibra bruta se comporta como una muy útil fuente de nitrógeno.

También BRÜGGEYAN y colbs.¹⁹ observaron que la adición de urea en las raciones origina un incremento de la actividad celulolítica del rumen, dando lugar a una elevación en la cantidad de ácidos grasos volátiles como producto final de degradación de la celulosa.

BELASCO¹² en estudios "in vitro" ha demostrado que la adición de urea a la dieta es más efectiva que la adición de concentrados proteicos en el incremento de la digestibilidad de la celulosa en el rumen considerando que la relativa disponibilidad de nitrógeno amoniacal puede ser un importante factor para una eficiente digestión de la fibra bruta.

No obstante, todo lo dicho, la influencia del nitrógeno sobre la digestibilidad de la celulosa no ha sido aún aclarada por completo y así numerosos investigadores han fracasado en sus intentos de lograr un incremento de la digestibilidad de dicho polisacárido mediante la adición exclusiva de proteína o sustancias ricas en proteína a la dieta. Por ejemplo HEAD⁵² opina que la actividad celulolítica presenta una total

independencia de la suplementación nitrogenada, cuando el substrato alimenticio contiene aproximadamente un 1 por ciento de nitrógeno. Según esto, parece ser que el efecto estimulante del nitrógeno puede ser puesto en evidencia en el caso de que la dieta posea un nivel adecuado de hidrocarbonados fácilmente asimilables y cantidades mínimas de proteínas. En estas condiciones, los organismos que digieren el azúcar o el almidón utilizarían, como anteriormente dijimos, todas las fuentes asequibles de nitrógeno y privarían de este elemento a los microorganismos celulolíticos.

ELLIS y PLANDER³⁹ en experimentos con corderos, observaron que con raciones que contenían dos por ciento de nitrógeno, la digestibilidad fue máxima y niveles más altos de este elemento dieron lugar a una disminución de la digestibilidad de la celulosa, de la materia orgánica y sustancias extractivas libres de nitrógeno.

BURROUGHS²⁴ trabajando con el rumen artificial demostró que los microorganismos de la panza tienen variables necesidades de sodio, potasio, calcio, magnesio, fósforo, azufre y cloro e igualmente observó que al parecer el hierro y el fósforo son efectivos como estimulantes de la digestión de la celulosa. BENTLEY y colbs.¹³ hallaron en estudios "in vitro" que las purinas mejoran considerablemente la actividad de las bacterias celulolíticas del rumen.

Otros trabajos demuestran que el ácido valérico, caprónico, isobutírico e isovalérico estimulan la descomposición de la celulosa. Ciertos aminoácidos, tales como valina, prolina y leucina ejercen una acción celulolítica.¹⁰ También se ha observado que, extractos de alfalfa, líquido de rumen esterilizado y extractos estériles de heces favorecen o estimulan la digestión de la celulosa. WASSERMAN¹⁰⁹ estudió el efecto que sobre las bacterias celulolíticas pudiera tener la adición de diversos antibióticos. De estos trabajos se dedujo que, pequeñas concentraciones de penicilina y estreptomicina y todas las concentraciones de neomicina estimulan los microorganismos desdobladores de la celulosa, mientras que altas concentraciones de cloromicetina y estreptomicina inhibieron la actividad celulolítica.

De lo anteriormente expuesto se deduce que la desintegración de la celulosa por las bacterias es un proceso influenciado por una serie de factores y que las condiciones óptimas para el desdoblamiento de los polisacáridos complejos no coinciden con aquellas que resultan más adecuadas para la síntesis proteica del rumen.

Las pentosanas también forman parte del material de sostén vegetal y se clasifican en arabanas y xilanas según que en sus desdoblamientos hidrolíticos se originen arabinosa o xilosa. Se encuentran en todas las plantas, pero especialmente en aquellas que se hallan en un estado de lignificación avanzado.

La arabana está formada por restos de l-arabinosa unidos con una ligazón glucosídica; por otra parte la xilana está constituida por anillos de xilopiranosa unidos por los carbonos 1 y 4.

El principal componente de las pentosanas es la xilana que puede llegar a constituir del 16 al 20 por ciento de la materia seca de las hierbas y henos, de aquí la importancia que su aprovechamiento tiene en la alimentación de los rumiantes. Trabajos realizados por HEALD⁵³ indican que alrededor del 40 por ciento de las xilananas ingeridas por los óvidos son digeridas en el rumen y que aproximadamente de 60 a 80 gramos de xilosa pueden ser digeridos diariamente por los óvidos en pastoreo.

Estudios llevados a cabo por HOWARD⁵⁸ y GRAY y WELLER⁴⁸ sobre la degradación de las pentosanas por suspensiones de bacterias del rumen, dieron por resultado que estos polisacáridos, por degradación microbiana, forman en primer lugar mono y oligosacáridos, que posteriormente originan ácidos grasos volátiles de pequeño número de átomos de carbono y CO₂. Es una realidad pues, que la xilosa y la arabinosa, azúcares que constituyen las pentosanas son fermentadas por mezclas de bacterias del rumen y que incluso algunas de estas bacterias aisladas en cultivo puro son capaces de fermentar la xilosa.

En el contenido ruminal del ganado vacuno ha sido encontrada la acción fermentativa de la xilana que ejerce el *Butyrivibrio fibrisolvens*. El *Bacterium amylógenes* aislado en gran número del rumen de óvidos también posee acción fermentativa sobre la xilana. HOWARD y colaboradores estudiando un extracto libre de células comprobaron la existencia de un enzima que hidroliza la xilobiosa, xilotriosa y xilotetraosa pero no las pentosanas, y otros dos enzimas que degradaron las pentosanas a dextrinas y oligosacáridos. Como productos finales de la degradación de la xilana o xilosa por el *Bacterium amylógenes*, se encontró fundamentalmente ácido butírico y más pequeñas cantidades de otros ácidos grasos.

Las sustancias pécticas tan abundantes en los vegetales, también son digeridas en alta proporción por los óvidos. MICHAUX⁷⁴ encontró que la digestibilidad de las pectinas y ácidos pécticos en los óvidos llega

a ser del 75 al 90 por ciento, siendo en corderos considerablemente más baja.

Una atención especial merece la lignina en relación con la digestibilidad. La lignina es un compuesto químico polímero no glucídico, que se encuentra en las partes leñosas de las plantas y que en algunas de ellas puede llegar a constituir del 15 al 30 por ciento de la materia seca. Acompañada de la celulosa y otros polisacáridos complejos forma el material de sostén vegetal. Contiene del 59 al 67 por ciento de carbono y un número variable de grupos metoxilos, que generalmente se encuentran en posición orto con relación a los grupos hidroxifenilpropanos que son las unidades de repetición fundamentales. El peso molecular es de 1.000 a 10.000.

La forma en que la lignina se encuentra en relación con la celulosa y demás polisacáridos complejos en los tejidos de sostén de las plantas, no está suficientemente aclarada. Mientras que para unos autores la lignina está unida solo físicamente, para otros, la unión con la celulosa y sobre todo con las pentosanas es de tipo químico.

Según FREUDENBERG⁴² la estructura de la pared celular puede compararse con la del cemento armado. Los polisacáridos desempeñarían el papel de las barras de hierro mientras que la lignina tendría un papel análogo al del cemento.

El grado de lignificación de las plantas y debido a su íntima relación con la celulosa y pentosanas influyen sobre la digestibilidad de éstas. Dependiendo entre otros factores del grado de lignificación, los coeficientes de digestibilidad de la celulosa oscilan entre 30 y 80. Este hecho se explica en parte porque estos polisacáridos (celulosa y pentosanas) estarían protegidos por la lignina del ataque por los microorganismos del rumen formando una barrera física a las bacterias.

DEHORITY³² también demostró experimentalmente este hecho de que la digestión de las hemicelulosas y pectinas está considerablemente influenciada por la madurez del forraje, achacando este efecto a que la lignina forma, como hemos dicho, una barrera física entre las hemicelulosas y pectinas de la planta y las bacterias encargadas de su ataque.

Por otra parte parece ser que la masticación prolongada de los alimentos puede facilitar el ataque microbiano de la celulosa, ya que por acción mecánica, la protección de este polisacárido sería destruída en parte y quedarían puertas abiertas para el subsiguiente ataque microbiano. Por este hecho el grado de molienda pudiera influir sobre las

cantidades digeridas, aunque en este punto no se muestran de acuerdo todos los autores.

La acción de los álcalis sobre el material de sostén vegetal ocasiona un aumento de la digestibilidad de la celulosa, debido posiblemente a la disolución de parte de la lignina por aquellos agentes químicos o la ruptura del complejo celulosa-lignina.

Algunos autores atribuyen incluso a la lignina propiedades bacteriostáticas (PLOETZ⁶⁰, LAWTON⁶¹).

En contraposición a las pruebas admitidas por numerosos autores en pro de la estabilidad de la lignina en el organismo animal, otros investigadores defienden la tesis de que la lignina en sí es digestible en algunas circunstancias. Probablemente el porcentaje de lignina digerido es pequeño, aunque algunos autores dan cifras de digestibilidad del orden del 14 y 32 por ciento.

ZORITA⁶⁴ en experimentos con óvidos encontró una disminución de los grupos metoxilos de la lignina en el tracto digestivo y una fijación del nitrógeno en la molécula de la lignina del orden de 10 gramos de proteína por cada 100 gramos de lignina ingerida, lo que supone una disminución considerable del aprovechamiento del nitrógeno por el animal digna de tener en cuenta.

Un hecho saliente que se desprende del metabolismo hidrocarbonado en el rumen es que, los ácidos grasos volátiles son fundamentalmente los productos finales originados. La cantidad de ácidos grasos volátiles producidos en los óvidos y expresados como ácido acético es del orden de 156 a 195 gramos. Como en la combustión de un gramo de ácido acético se producen 3,49 calorías la energía utilizable de este origen es del orden de 544 a 681 calorías.

MC ANALLY y PHILLIPSON calcularon que entre dos y cuatro gramos de ácidos volátiles expresados como ácido acético pueden ser absorbidos del rumen y retículo por hora considerando estas cifras como valores mínimos.

Es un hecho evidente que grandes cantidades de ácidos grasos pueden atravesar y absorberse a través de la pared del rumen y retículo incorporándose a la sangre. El pH de la solución del rumen interviene en la velocidad de absorción de los ácidos grasos volátiles, siendo mucho más acentuada con pH ácido.

El ácido acético es rápidamente metabolizado una vez absorbido. Puede ser directamente oxidado por los tejidos, constituyendo una im-

portante fuente energética para el organismo o bien puede ser utilizado en la formación de grasas o carbohidratos. Las cantidades destinadas a cada uno de esos fines no están del todo establecidas. El ácido propiónico puede dar lugar a la formación de glucógeno, por lo que es lógico que siga en sus procesos metabólicos el mismo camino que la glucosa. La totalidad de los ácidos grasos volátiles producidos en el rumen no son formados exclusivamente por la fermentación de los hidratos de carbono, sino que a partir de las proteínas también pueden originarse algunas cantidades.

Se calcula que los ácidos grasos producidos en el rumen cubren por lo menos el 50 por ciento de las necesidades energéticas basales.

c) *Bioquímica de los hidratos de carbono fácilmente hidrolizables.*

Además de los polisacáridos complejos, que en unión de la lignina constituyen el material de sostén vegetal, en la dieta de los rumiantes se encuentran también en abundancia otra serie de azúcares. Entre otros, son de gran importancia en nutrición animal monosacáridos tales como la glucosa y fructosa, disacáridos como la sacarosa, trisacáridos como la rafinosa y finalmente un polisacárido, el almidón, extraordinariamente abundante en el reino vegetal donde constituye una de las principales materias de reserva.

Los glúcidos rápidamente fermentescibles como la glucosa, fructosa y sacarosa son desdoblados inmediatamente en el rumen y de la misma forma que ocurre en la degradación de los hidratos de carbono complejos, los productos finales fundamentales son también ácidos grasos volátiles tales como el acético, propiónico y butírico.

La fermentación de la glucosa "in vitro" por los microorganismos del rumen ha sido estudiada detalladamente por ELSDEN⁶⁶ que observó la formación de ácido acético, propiónico y butírico como productos finales de su desdoblamiento. DOETSCH y colbs.⁶⁴ estudiaron también la acción de bacterias del rumen sobre la lactosa y glucosa obteniendo igualmente como productos finales ácidos grasos volátiles.

En la saliva de los rumiantes no han sido encontradas amilasas mientras que en el contenido ruminal se ha comprobado la existencia de una amilasa que hay que atribuirle un origen microbiano.⁶²

Sin embargo, no la totalidad de los azúcares que ingresan con los alimentos son desdoblados en el rumen, sino que parte de ellos pasan a

los tramos posteriores del aparato digestivo donde las carbohidratos digestivos son las encargadas de digerirlos. Allí, como normalmente ocurre en el metabolismo de los hidratos de carbono, las hexosas formadas, para absorberse, sufren un proceso de fosforilación originando los ésteres hexosafósforicos antes de su absorción e incorporación por vía sanguínea al organismo. La glucosa puede ser quemada o polimerizada de nuevo, convirtiéndose en glucógeno en el hígado y otros tejidos. La degradación oxidativa de los hidratos de carbono se verifica mediante una serie de fases en las que el ácido pirúvico es el punto de partida, constituyendo lo que recibe el nombre de ciclo de Krebs o del ácido tricarboxílico. Los productos de la oxidación de los ácidos grasos también desembocan en este ciclo.⁸⁰

No obstante, la mayoría de los carbohidratos que llegan como tales al intestino delgado de los rumiantes están formados por los componentes hidrocarbonados de los microorganismos ruminantes, tales como membranas o cápsulas de células bacterianas y polisacáridos almacenados en el protoplasma de los protozoos.

Se ha atribuido a los protozoos el papel de almacenar en su organismo importantes cantidades de carbohidratos de los alimentos. De esta forma, estos hidratos de carbono no darían lugar a la formación de ácidos grasos volátiles en el rumen, sino que son utilizados por el animal rumiante cuando los protozoos, siguiendo el curso de los alimentos llegan al intestino delgado y allí son digeridos.

Parece ser cierto pues, que los protozoos desempeñan la función de almacenes de reserva de carbohidratos utilizando para ello azúcares solubles y almidón procedentes de la dieta.

Las bacterias del rumen tienen también la facultad de verificar la síntesis de polisacáridos y el número de estas bacterias en el rumen se incrementa considerablemente cuando en la ración abundan el almidón o azúcares similares. Los polisacáridos microbianos formados son hidrolizados posteriormente en forma análoga a los de la dieta.

La naturaleza de los polisacáridos que originan por síntesis las bacterias del rumen ha sido detenidamente estudiada por GIBBONS observando que algunos compuestos se forman cuando el substrato está constituido por exosas o pentosas.

Según ANNISON y LEWIS³ los azúcares simples son metabolizados tanto por los protozoos como por las bacterias.

ELSDEN⁸¹ como resultado de trabajos experimentales, vio que la glucosa desaparece lentamente del rumen de ovejas cuando fueron alimentadas con heno de pobre calidad, mientras que, cuando se repitió el experimento con dietas de heno de buena calidad, la glucosa fue rápidamente fermentada. Estas diferencias fermentativas están probablemente en íntima relación con la existencia de hidratos de carbono fácilmente fermentables en la ración. Según este autor, no está dilucidado si el incremento en la actividad glucolítica es debido al desarrollo de sistemas enzimáticos adaptativos que fermentan la glucosa o, como parece ser más probable, al aumento en el líquido ruminal del número de microorganismos tradicionalmente fermentadores de la glucosa. El almidón, que es uno de los principales componentes de los alimentos utilizados por los rumiantes, es rápidamente fermentado en el rumen, dando lugar a la formación de ácidos grasos volátiles. Aunque el almidón puede ser desdoblado por los microorganismos ruminantes, este hidrato de carbono, por acción de los enzimas digestivos existentes en el intestino delgado, puede llegar a ser despolimerizado a glucosa con relativa facilidad, no siendo, por lo tanto, el rumen imprescindible para su aprovechamiento.

HOBSON y MAC PHERSON⁵⁵ aislaron del Clostridium butyricum y de un estreptococo amilolítico del rumen, una amilasa extracelular. Microorganismos tales como *Bacteroides ruminicola*, *Butyrivibrio fibrisolvens*, *Succinivibrio dextrinosolvens*, *Succinimonas amilolytica* y *Selenomonas ruminantium* intervienen activamente en el ataque enzimático del almidón, si bien la mayoría son susceptibles de atacar igualmente otros substratos hidrocarbonados.

Los gránulos intactos de almidón son más resistentes a la acción enzimática de las amilasas microbianas. También hay diferencia, en cuanto a la facilidad de ser digeridos, entre los almidones procedentes de diferentes plantas y a este respecto es un hecho fehaciente la resistencia presentada por el almidón de la patata y el rápido desdoblamiento del almidón del maíz. Los gránulos de almidón están recubiertos con una capa externa de amilopectina que opone dificultades al ataque microbiano.

En el caso concreto del almidón, ya TRIER¹⁰⁶ en 1926 comprobó microscópicamente que el almidón es digerido en el rumen por los ciliados, hecho que ha sido también comprobado por numerosos investigadores. Este mismo autor hizo notar que la digestión por los ciliados iba

acompañada por la deposición de glucógeno en forma de gránulos en el citoplasma.

Lo mismo que se indicó al hablar de la bioquímica del material de sostén vegetal, en principio se pensó que la degradación del almidón en los protozoos era efectuada por los enzimas de las bacterias digeridas por aquellos en unión del almidón y no por sus secreciones propias, pero OXFORD¹⁷ ha demostrado que los protozoos holótropos del contenido ruminal tienen un activo metabolismo hidrocarbonado incluso en ausencia de bacterias. No obstante parece ser que los protozoos tienen un papel de menor importancia en la digestión del almidón que el que realizan las bacterias.

Datos proporcionados por WELLER y GRAY¹⁸ señalaron que solamente de siete a ocho gramos de almidón pasaron a través del cuajar diariamente cuando la ración contenía 148 gramos de almidón. El desdoblamiento enzimático del almidón en el rumen, está influenciado por la cantidad y naturaleza de los constituyentes nitrogenados de la ración, siendo necesario un mínimo nivel de proteína que es esencial para supplementar los requerimientos de nitrógeno de los microorganismos que atacan dicho polisacárido.

Los ácidos grasos originados en el desdoblamiento de estos carbohidratos, conducidos al hígado y metabolizados, tienen la misma aplicación que los producidos al hablar de la bioquímica del material de sostén vegetal. Parte del ácido acético y butírico son, mediante intervención de la coenzima A, utilizados en la síntesis de la grasa de la leche. También pueden dar lugar a la formación de glúcidos o prótidos.

2.º La utilización del nitrógeno no proteico.

a) El problema concreto del ácido úrico.

El ácido úrico o sustancias en cuya composición se encuentra, se ha ensayado pocas veces como constituyente de las raciones alimenticias para el ganado como lo demuestra la literatura científica mundial.

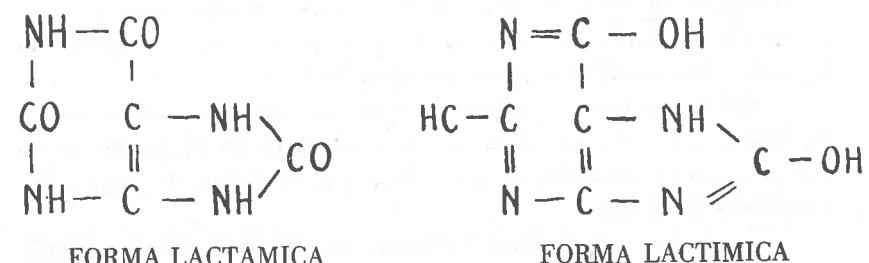
El ácido úrico es la 2, 6, 8 trioxipurina y fue la primera de las purinas que se descubrió aislando por primera vez por STEELE en 1776 como constituyente de los cálculos urinarios. (BEST y TAYLOR¹⁹).

El ácido úrico se encuentra abundantemente al estado de uratos en el guano y excrementos de pájaros y reptiles. Para su obtención se puede utilizar el guano mediante ebullición con potasa cáustica, que lo

disuelve y precipitando a continuación con ácido clorhídrico. Cristaliza en agujas rómbicas, muy poco solubles en agua fría y en alcohol y solubles en glicerina y líquidos alcalinos.

El ácido úrico en solución, puede presentarse en dos formas: lactámica y lactímica. En la forma lactámica los átomos de oxígeno de la molécula constituyen grupos de carácter cetónico mientras que en la forma lactímica constituyen grupos alcohólicos.

A continuación representamos sus fórmulas químicas:



El predominio de una forma sobre la otra depende de la concentración de hidrogeniones del medio. Si la acidez aumenta predomina la forma lactámica. La forma lactímica es más soluble que la lactámica y es la que puede formar sales con ciertos metales. Según determinaciones realizadas por GUDZENT, el ácido úrico se disuelve en el agua a 37º C en la proporción de 6,49 ml/100 cc. Las sales monometálicas de sodio, potasio, amonio o litio, presentan la característica de ser más solubles que el ácido y en especial las de litio. En la orina también la solubilidad del ácido úrico es pequeña y depende de forma fundamental del pH de aquella.²⁰

Según CREEK²¹, el ácido úrico constituye uno de los principales productos finales del metabolismo nitrogenado en las aves, siendo un compuesto químico altamente insoluble y relativamente no tóxico. Contiene 8,21 calorías/gramo de nitrógeno mientras que la urea contiene 5,41 calorías/gramo. Aproximadamente una cuarta parte del nitrógeno de la dieta ingerida es excretada bajo forma de ácido úrico en los pollos. Según datos del autor citado anteriormente, parece ser que la excreción del nitrógeno se incrementa con la edad de los animales, consecuencia

lógica del descenso en necesidades protéicas conforme las aves tienen más edad.

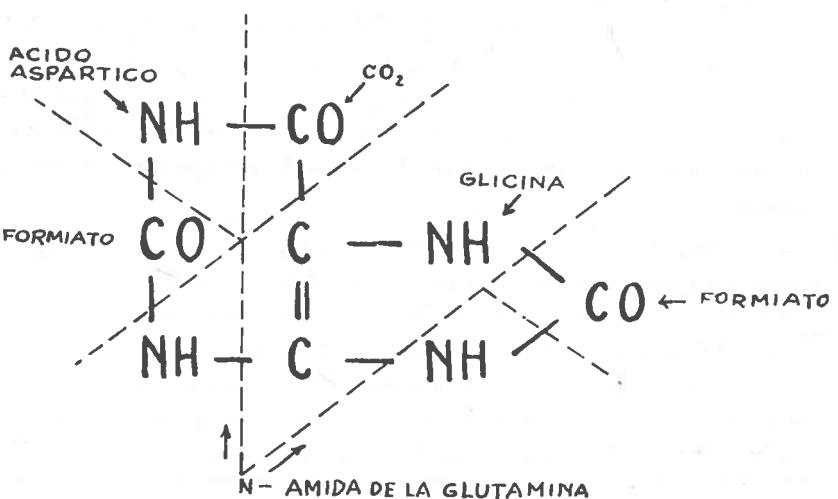
El ácido úrico es un producto de excreción que, en los animales uricotélicos, como las aves, tiene tanta importancia como la urea en los ureotélicos y constituye en aquellos el producto final del metabolismo, no sólo de los cuerpos purínicos, sino también de las proteínas ordinarias.

La hepatectomía en el perro ocasiona el cese de producción de urea y en el ganso da lugar a la supresión de la síntesis de ácido úrico. En ambos casos, la hepatectomía da lugar a una acumulación de amoníaco en sangre, de donde se deriva que el hígado del perro sintetiza urea a expensas del amoníaco, mientras el de las aves da lugar a formación de ácido úrico también a partir del amoníaco.

KREBS utilizando fragmentos hepáticos confirma también que el amoníaco da lugar a la formación de ácido úrico en el hígado de las aves pero por el contrario, no pudo demostrar la síntesis de dicho ácido a expensas de la urea.

Numerosas experiencias realizadas por CLEMENT y colbs. contradicen la suposición de que la urea desempeña un papel intermediario en la síntesis del ácido úrico.

Así como la mayoría de las aves forman ácido úrico a expensas del amoníaco, en el palomo difiere un tanto el proceso, ya que se forma un compuesto químico (hipoxantina) que bajo la acción de la xantinooxi-



dasa, que produce el riñón, da lugar al ácido úrico por oxidación catalítica posiblemente por la vía de la xantina.⁸ Mediante el uso de isótopos ha sido posible el determinar el origen de los distintos átomos que constituyen la molécula de ácido úrico^{43 38 100}. De FRUTON y SIMMONS se toma el esquema que indica dichos orígenes.

No obstante sus diferencias metabólicas, tanto en las aves, como en los mamíferos son sustancias similares las precursoras de los átomos de carbono y nitrógeno del ácido úrico.

Mediante administración en el hombre por vía intravenosa de ácido úrico marcado con N¹⁵ se observa que aproximadamente el 80 por 100 del isótopo se excreta como ácido úrico urinario, mientras que, si la administración tiene lugar por vía oral, el ácido úrico isotópico se degrada en su mayor parte mediante acciones microbianas que tienen lugar en el tracto digestivo, apareciendo la mayor parte del N¹⁵ en la orina bajo forma de urea.⁴³

Según MILROY⁷⁵, PATON⁸⁸ y DAVIS⁹¹ del 60 al 80 por ciento del nitrógeno urinario de las aves se encuentra en forma de ácido úrico.

O'DELL y colbs.⁸⁶ en estudios sobre la composición de la orina de pollos encontraron que el nitrógeno del ácido úrico representó alrededor del 80,7 por ciento del nitrógeno total. Para el nitrógeno amoniacal obtuvieron cifras del 10,5-16 por ciento del nitrógeno total. El nitrógeno de la creatina fue del 0,2 al 0,9 del total y el nitrógeno amínico el 2 por ciento del total, encontrándose glicina, prolina, ácido glutámico, hidroxiprolina, ácido aspártico, lisina, ornitina y arginina.

WINTER y FUNK¹¹² asignan al nitrógeno purínico de la orina el 9,6 por ciento, al de la urea el 6,5 por ciento, al del amoníaco el 7,5 por ciento, al de la creatina al 4,5 por ciento y al de la alantoína el 3,8 por ciento. Según NEHRING⁶³ una gallina elimina diariamente por la orina 0,20 gramos de nitrógeno total y 0,05 gramos de nitrógeno del ácido úrico, por lo que, según estos datos el nitrógeno úrico representa sólo el 25 por ciento del total, porcentaje más bajo que el de otros autores.

La creatinina es también un constituyente anormal de la orina de los mamíferos, mientras que en las aves la cantidad de creatinina es pequeña en relación con la cantidad de creatina.¹⁰¹ En experimentos en que la orina fue colectada en bolsas a partir de uréteres exteriorizados, el promedio de producción total durante 24 horas fue de 86,8 c.c.

Varios investigadores opinan que el agua de la orina de los uréteres es reabsorbida en gran parte en la cloaca y que ésta cumple una importante misión en la conservación del agua por el cuerpo.

Lo que es conocido con el nombre de gallinaza es la mezcla de heces y orina que conjuntamente son eliminados en las aves por la cloaca y está constituida por la porción no digerida de los alimentos, células de descamación de la mucosa del aparato digestivo, productos de secreción de las glándulas, microorganismos de la microflora intestinal y diversas sales minerales. El nitrógeno de la gallinaza está constituido además de por el del ácido úrico de la orina, por el nitrógeno proteico y no proteico de los alimentos no absorbidos y aquél procedente de los jugos digestivos, células de descamación de las mucosas y microorganismos.

De la gallinaza total, la parte que constituye la orina es la materia blanca pastosa que puede observarse normalmente en las deyecciones.

GALVEZ⁴⁵ obtiene las cifras extremas siguientes para los compuestos nitrogenados en análisis de excretas de aves:

Proteína bruta ($N \times 6,25$) ...	12,41	a	31,97
N. total	1,98	a	5,10
N. úrico	0,95	a	3,16
N. amoniacial	0,182		

NOLAND y colbs.⁵⁵ obtuvieron para dos tipos de cama de pollos utilizadas en sus experimentos la siguiente composición química:

Materia seca	87,34	84,95
Nitrógeno total	4,85	4,35
N. del ácido úrico	0,93	0,86
Fibra bruta	11,20	15,40
Cenizas	16,71	14,86
Extracto etéreo	0,57	0,52

El nitrógeno del ácido úrico representó el 19,2 por ciento y 19,8 por ciento del total.

La composición química de la gallinaza está influenciada por distintos factores, entre los cuales se encuentran la composición de la

ración y edad de las aves. Nosotros para diversos análisis hemos obtenido los siguientes datos analíticos medios.

Humedad	9,83
Proteína bruta	26,12
Grasa bruta	2,05
Fibra bruta	12,25
Cenizas	15,85
Extractivos libres de N.	33,90

La cantidad media de ácido úrico obtenida por nosotros fue de 28,92 mlgrs. por gramo de gallinaza, equivalentes a 9,63 miligramos de nitrógeno por gramo, es decir, el 0,96 por ciento. Del nitrógeno total de la gallinaza, el procedente del ácido úrico representó el 23,07 por ciento, cantidad algo superior a la obtenida por NOLAND, si bien hay que tener en cuenta que este autor trabajó con cama de pollos mientras que nuestros datos corresponden a excretas de aves en batería.

NAVARRO SOLER, citado por GONZALEZ A.⁴⁷ asigna a la excreta de una gallina la cantidad de 156 gramos cada 24 horas aunque opina que esta cifra puede experimentar sensibles variaciones debidas a múltiples factores. Según WINTER y FUNK¹¹² una gallina produce por año alrededor de 19,5 kilos de gallinaza lo que supone una producción diaria de 52 gramos.

Datos obtenidos por nosotros de gallinas en batería y en producción arrojan cifras del orden de 120 a 160 gramos de gallinaza al estado fresco por cabeza con una humedad del 75 por ciento.

A continuación indicamos el contenido en nitrógeno, fósforo y potasio por tonelada de deyecciones según datos del Missouri Agricultural Extension Service, recogidos por WINTER y FUNK.¹¹²

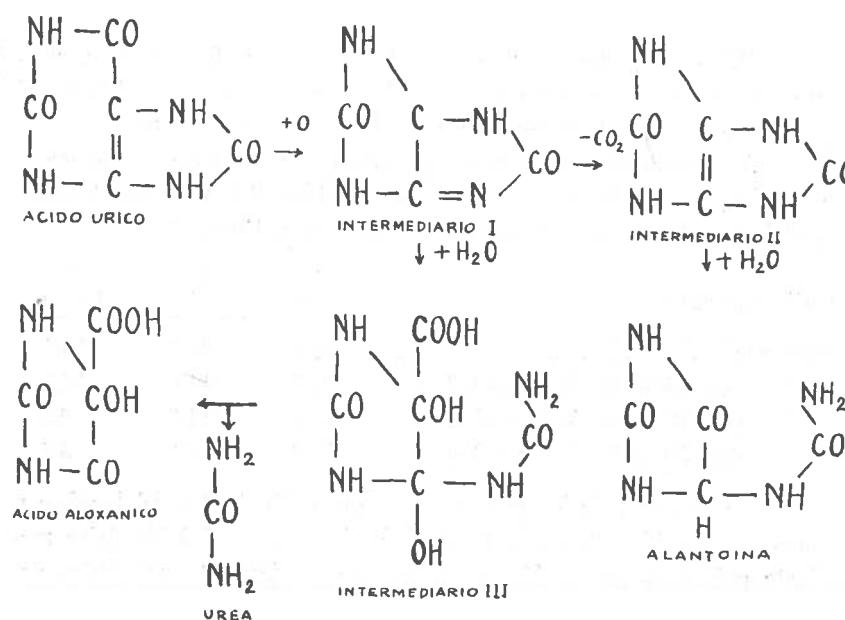
Gallinaza pura	N Kg./Tm.	P Kg./Tm.	K Kg./Tm.
Desecada	36,3	22,7	18,1
" con 15-30 % de humedad	25,4	15,9	12,7
" con 30-50 % de humedad	18,1	11,3	9,1
" con 50-70 % de humedad	10,9	6,8	5,4

La mayoría de los mamíferos, a excepción hecha del hombre y monos antropoides, tienen la facultad de desintegrar el ácido úrico mediante oxidación por acción enzimática de un fermento uricolítico de-

nominado uricasa. Ya en 1907 WIECHOWSKI demostró que un fermento uricolítico transforma el ácido úrico en alantoína. La acción oxidativa de la uricasa se desarrolla fundamentalmente en el tejido hepático. En los mamíferos no primates del 80 al 98 por ciento del ácido úrico es oxidado por dicha uricasa dando lugar a la formación de alantoína, que es unas 250 veces más soluble que el ácido úrico.¹⁴ La uricasa, además de en el hígado, se puede encontrar en algunos órganos de numerosas especies de animales, pero no necesariamente en los mismos órganos de animales de especies distintas.⁷⁰

Según BATTELLI y STERN citados por SANTOS RUIZ⁹⁶, la uricasa se caracteriza difícilmente en otros tejidos distintos del hepático y renal de diversos mamíferos. La uricasa no se ha encontrado en ningún tejido humano, tiene un pH óptimo de 9.3 y la velocidad de oxidación del ácido úrico depende de la tensión de oxígeno. Su oxidación enzimática a alantoína se verifica de la forma siguiente mediante paso por los intermedios I y II.

Cuando en la mezcla enzimática en incubación es reemplazado el tampón de fosfato por otro de borato (pH 7.2) la oxidación enzimática del ácido úrico sigue otro camino dando lugar a urea y ácido aloxánico pasando probablemente antes por el intermediario III.



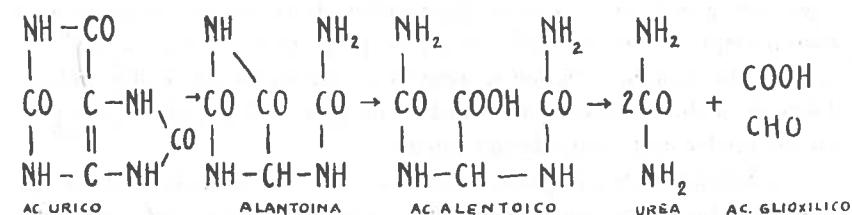
Si se administra por vía oral ácido úrico isotópico sufre en el tracto gastrointestinal una degradación probablemente originada por acción bacteriana, apareciendo casi todo el N¹⁵ en orina bajo forma de urea.⁴³ Este hecho parece indicar que no sólo los tejidos de animales superiores están en posesión de la uricasa, capaz de occasionar un desdoblamiento del ácido úrico, sino que los microorganismos que componen la flora intestinal son capaces de realizar también aquellos procesos de desdoblamiento.

En las plantas verdes se ha encontrado alantoína y ácido alantóico por lo que parece ser que, la degradación de las purinas en aquellas es bastante semejante a la que se origina en el organismo animal.⁵¹ En los vegetales el ácido úrico sería oxidado también mediante acción enzimática de la uricasa (NEHRING⁸³).

FERGUSON y TERRY⁴⁰ comunicaron la presencia de purinas en la hierba de praderas tales como adenina, guanina, xantina e hipoxantina. El contenido de nitrógeno no proteico de la hierba representa del 15 al 20 por ciento del total del nitrógeno, siendo amoníaco, nitratos, amidas y aminoácidos del 50 al 60 por ciento de la fracción de nitrógeno no proteico y el resto está constituido por purinas, posiblemente pirimidinas bien al estado libre o combinado.

FOSSE y colbs., citados por JURTSCHUK⁶¹, observaron ácido úrico en hojas y semillas en concentraciones de 250 miligramos por kilogramo. Resulta por lo tanto un hecho, que los animales ingieren con sus alimentos compuestos purínicos.

Por otra parte, en los peces la alantoína da lugar también por acción enzimática a la formación de ácido alantóico y finalmente se produce urea y ácido glioxílico.



Las células además de sus fermentos típicos tienen la facultad de dar lugar a la formación de nuevos fermentos ante la presencia de un substrato no presente habitualmente, siendo capaces de adaptarse a la

utilización de sustancias añadidas. Este hecho recibe el nombre de inducción enzimática y los fermentos así formados se denominan fermentos de adaptación. Esta facultad ha sido repetidas veces observada en las bacterias y hongos.

Basándose en estos hechos se ha pensado en la posibilidad de utilización en rumiantes del ácido úrico como fuente nitrogenada a través de acciones enzimáticas originadas por la microflora del rumen.

La alantoína originada por acción enzimática de la uricasa sobre el ácido úrico, sufriría posteriormente una nueva degradación enzimática por las bacterias del rumen dando lugar a la formación de ácido alantoico y finalmente a urea y ácido glioxílico o gioxal. Por último se formaría amoníaco.

En 1957 JURTHSHUK⁶¹ realizó interesantes trabajos "in vitro" con el fin de observar la importancia de la actividad catabólica ejercida por suspensiones lavadas de bacterias de rumen de bóvidos sobre los compuestos purínicos. Se comprobó que la xantina, ácido úrico y guanina son degradados completamente aunque a marcha lenta por las suspensiones lavadas de bacterias ruminantes. Los productos finales formados fueron dióxido de carbono, amoníaco y ácido acético y el tipo de fermentación fue similar al que se observa en los microorganismos del tipo Clostridium. Por otra parte, la hipoxantina fue degradada parcialmente y la adenina no fue ni decarboxilada ni desaminada en las condiciones utilizadas en la experiencia. Únicamente hubo producción de CO₂ y no se apreció la presencia de otros gases tales como hidrógeno o metano como productos finales de degradación de las purinas. Las purinas con excepción de la hipoxantina, fueron desaminadas en una mayor proporción bajo condiciones de alcalinidad que bajo condiciones de acidez. El ácido acético fue el ácido graso volátil encontrado en mayor proporción como producto final en la degradación de la xantina, mientras que fueron pequeñas las cantidades de ácido propiónico y butírico. El ácido úrico y la guanina originaron pequeñas cantidades de ácidos grasos. Tanto el ácido fórmico como el láctico no fueron observados como productos finales de la degradación purínica.

Teóricamente las purinas pueden tener dos posibles destinos en el rumen. En primer lugar pueden ser transformadas por la microflora del rumen y de esta forma ser utilizadas como fuente de carbono o nitrógeno o bien pueden servir como factores de crecimiento para las bacterias.

BENTLEY y colbs.¹³ realizaron estudios "in vitro" con suspensiones bacterianas ruminantes observando que la adición de purinas a la mezcla de cultivos mejora de forma considerable la digestión de la celulosa.

De estudios hechos por BRYANT²⁰ sobre factores de crecimiento para una bacteria celulolítica del rumen (*Bacteroides succinógenes*) se demuestra que las purinas y pirimidinas son necesarias para su crecimiento y desarrollo. También AYERS⁴ demostró que, al menos una especie de *Ruminococcus flavefaciens*, microorganismo celulolítico, requiere adenina y guanina entre otros factores de crecimiento.

Según RABINOWITZ⁹² y WHITELEY¹¹¹ el desdoblamiento anaerobio de las purinas puede seguir dos caminos; bien el anillo imidazólico es roto dando lugar a derivados pirimidínicos como productos intermedios como sucede en el *Micrococcus aerógenes* o bien el anillo pirimidínico al romperse da lugar a derivados del imidazol tal como ocurre en el *Clostridium acidiurici* y *Clostridium cylindrosporum*. En la degradación purínica realizada por los Clostrídios la mayor parte de los productos finales son amoníaco, CO₂ y ácido acético. Las suspensiones de bacterias lavadas del rumen de bóvidos descomponen las purinas "in vitro" de forma análoga a la observada en los Clostrídios no ruminantes.

La desaminación "in vitro" de las purinas bajo condiciones de alcalinidad fue superior a la observada con valores de pH neutro. Valores de pH más altos pueden ser un factor importante para incrementar el grado de desaminación. Enzimas constitutivas son los responsables de la degradación de la xantina mientras que la degradación del ácido úrico e hipoxantina sería debida a enzimas adaptativas.⁴¹

En 1956 WISEMAN propuso que el incremento en el número de *Aerobacter uricolítico* en el tracto intestinal de pollos alimentados con dietas que contienen antibióticos puede estar relacionado con el incremento de la ganancia en peso vivo. Con el fin de determinar el beneficioso efecto de la flora uricolítica, BARE y WISEMAN⁹ hicieron una experiencia administrando a pollos dietas conteniendo ácido úrico con y sin adición de bacitracina-penicilina. Los análisis químicos y bacteriológicos del contenido del intestino delgado, revelaron un incremento en el número de *Aerobacter uricolítico* y un aumento en la degradación del ácido úrico en el tracto digestivo de los pollos alimentados con las dietas que contenían antibióticos y ácido úrico.

En 1954 BELASCO¹¹ utilizando la técnica del rumen artificial, hizo notar que dos purinas, ácido úrico y alantoína, se consideran fuentes de nitrógeno para la microflora del rumen, pensando lógicamente que la degradación enzimática de la alantoína por las bacterias sigue el camino ya conocido de ácido alantóico, urea y gioxal dando finalmente amoniaco y no urea. La extensión de la fijación del nitrógeno fue calculada por BELASCO teniendo en cuenta la disminución de las cantidades de urea y amoníaco determinadas analíticamente. En experimentos llevados a cabo en el Anareta Institute of Agriculture de Filipinas se han utilizado las excretas de aves como fuente sustitutiva de proteína animal en raciones para aves en crecimiento. Así NERIC y DAZON⁸⁴, utilizando heces de carabao cobaltizadas, obtuvieron un positivo efecto sobre el crecimiento en aves jóvenes, así como una satisfactoria sustitución de la proteína animal. CAPILI y MAGO²⁵ en 1953 indicaron que la harina de pescado y otras fuentes de proteína animal podrían ser sustituídas en los piensos por excretas de aves y sus extractos. Los pollos de los lotes experimentales no mostraron diferencias significativas en sus pesos y desarrollo con los de los animales testigos.

Por otra parte, experiencias realizadas con cerdos por VELOSO y CATEDRAL¹⁰⁷ en las que usaron raciones que contenían excretas de aves cobaltizadas y no cobaltizadas, dieron resultados satisfactorios.

En 1950 HALBROSK⁴⁹ comunicó la producción de vitamina B₁₂ por los microorganismos aislados de las camas de granjas avícolas.

GAPUZ⁴⁶ realizó, también en Filipinas, experimentos en gallinas de puesta utilizando raciones suplementadas con excretas de aves obteniendo igualmente resultados satisfactorios.

NOLAND⁸⁵ realizó experiencias en la Universidad de Arkansas en 1953 con ovejas gestantes y lactantes, utilizando raciones en las que, las heces de pollo entraban a formar parte en un 23,2 por ciento, comparando sus efectos con otras raciones en que las excretas de aves eran sustituídas por "turtó" de soja y melazas amoniacadas como fuentes nitrogenadas. El fin de las pruebas era comprobar si las ovejas gestantes y lactantes pueden consumir heces de aves en cantidades adecuadas para suplir los requerimientos en nitrógeno sin presentar fenómenos adversos. De los resultados obtenidos, se dedujo que la ración, en la que entraba a formar parte las heces de aves, tuvo un rendimiento análogo al de aquellas en que la fuente nitrogenada estaba constituida por harina

de soja y superior al obtenido con la que en su composición tenía melazas amoniacadas.

Igualmente se realizaron experimentos con terneros en cebo, comparándose raciones con un 25 por ciento de heces de pollos molidas con otras en la que éstas fueron sustituidas por "turtó" de algodón. Los terneros alimentados con heces de pollos molidas no aumentaron de peso tan rápidamente como los alimentados con harina de algodón, cuando ambos lotes fueron alimentados con las mismas cantidades de pienso, pero incrementando las cantidades de alimento con heces de pollo en un 15 por ciento, la ganancia fue casi análoga a la obtenida por los animales que consumieron la ración con harina de algodón. En ninguno de los experimentos se observaron perturbaciones digestivas o rehusos de alimentos. La inspección post-morten no evidenció transtorno de ningún tipo.

LOMBARD⁶⁵ en la Unión Sudafricana ha realizado también pruebas alimenticias en ganado vacuno de cebo, comparando tres distintas raciones de concentrados. Una de estas raciones incluía en su composición 25 por ciento de heces de aves y otra un 40 por ciento, que constituían prácticamente la única fuente nitrogenada. En los resultados no se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre los tres grupos. Fue notorio, no obstante, que el incremento por día resultó ser mayor en el grupo que recibió heces de aves como única fuente nitrogenada que en los otros dos, indicando que las excretas de aves pueden ser incluidas en mezclas concentradas en raciones de engorde. Los animales experimentales encontraron tan apetecibles los concentrados con excretas como aquellos que no las poseían.

VERBEEK y LA CHEVALLERIA¹⁰⁸ realizaron un experimento con tres grupos de diez terneros cada uno, con el fin de determinar el valor del guano como fuente de nitrógeno comparado con el "turtó" de cacahuet y urea. Los animales de uno de los grupos recibieron una libra de "turtó" de cacahuet; los de los otros, 11 onzas de guano y 2,4 onzas de urea respectivamente. Todas las raciones eran adicionadas con heno de pobre calidad, harina de alfalfa y melazas. Se calculó el suplemento nitrogenado de forma tal que fuese el 40 por ciento del total del contenido en nitrógeno de la ración. El período experimental fue de 80 días de duración y las diferencias en los resultados no fueron estadísticamente significativas. Se llegó a la conclusión que el guano posee como fuente nitrogenada el mismo valor que la urea por unidad de nitrógeno y además constituye una fuente adecuada de fósforo y otros minerales.

IV. BASE TEORICA DE LA DETERMINACION DE LA DIGESTIBILIDAD

Ya el conocimiento de la composición química de los alimentos supone, de hecho, un punto fundamental, aunque no suficiente, para la determinación de su poder nutritivo.

El verdadero valor de los alimentos, no depende exclusivamente de su mayor o menor riqueza en los diferentes principios nutritivos, sino del aprovechamiento y utilización que de éstos pueda llevar a cabo el organismo animal.

Es evidente la existencia del diferente aprovechamiento de un mismo alimento por las distintas especies animales, dadas las notables diferencias anatómicas y fisiológicas de su aparato digestivo.

Una prueba de digestibilidad requiere el control de los principios inmediatos integrantes de los alimentos suministrados e ingeridos por el animal durante un período de tiempo determinado, así como los existentes en las heces correspondientes a aquellos mismos alimentos.

En términos generales, la digestibilidad de un nutriente cualquiera es la fracción de ese nutriente existente en la ingesta que no aparece en las heces y que por consiguiente ha sido digerido por el animal. Comúnmente la digestibilidad se expresa como el porcentaje digerido de cada uno de los principios inmediatos de la dieta, recibiendo ese porcentaje el nombre de coeficiente de digestibilidad. Estos coeficientes vienen expresados por la fórmula siguiente:

$$C . D = \frac{A - H}{H} \times 100$$

en la que C. D. representa el coeficiente de digestibilidad, A indica la cantidad del nutriente en el alimento y H la cantidad del nutriente en las heces.

La digestibilidad es un concepto que no sólo depende de la composición química, estado físico, porcentaje del mismo en la dieta y demás características y condiciones del alimento en sí, sino también, de factores dependientes del animal a quien se suministra ese alimento. Es conocida la capacidad de los rumiantes para digerir la celulosa y dentro de una especie determinada la diferencia de digestibilidad de un mismo alimento para individuos de edades diferentes y condiciones sanitarias distintas.

La determinación de la digestibilidad por los métodos ordinarios a veces da resultados no totalmente exactos. Así, en las heces no sólo se encuentran las porciones indigestibles de los alimentos sino que también son expulsados por el tracto digestivo materiales previamente reabsorvidos y metabolizados. En cuanto a la proteína se refiere, porciones digeridas y absorbidas son metabolizadas dando lugar a la formación de enzimas y jugos digestivos, células de la mucosa intestinal, etc., que son eliminados por las heces dando lugar a una digestibilidad aparente que dista de ser la real o verdadera de un determinado alimento. Este mismo fenómeno ocurre con los coeficientes de digestibilidad obtenidos para las materias minerales. Según SCHÜRCH⁹⁸ en experimentos realizados por LOFGREEN y KLEIBER con isótopos radioactivos encontraron que un 88 por ciento del fósforo fecal era de origen metabólico y solamente un 12 por ciento del fósforo de las heces era de origen alimenticio. Se obtuvo así una digestibilidad aparente para el fósforo del 22 por ciento cuando en realidad un 91 por ciento del fósforo alimenticio había sido digerido. Del mismo modo parte de la grasa existente en las heces puede tener un origen bacteriano o resultar de la excreción de grasa metabólica en el intestino y falsamente considerarse como de origen dietético.

En los experimentos de digestibilidad es condición necesaria el cálculo de la cantidad de alimentos consumidos y de la cantidad de aquellos que se eliminan por las heces. De igual modo es imprescindible un análisis químico que nos proporcione la composición porcentual en los distintos nutrientes tanto del alimento como de las heces.

Uno de los problemas claves a resolver, consiste en calcular con exactitud las heces pertenecientes a la cantidad determinada de los alimentos consumidos durante la fase experimental. Cuando al comienzo de una prueba de digestibilidad se administra a un animal el alimento problema elimina durante algún tiempo heces que pertenecen a los alimentos ingeridos con anterioridad al experimento. Después de un período de tiempo, más o menos largo según las especies, que corresponde al tiempo invertido por el alimento en recorrer todo el tracto digestivo, aparecerán en las heces los primeros restos del alimento objeto de experimentación. Llega un momento en que los excrementos estarán constituidos únicamente por los restos del alimento problema. La fijación de ese momento puede realizarse mediante métodos diferentes que someramente describiremos a continuación.

En los rumiantes, dado el tamaño y complejidad de su aparato digestivo, uno de los métodos más prácticos es el denominado convencional. Durante un período previo de 5 a 10 días de duración, tiene lugar la eliminación por el aparato digestivo de todos los materiales indigestibles de los alimentos ingeridos con anterioridad al comienzo del experimento.

Finalizada esta fase previa, durante la cual ya se procura fijar el nivel constante de ingestión de la dieta problema, se da comienzo al período propiamente experimental o de colección, en el que son cuidadosamente medidas y controladas tanto la ingestión de alimento como la excreción de heces. De esta forma, manteniendo constante la ingestión diaria durante una fase de colección de siete a diez días de duración, la eliminación diaria de heces también tenderá lógicamente a ser constante, equilibrándose las pequeñas oscilaciones diarias que pudieran existir a lo largo de un período de colección suficientemente largo. Es éste el método utilizado para nuestras determinaciones.

El método de los marcadores tiene aplicación práctica en animales omnívoros y carnívoros, y consiste en colorear los alimentos con sustancias indigestibles fisiológicamente inertes y fácilmente identificables. Generalmente se usan el carmín, óxido férrico u óxido crómico. Se adicionan al alimento problema en el momento del comienzo de la prueba y a continuación del último suministro del alimento experimental. La colección de las heces deberá comenzar con la aparición del marcador en las mismas, mientras que el final de la prueba coincidirá con el preciso momento en que los excrementos vuelvan a aparecer teñidos por el colorante administrado por segunda vez. Con este método se reduce considerablemente la duración de la prueba, pero carece de aplicación práctica eficiente en rumiantes y herbívoros en general, ya que las materias de los alimentos adyacentes se mezclan en el rumen y los marcadores no nos indican con precisión la separación de los restos de la dieta experimental de los que previamente ingirió el animal.

Un tercer método consiste en el uso de indicadores. Los indicadores son sustancias administradas al animal con el pienso y que, debido a que son inertes, son completa y totalmente excretadas mezcladas con las heces. La digestibilidad en este caso se basa en las diferencias de concentración de la sustancia indicadora en los alimentos y en las heces a aquellos correspondientes.

El cálculo del coeficiente de digestibilidad se deduce en este método de la fórmula siguiente:

$$C.D. = \frac{cH - cA}{cH} \times 100$$

donde $cA = \frac{iA}{A}$ es el índice de concentración en el alimento y $cH = \frac{iH}{H}$ es el índice de concentración en las heces.

En este método la cantidad de pienso ingerida puede ser variable mientras la concentración del indicador en el alimento permanezca constante. Con la utilización de indicadores en la determinación de la digestibilidad se pueden evitar los errores derivados de la recogida cuantitativa de heces pero sin embargo hay que contar con los errores inherentes a la determinación química del indicador.

Una sustancia, para poder ser utilizada como indicador, debe ser inofensiva, carecer de influencia sobre los procesos digestivos, ser totalmente indigestible o de digestibilidad predecible y finalmente que pueda determinarse con facilidad en heces y alimentos y que su paso por el tubo digestivo se haga a una velocidad uniforme. Estas sustancias indicadoras pueden ser añadidas a los alimentos o bien ser sustancias que naturalmente se hallen en los piensos o forrajes. El óxido de cromo es un indicador utilizado preferentemente en hombre, rata, cerdo y aves; es un compuesto químico totalmente indigestible y fácilmente determinable por métodos químicos. La sílice que se puede encontrar normalmente en los piensos y forrajes, también puede ser usada como indicador, si bien es difícil de determinar y es posible un error debido a la contaminación del alimento y heces con impurezas tales como polvo y arena. La lignina, componente normal del material de sostén vegetal, podría ser un indicador ideal para experimentos de digestibilidad con animales en pastorío, en el caso de que existiese un método fácil para la determinación de la lignina indigestible o bien fuese posible predecir con exactitud su digestibilidad.

REID y colbs.⁹⁴ han utilizado cromógenos naturales como indicadores, ya que son perfectamente indigestibles y pueden ser determinados cuantitativamente presentando un máximo de absorción para una longitud de onda de 406 μm .

La proteína se utiliza también, no obstante su elevada digestibilidad, como indicador para la determinación de la digestibilidad en forrajes secos y tiernos ya que su digestibilidad puede ser predicha con exactitud.

titud. En experimentos realizados con óvidos, aplicando el método de indicador-proteína, se han obtenido resultados satisfactorios de digestibilidad de forrajes groseros, que concuerdan con los obtenidos mediante el método convencional.

Los errores en los métodos de digestibilidad pueden ser reducidos considerablemente, eligiendo el método más adecuado al problema presentado y a la especie animal con que se trabaja.

Mayores dificultades que en la determinación directa de la digestibilidad, se presentan en el caso del cálculo de la digestibilidad parcial en experimentos por diferencia.

Cuando se pretende determinar la digestibilidad de un pienso o forraje que no puede ser suministrado como alimento exclusivo de una ración, se recurre a su asociación con otro base, cuya digestibilidad se conoce previamente y la digestibilidad del alimento problema se calcula por diferencia entre las cifras totales obtenidas y las conocidas del alimento con que se asoció. Entre las variantes del método de determinación de la digestibilidad por diferencia están el método estadístico y el método de sustitución cuya descripción no es pertinente en este lugar.

Para el control de piensos y excrementos en un experimento de digestibilidad, se disponen los animales en jaulas metabólicas cuyos dispositivos permiten la separación y recogida de las materias excretadas así como de los restos de pienso rechazado por el animal impidiendo que el alimento no sea desperdiciado ni contamine las heces. En el apartado de material y métodos describimos las jaulas modelo Bratzler utilizadas en este trabajo. Existen también bolsas colectoras de diversos materiales que a modo de arneses se sujetan al animal y permiten una perfecta recogida y separación de los excrementos.

V. BASE TEORICA DE LOS BALANCES DE NITROGENO

Mediante determinaciones analíticas tanto del nitrógeno contenido en los alimentos, como del existente en las heces y orina podemos obtener una medida del metabolismo nitrogenado en un animal determinado. La diferencia entre el nitrógeno ingerido y el excretado por las heces y orina es el fundamento del denominado "balance de nitrógeno", uno de los varios métodos existentes para el cálculo del valor nutritivo de los compuestos nitrogenados de una dieta.

Cuando la cantidad de nitrógeno ingerido es exactamente igual a la del nitrógeno excretado, el animal se encuentra en "equilibrio nitrogenado". Si la cantidad de nitrógeno excretado es superior al ingerido el animal se hallará en "balance nitrogenado negativo" mientras que si el nitrógeno ingerido supera al excretado obtendremos un "balance nitrogenado positivo".

Un "balance nitrogenado positivo" supone un predominio del anabolismo nitrogenado sobre el catabolismo, lo que da lugar a una retención de nitrógeno en el organismo con aumento de proteínas tisulares. Balances positivos de nitrógeno se observan en los animales en crecimiento y en aquellos estados fisiológicos en que es requerida la formación de proteínas.

Por el contrario, en el "balance negativo de nitrógeno" existe una pérdida de este elemento por los tejidos, predominando el catabolismo nitrogenado sobre el anabolismo. Casos de balances negativos de nitrógeno se observan en enfermedades de tipo consuntivo o bien cuando las proteínas y demás componentes nitrogenados de la dieta no son bien utilizados por el organismo animal.

La determinación de un balance, muestra hasta qué punto los compuestos nitrogenados de la dieta son capaces de cubrir las necesidades de nitrógeno del organismo.

Así como la digestibilidad nos indica el porcentaje del nitrógeno alimenticio que es absorbido por la pared intestinal, el balance nitrogenado nos indica el grado de utilización metabólica del nitrógeno.

La técnica de realización de los balances nitrogenados es similar a la utilizada en las pruebas de digestibilidad. Se requiere un riguroso control de la ingesta y de las excretas, sobre las que se determina el contenido en nitrógeno. A dicho fin hay que colocar el animal en dispositivos especiales, que de acuerdo con su conformación anatómica permitan aquellos controles. No obstante no ser imprescindible para un simple balance de nitrógeno una colección por separado de heces y orina, es conveniente hacerlo así, con lo que se podrá averiguar el nitrógeno eliminado por heces y orina, sabiendo que parte de la excreción es debida a la indigestibilidad y que parte representa la pérdida por metabolismo. En nuestro trabajo se utilizaron las jaulas metabólicas modelo BRATZLER¹⁰ cuya descripción se hace en el apartado de material y métodos.

No todo el nitrógeno eliminado por las heces procede de las proteínas y demás componentes nitrogenados de la dieta que no fueron absorbidos en el aparato digestivo. Es eliminado también por las heces nitrógeno procedente de jugos digestivos no reabsorbidos, de células de descamación de los epitelios del tracto intestinal y de células microbianas constituyentes de la microflora.

No obstante, parte del nitrógeno microbiano tiene en realidad un origen alimenticio ya que fue utilizado por las bacterias en su metabolismo. Esta fracción nitrogenada que no procede de los alimentos recibe el nombre de nitrógeno metabólico fecal y se encontraría en las heces aún en el supuesto de que el animal recibiera una dieta carente de nitrógeno.

La cantidad de nitrógeno metabólico está en íntima relación con la materia seca ingerida, el porcentaje de las sustancias indigestibles en la ración y el volumen de la misma ya que cuanto mayor sea la cantidad de pienso ingerida, mayor será la cantidad de jugos secretados y mayor la pérdida de células de descamación del tubo digestivo. El peso vivo tiene también influencias sobre el nitrógeno metabólico fecal según observaciones hechas por SCHNEIDER³⁷ quien comprobó que con una dieta idéntica, los animales de mayor talla producen más cantidad de nitrógeno metabólico fecal, hecho explicable por la mayor producción de determinadas secreciones digestivas.

La digestibilidad de la proteína de la ración influencia igualmente la tasa del nitrógeno metabólico en las heces, siendo mayor cuanto más elevada es aquélla.

La determinación del nitrógeno metabólico puede realizarse mediante administración de una dieta exenta de nitrógeno o bien con raciones conteniendo un muy bajo nivel proteico con una digestibilidad prácticamente del cien por cien. Este método ha sido seguido por MITCHELL en las pruebas de determinación del valor biológico de las proteínas. Según este procedimiento se calcula que el nitrógeno metabólico es en la rata, cerdo y hombre del orden de 0,1 gramo por cada 100 gramos de materia seca consumida, mientras que en rumiantes se establece la cifra de 0,55 gramos aproximadamente por cada 100 gramos de sustancia seca ingerida. Esta última cifra o con ligeras modificaciones es la empleada por gran número de autores en experimentos con rumiantes y es la utilizada por nosotros en el presente trabajo.

TITUS adoptó una técnica para la determinación del nitrógeno metabólico administrando a corderos raciones de un mismo volumen pero haciendo variar el nivel de proteína y relacionando el nitrógeno total ingerido con la excreción total de nitrógeno. Gráficamente calculaba el valor de la excreción nitrogenada que correspondería al punto de ingestión nula de proteínas.

LOFGREEN y KLEIBER³⁴ han utilizado caseína marcada por P³² en dietas alimenticias para diferenciar el nitrógeno metabólico del nitrógeno de los alimentos eliminados por las heces.

Otra fracción nitrogenada que hay que tener en cuenta es el llamado "nitrógeno endógeno" que constituye parte del nitrógeno total eliminado por la orina. El nitrógeno endógeno excretado representa la pérdida nitrogenada que para mantener la integridad de los tejidos del cuerpo que contienen nitrógeno debe ser recuperada mediante las proteínas de la dieta.

Ya Voit observó que el organismo animal adulto independientemente de la dieta que recibe tiende a mantener constante su contenido en proteínas, viendo que un aumento de la ingestión proteica origina una mayor eliminación de nitrógeno por la orina, mientras que con un aporte deficiente de nitrógeno o durante el ayuno tiene lugar una marcada disminución del nitrógeno urinario. Por lo tanto el nitrógeno urinario puede dividirse en dos fracciones. Una, variable, que depende de la composición nitrogenada de la dieta y que resulta del denominado metabolismo exógeno de las proteínas y otra que se supone relativamente constante, que proviene del "desgaste" natural de las proteínas tisulares y es consecuencia del llamado metabolismo "endógeno". Aún con dietas carentes de nitrógeno, existe una eliminación nitrogenada por la orina.

Esta teoría fue establecida por FOLIN en 1905⁴¹ pero recientes estudios hechos con isótopos radioactivos establecen que no se puede hablar de una separación estricta y total entre el metabolismo protéico exógeno y endógeno aunque los conceptos básicos de dicha teoría permanecen en pie.⁴²

Así como los valores medios de nitrógeno metabólico se relacionan con la cantidad de materia seca ingerida, los valores "standard" para el nitrógeno endógeno se relacionan con el peso vivo del animal. MITCHELL³⁸ estableció en 0,033 gramos diarios la cantidad media de nitrógeno endógeno por kilogramo de peso vivo, cifra que puede ser

aplicada a todas las especies animales y que es la utilizada en numerosos trabajos. Estos valores para el nitrógeno endógeno al igual que ocurre con el nitrógeno metabólico, son obtenidos en pruebas en que los animales reciben una alimentación carente de nitrógeno o bien, dados los inconvenientes de estas raciones totalmente carentes de este elemento, mediante el uso de dietas con porcentajes de proteína totalmente digestibles y metabolizables tales como la proteína del huevo.

BRODY y colbs.¹⁸ proponen la fórmula siguiente para calcular el nitrógeno endógeno:

$$N.E. = 146 P^{0.72}$$

en la que P representa el peso vivo y el nitrógeno endógeno está expresado en miligramos. Esta fórmula está basada en el hecho de que existe una relación entre el metabolismo basal y el nitrógeno endógeno según demostró TERROINE y colbs.¹⁰⁴ encontrando una relación de dos miligramos por Kcal. basal.

MILLER y MORRISON⁷⁶, basados en numerosos experimentos, fijan también las cifras medias de 0,55 gramos de nitrógeno metabólico por 100 gramos de sustancia seca ingerida y de 0,037 gramos de nitrógeno endógeno diario por kilogramo de peso vivo.

BRIGGS y HELLER¹⁷, trabajando con corderos, utilizaron también el valor de 0,55 gramos de nitrógeno metabólico por cada 100 gramos de sustancia seca ingerida y la cifra de 0,033 gramos diarios de nitrógeno endógeno por kilogramo de peso vivo.

ZORITA y GONZALEZ¹¹⁵ utilizaron igualmente estos valores en experimentos con óvidos y estas mismas cifras son las que se aplican en el presente trabajo.

Los datos obtenidos en el balance de nitrógeno sirven de base fundamental en métodos de valoración proteica, tales como la determinación del valor biológico.

La palabra valor biológico fue utilizada por primera vez por THOMAS¹⁰⁵ en 1909 quien tuvo en cuenta en sus pruebas los conceptos de nitrógeno metabólico fecal y nitrógeno endógeno independientemente, de acuerdo con la teoría de Folín.

El valor biológico de la proteína de un alimento expresa el porcentaje de la cantidad ingerida de aquélla que es aprovechada por el cuerpo, indicando la capacidad de una determinada proteína alimenticia absorbida para la síntesis o reemplazamiento de las proteínas corporales.

El método de THOMAS que tenía en cuenta únicamente el valor biológico de las proteínas en el mantenimiento del animal adulto, fue posteriormente modificado por MITCHELL¹⁷ que al utilizar en sus pruebas ratas en crecimiento, observó el valor biológico o eficacia proteica de las proteínas para fines no sólo de mantenimiento sino también de crecimiento.

La fórmula utilizada por MITCHELL que expresa el valor biológico es la siguiente:

$$V.B. = \frac{N. \text{ ing.} - (N. \text{ fec.} - N. \text{ met.}) - (N. \text{ ur.} - N. \text{ end})}{N. \text{ ing.} - (N. \text{ fec.} - N. \text{ met.})} \times 100$$

La diferencia entre el nitrógeno fecal y el nitrógeno metabólico expresa la cantidad del nitrógeno no absorbido.

La fracción nitrogenada que resulta de la diferencia entre el nitrógeno urinario y el nitrógeno endógeno es lo que se denomina nitrógeno residual.

El nitrógeno absorbido resulta de la diferencia entre el nitrógeno ingerido y el nitrógeno no absorbido y representa la proteína realmente digestible.

El nitrógeno almacenado es la diferencia entre el nitrógeno absorbido y la suma del metabólico más el nitrógeno urinario.

Finalmente el nitrógeno utilizado consiste en la diferencia entre el nitrógeno absorbido y el nitrógeno residual.

De acuerdo con las definiciones anteriores el numerador de la fórmula de MITCHELL, indicada anteriormente, representa el nitrógeno utilizado mientras que el denominador es en realidad el nitrógeno absorbido, de donde se deduce lógicamente que el valor biológico es el porcentaje del nitrógeno absorbido o digerido que realmente es utilizado por el organismo.

$$V.B. = \frac{N. \text{ utilizado}}{N. \text{ absorbido}} \times 100$$

ALLISON y ANDERSON² determinaron la relación entre el nitrógeno ingerido y el balance de nitrógeno para determinar la calidad de las proteínas en el mantenimiento, recibiendo este método el nombre de índice de balance de nitrógeno y ha sido introducido entre otras cosas para eliminar los errores que pueden suponer la determinación del nitrógeno endógeno.

VI. PLANTEAMIENTO EXPERIMENTAL

En la realización de este trabajo se llevó a cabo el siguiente plan experimental:

Experimento previo	Grupo problema	Gallinaza	35,72%
		H. ^a de bellota	57,14%
Experimento núm. 2	Grupo testigo	Alfalfa desh.	7,14%
		H. ^a de la algarroba.	35,72%
Experimento núm. 3	a) Digestibilidad	H. ^a de bellota	57,14%
		Alfalfa desh.	7,14%
		Gallinaza	35,72%
Experimento núm. 4	b) Balance de N.	H. ^a de bellota	57,14%
		Alfalfa desh.	7,14%
		Gallinaza	80,—%
	c) Dedoblamiento del ac. úrico	H. ^a de bellota	10,—%
		H. ^a de alfalfa desh.	10,—%
		Gallinaza	20,—%
	a) Digestibilidad	H. ^a de bellota	70,—%
		H. ^a de alfalfa desh.	10,—%
		Gallinaza	20,—%

En todos los experimentos el pienso voluminoso fue exclusivamente paja de guisantes.

VII. MATERIAL Y METODOS

1.^o *Animales experimentales.*

Para la realización de la prueba previa de toxicidad y aumento de peso se adquirieron en el Mercado de Ganados anejo al Matadero Municipal de Madrid, ocho corderos machos de seis meses de edad de raza entrefina castellana, todos ellos procedentes de la misma ganadería y en condiciones óptimas de sanidad y desarrollo.

En las experiencias de digestibilidad, balance de nitrógeno y descomposición de ácido úrico se utilizaron cuatro corderos igualmente

machos de raza entrefina castellana, de cinco meses de edad de una misma ganadería y también procedentes del ganado que concurre al Mercado anejo al Matadero Municipal de Madrid. Su estado sanitario era igualmente perfecto.

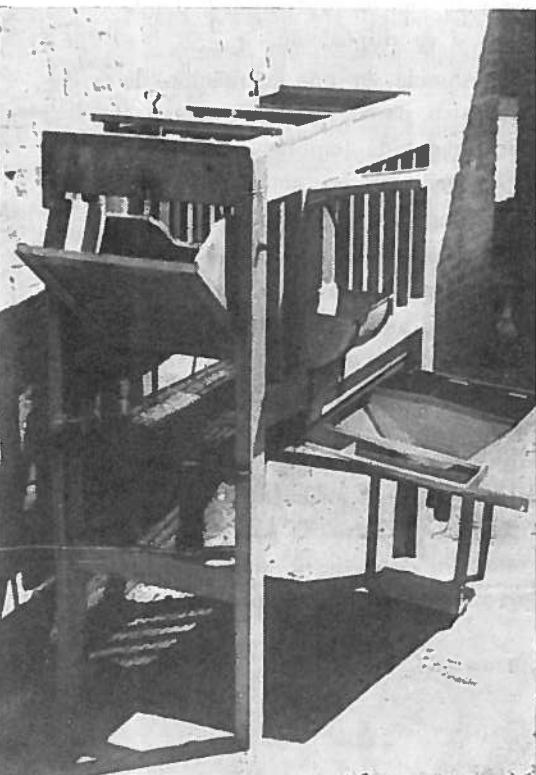
2.^o *Jaulas.*

Durante toda la prueba previa los animales permanecieron en ocho "boxes" de madera especialmente diseñados para alimentación individual, cuyas dimensiones eran: longitud 1,60 m., anchura 1,00 m., y altura 0,95 m. El suelo igualmente de madera estaba revestido de chapas de hierro galvanizadas de 0,8 mm. de espesor, utilizando de "cama" viruta de madera que periódicamente era retirada juntamente con las deyecciones con el fin de mantener los alojamientos en perfectas condiciones de limpieza e higiene.

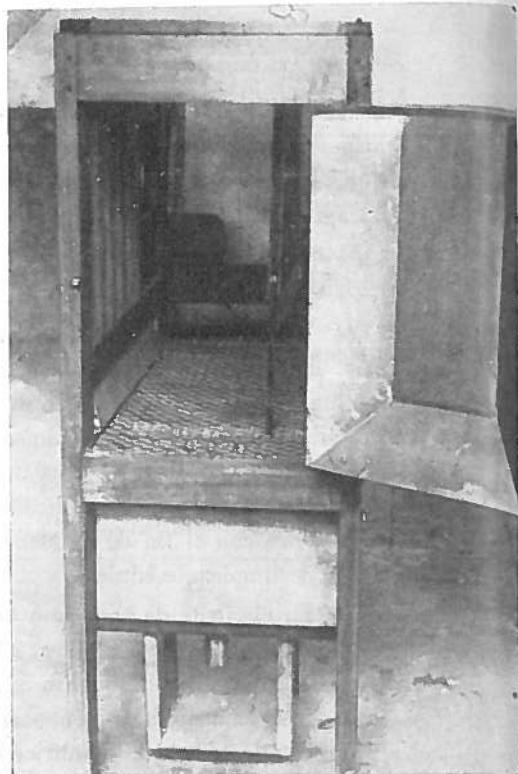
En el frente de cada uno de los "boxes" se colocaron comederos también de madera situados a 20 cm. del suelo y cuyas dimensiones eran: longitud 46 cm., anchura 32 cm. y altura 23 cm. Cada uno de los "boxes" experimentales, y en posición aneja a los comederos, disponía de un recipiente-bebedero fabricado de chapa de hierro galvanizada de 29 cm. de longitud, 17 cm. de anchura y 17 cm. de profundidad, donde los animales tenían agua constantemente a su disposición.

Esta batería de "boxes" estaba situada en una habitación de 16 m. \times 7,90 \times 6 m., con suelo de masaico, paredes y techos pintados al temple, instalaciones de luz eléctrica y dotada también de amplios ventanales que permitían una iluminación, temperatura, ambiente y ventilación perfectas.

Las jaulas metabólicas que se utilizaron en las pruebas de digestibilidad y balance eran del modelo BRATZLER.¹⁶ Estaban fabricadas de madera y tenían las dimensiones siguientes: longitud 1,37 m., anchura 0,60 m. y altura 0,84 m., apoyadas sobre patas de 0,73 m. de altura lo que permitía un cómodo suministro de alimentos y recogida de heces y orina. La parte anterior de la jaula, estaba constituida por un comedero basculante de madera, revestido en su interior con chapa de zinc. Este comedero, tenía una longitud de 0,46 m., una anchura de 0,22 m. y una altura en la parte interior de 0,23 m., mientras la parte exterior de 0,67 m. cubría prácticamente la totalidad de la parte anterior de la jaula, impidiendo de esta forma la pérdida y caída al suelo de porcio-



**Jaulas
metabólicas**



nes del alimento suministrado. La parte posterior de la jaula estaba constituida por una puerta de apertura lateral de 0,50 m. de anchura y 0,66 de altura, recubierta interiormente de chapa de zinc por donde eran introducidos y sacados los animales. Las partes laterales estaban formadas por tela metálica de malla de 6 mm., reforzada por listones verticales separados 9 cm. entre sí. En la parte lateral izquierda existía una abertura de 0,29 m. de anchura por 0,24 de altura que daba acceso al bebedero situado y fijado exteriormente a la jaula. El suelo de la jaula era de tela metálica gruesa y de 0,02 m. de separación de malla, lo que permitía fácilmente el paso a su través de las heces y orina. En su parte anterior e inmediatamente debajo del comedero existía una bandeja de zinc desplazable para su limpieza, donde se depositaban posibles restos de comida permitiendo su recogida e impidiendo de esta forma el que contaminasen las heces. En la parte inferior de la jaula y debajo del suelo de tela metálica de la misma, iba colocado el sistema colector y separador de heces y orina, construido con chapa de zinc y tela metálica y desplazable a lo largo de dos correderas para su limpieza. Este sistema colector de 0,60 m. de anchura, 0,86 m. de longitud y 0,38 m. de profundidad en su parte posterior, estaba diseñado de forma tal que mediante dos tubos de drenaje, las heces y orina eran recogidas en bocales de vidrio diferentes.

En el interior de la jaula, y en sentido longitudinal, se disponía de un tabique de madera móvil desplazable lateralmente con el fin de aumentar o disminuir el espacio reservado al animal según su tamaño e impedía cambios desfavorables de posición que ocasionase la caída de deyecciones y orina en lugares inadecuados para su recogida y separación.

En las jaulas metabólicas los animales permanecieron durante la realización de las pruebas de digestibilidad y balance y sus fases previas de acostumbramiento, mientras que en los períodos de descanso ocuparon los "boxes" individuales anteriormente descritos.

3.^o *Raciones.*

Prueba previa.—Antes del comienzo de la experiencia los ocho animales fueron alimentados con una ración ordinaria durante 19 días. Esta ración estaba formada por 250 gr. de harina de algarrobas, 250 gr. de pulpa de remolacha y 50 gr. de harina de bellota además de 600 gramos diarios de heno de alfalfa como pienso voluminoso.

Durante los trece días siguientes, tanto en los seis animales que habían de constituir el lote problema como en los dos que habían de formar el lote testigo, todos ellos elegidos al azar, se fueron sustituyendo progresivamente los componentes de la ración de concentrados por aquellos que formarían las raciones que habían de utilizarse en la prueba, al mismo tiempo que el heno de alfalfa era sustituido en ambos lotes por paja de guisantes que constituiría exclusivamente la fracción voluminosa de la ración a todo lo largo del experimento. Durante el período propiamente experimental de 135 días de duración, los animales recibieron como pienso concentrado las dietas cuya composición figura en la tabla I.

La composición analítica de la paja de guisantes que se utilizó como pienso voluminoso de la ración figura en la tabla II.

T A B L A I

Composición porcentual y analítica del pienso concentrado empleado en la prueba previa.

INGREDIENTES	Grupo problema %	Grupo testigo %
Harina de bellotas	57,14	57,14
Harina de alfalfa desh.	7,15	7,15
Harina de algarrobas	—	35,71
Gallinaza	35,71	—
Corrector vit-mineral	*	*
COMPOSICION ANALITICA		
Humedad	8,18	7,63
Cenizas	6,45	7,00
Proteína bruta	13,91	13,33
Fibra bruta	10,65	9,94
Grasa bruta	5,22	4,31
Calcio	1,22	0,84
Fósforo	0,64	0,55

* Cada kilogramo de pienso concentrado fue adicionado con ocho gramos de fosfato tricálcico, seis gramos de cloruro sódico, cuatro gramos de carbonato cálcico, dos gramos de sulfato magnésico, 15.300 U. I. de vitamina A y 1.543 U. I. de vitamina D₃.

T A B L A II

Composición analítica de la paja de guisantes en la prueba previa.

	S. Fresca %	S. Seca %
Humedad	7,83	—
Sustancia seca	92,17	—
Proteína bruta (N x 6,25)	7,42	8,05
Extracto etéreo	2,26	2,45
Fibra bruta	26,12	28,33
Extractivos libres de N	42,36	45,95
Cenizas	14,01	15,20
Materia orgánica	78,16	84,79
Calcio	2,32	2,51
Fósforo	0,09	0,10

Experimento II.—En este experimento el pienso concentrado tenía una composición semejante al de la prueba previa, es decir, las excretas de aves entraron a formar parte en un 35,71 por ciento, la harina de bellota constituía el 57,14 por ciento y finalmente la harina de alfalfa formaba el 7,15 por ciento restante.

Cada kilo de esta mezcla era adicionado con idénticas cantidades de vitamina A y D₃ y mezcla mineral a las utilizadas en el experimento previo. Este pienso se administró a los animales en forma de granulado. Como pienso voluminoso los corderos recibieron paja de guisantes.

En la tabla III se especifica la composición analítica del pienso concentrado y voluminoso.

TABLA III

Composición analítica de los gránulos y paja de guisantes del Experimento II.

	GRANULOS		P. GUISANTES	
	S. Fresca %	S. Seca %	S. Fresca %	S. Seca %
Proteína bruta	13,99	15,51	7,42	8,05
Extracto etéreo	5,43	6,02	2,26	2,45
Fibra bruta	8,89	9,86	26,12	28,33
Extractivos libres de N.	51,51	57,13	42,36	45,95
Humedad	9,84	—	7,83	—
Cenizas	10,34	11,46	14,01	15,20
Sustancia seca	90,16	—	92,17	—
Materia orgánica	79,82	88,53	78,16	84,79

En este experimento, previa fijación de las dosis óptimas de ingestión durante el período de adaptación a las jaulas metabólicas, se suministró diariamente a cada animal 600 gramos de gránulos y 400 gramos de paja de guisantes, cantidades distribuidas en dos tomas diarias.

La ración total administrada (gránulos + paja de guisantes) tenía la composición porcentual calculada que se indica en la tabla IV.

TABLA IV

Composición calculada de la ración total del Experimento II.

HUMEDAD	9,04
En % de S. S. Proteína bruta	12,48
" " Grasa bruta	4,57
" " Fibra bruta	17,34
" " Extractivos libres de N.	52,60
" " Cenizas	12,97

Experimento III.—En este experimento se utilizó una ración análoga a la anterior en cuanto se refiere a sus ingredientes, si bien el porcentaje de cada uno de ellos fue diferente. La parte concentrada de la ración que se administró en forma de gránulos tenía la composición porcentual siguiente: 80 por ciento de gallinaza, 10 por ciento de harina de bellotas y 10 por ciento de harina de alfalfa deshidratada. El corrector vitamínico-mineral tenía una composición idéntica a la del experimento anterior siendo suministrado en las mismas cantidades.

La parte voluminosa de la dieta también estaba formada exclusivamente por paja de guisantes.

Tanto la composición analítica de los gránulos como la de la paja de guisantes se expresan en la tabla V.

TABLA V

Composición analítica de los gránulos y paja de guisantes del Experimento III.

	GRANULOS		P. GUISANTES	
	S. Fresca	S. Seca	S. Fresca	S. Seca
Proteína bruta	21,78	24,30	7,71	8,38
Extracto etéreo	3,37	3,76	2,15	2,33
Fibra bruta	9,94	11,09	24,79	26,96
Extractivos libres de N.	41,09	45,84	46,66	50,75
Humedad	10,30	—	8,06	—
Cenizas	13,44	14,99	10,63	11,56
Sustancia seca	89,62	—	91,94	—
Materia orgánica	76,18	85,00	81,31	88,43

Durante el período experimental se administraron 460 gramos de gránulos y 600 gramos de paja de guisantes por animal y día divididos en dos tomas diarias.

De acuerdo con los datos analíticos del pienso granulado y de la paja de guisantes, y teniendo en cuenta la cantidad administrada de cada uno de ellos, en la tabla VI se indica la composición calculada de la ración total (gránulos + paja de guisantes) expresada en % de sustancia seca.

TABLA VI

Composición calculada de la ración total del Experimento III.

HUMEDAD	9,06
En % de S. S. Proteína bruta	15,09
" " Grasa bruta	2,94
" " Fibra bruta	20,17
" " Extractivos libres de N. .	48,64
" " Cenizas	13,02

Experimento IV.—Para la realización de este experimento se utilizó una ración de concentrados compuesta de 20 por ciento de gallinaza, 10 por ciento de harina de alfalfa deshidratada y 70 por ciento de harina de bellota. Esta mezcla se administró también en forma de gránulos. Por cada kilo de mezcla se añadieron sales minerales y vitaminas A y D₃ en cantidades idénticas a las empleadas en los experimentos anteriores y que previamente han sido descritas.

La fracción voluminosa de la ración estaba constituida igualmente por paja de guisantes. En la tabla VII se indica la composición analítica de los gránulos y paja empleados en esta prueba.

TABLA VII

Composición analítica de los gránulos y paja de guisantes del Experimento IV.

	GRANULOS		P. GUISANTES	
	S. Fresca %	S. Seca %	S. Fresca %	S. Seca %
Proteína bruta (N x 6,25).	8,47	9,39	7,61	8,22
Extracto etéreo	5,40	5,99	2,29	2,47
Fibra bruta	9,44	10,47	25,90	28,00
Extractivos libres de N. .	58,55	64,96	43,87	47,42
Humedad	9,87	—	7,50	—
Cenizas	8,27	9,17	12,83	13,87
Sustancia seca	90,13	—	92,50	—
Materia orgánica	81,86	90,82	79,67	86,12

En el curso del experimento cada animal recibió diariamente 1.000 gramos de mezcla granulada y 350 gramos de paja de guisantes divididos en dos tomas diarias de mañana y tarde.

En la tabla número VIII figura la composición calculada de la ración total administrada (gránulos + paja de guisantes expresada en % de la sustancia seca).

TABLA VIII

Composición calculada de la ración total del Experimento IV.

HUMEDAD	9,25
En % de S. S. Proteína bruta	9,08
" " Grasa bruta	5,05
" " Fibra bruta	15,10
" " Extractivos libres de N. .	60,32
" " Cenizas	10,41

4.^o Métodos químicos.

Los procedimientos analíticos seguidos con el fin de determinar los principios nutritivos brutos (sustancia seca, proteína bruta, cenizas, extracto etéreo y fibra bruta) de los alimentos utilizados en los diferentes experimentos, fueron en líneas generales los indicados por la A. O. A. C., normalmente utilizados en el Laboratorio de Nutrición Animal del CS. de I. C.

Las tomas de muestras se realizaron siguiendo las normas establecidas sobre el caso con el fin de lograr una muestra media representativa del total. Una vez hecha la toma de muestras, éstas eran finalmente molidas mediante el uso de un molino centrífugo de laboratorio y previamente homogeneizadas fueron envasadas en frascos de vidrio cerrados herméticamente y etiquetados, quedando listas para realizar en ellas las determinaciones pertinentes.

La sustancia seca se determinó sometiendo la muestra a la acción de una temperatura de 100° C en estufa de aire hasta peso constante.

Para la determinación de la proteína bruta (N. x 6,25) se aplicó la técnica de Kjeldahl multiplicando el nitrógeno obtenido por el factor

6,25 y referido a 100 partes del producto analizado. Las muestras (1-2 gramos) eran sometidas a ebullición en matraces Kjeldahl donde se adicionaron 20 c.c. de ácido sulfúrico concentrado de densidad 1,84, 10 gramos de sulfato potásico, 0,1 gramo de selenio metal y 0,5 gramos de sulfato de cobre. El ataque se consideraba concluido cuando la solución presentaba color verde claro transparente. La muestra atacada se arrastraba a un matraz de destilación y se diluía en agua adicionando igualmente 60 c.c. de Na OH de densidad 1,30. El destilado era recogido en un volumen conocido de ácido sulfúrico 0,1 N, cuyo exceso era titulado con sosa también 0,1 N y de factor conocido. El indicador utilizado fue el Tshiro-Tashiro.

El método seguido para el cálculo de las cenizas brutas consistió en incinerar de 3 a 5 gramos de muestra, según los casos, en crisol de porcelana previamente calentado al rojo, enfriado y tarado. La incineración total se llevó a cabo en horno de mufla a temperatura de 550° C hasta que la muestra analítica presentaba aspecto de cenizas blancas o blanco-grisáceas. A partir de las cenizas obtenidas en la muestra se calcularon las cenizas por ciento.

La determinación de grasa bruta se realizó mediante extracción por éter etílico en el extractor Soxhlet durante seis horas. Los vapores de éter existentes en los matraces de recogida se arrastraban por corrientes de aire. Estos matraces eran sometidos a desecación en estufa a 100° C durante un mínimo de una hora y hasta peso constante. Calculado el extracto etéreo contenido en la muestra se refería a tanto por ciento del producto analizado.

La fibra bruta se determinó sometiendo dos gramos de muestra finamente molida a la acción sucesiva de una solución de ácido sulfúrico y otra de hidróxido sódico en ebullición durante 30 minutos. La solución de ácido sulfúrico estaba formada por 50 c. c. de H_2SO_4 al 5 % y 150 c. c. de H_2O . La solución de hidróxido sódico estaba constituida por 50 c. c. de Na OH al 5 % y 150 c. c. de H_2O . El resto insoluble se lavaba con agua caliente hasta neutralidad filtrándolo sobre crisoles Gooch especialmente preparados para esta técnica. En el crisol se lavaba la muestra dos veces con alcohol de 96° y otras dos con éter sulfúrico. El producto resultante se desecaba a 105° C en la estufa y se pesaba una vez enfriado. Seguidamente se incineraba en horno eléctrico a 900° C hasta formación de cenizas blancas y realizando una nueva pesada. La

diferencia entre estas dos pesadas daba la fibra muestra que era referida a tanto por ciento.

Las materias extractivas libres de nitrógeno se calcularon por diferencia. Para la determinación del nitrógeno en orina se usó también el método de Kjeldahl.

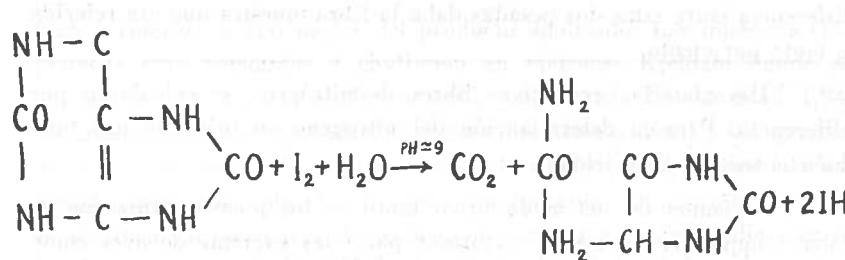
El contenido del ácido úrico tanto en los piensos utilizados en cuya composición entraban a formar parte las excretas de aves como en las heces de los animales experimentales se determinó siguiendo en líneas generales las técnicas de HUTCHINSON y BOSE utilizados también en España por GALVEZ, y BARRERO^{59 15 44}. Se colocaba en un matraz para arrastre de vapor un gramo de excretas, desecadas y finamente molturadas, 25 ml. de agua destilada y 25 c. c. de Carbonato de Litio al 0,5 por ciento. El matraz una vez tapado se unía a una caldera de vapor haciendo pasar éste a través de la muestra durante 15 minutos enfriando a continuación y enrasando a un volumen de 250 ml.

Hecha la extracción se filtraba, pipeteando 5 ml. de este filtrado en un tubo de centrífuga de 25 ml.; se añadían 2 c. c. del reactivo Benedict-Hitchcock's, compuesto de lactato de plata, mixtura magnesiana y amoniaco concentrado. El líquido del tubo de centrífuga se agitaba con una varilla fina de vidrio y a continuación era centrifugado durante cinco minutos. El líquido que sobrenadaba se decantaba y se escurría el tubo durante dos minutos. El ácido úrico se disolvía a continuación con una solución de Cloruro de Litio en ácido clorhídrico. El tubo se centrifugaba durante dos o tres minutos con lo que en su fondo se depositaba el cloruro de plata formado. En un matraz Erlenmeyer se decantaba el líquido del tubo de centrífuga añadiendo hidróxido sódico 0,5 N. hasta neutralidad. A continuación era añadida la solución de borato y ácido clorhídrico 0,1 N que proporcionaba un pH 8,99. Finalmente se añadían dos ml. de engrudo de almidón adicionado de yoduro mercúrico.

La valoración se hacía con una solución de yodo 0,01N cuyo factor se calculaba con una solución de tiosulfato.

Con microbureta y gota a gota se agregaba a la solución del matraz en el cual existía un pH 8,99 la solución de yodo 0,01N hasta viraje a color azul.

La reacción que se origina es la siguiente:



1 ml. de I 0,01 N. = 0,0008403 grs. de ácido úrico en la excreta.
0,0002801 grs. de N. en el ácido úrico de la excreta.

Las determinaciones del ácido úrico en heces y mezclas de piensos en los que la gallinaza se incluía en proporciones bajas se realizaban tomando en vez de un gramo de muestra mayores cantidades.

5.^o Marcha experimental.

Prueba previa.—Durante toda la experiencia los animales permanecieron en estabulación. Cada uno de ellos ocupó un "box" con comedero y bebedero individual lo que imposibilitó que los animales hiciesen uso de los piensos administrados a los restantes individuos componentes de los lotes experimentales.

Las características de estos "boxes" se describen detalladamente en el apartado VII-2.^o

En los bebederos existió siempre agua limpia a disposición de los animales.

Durante los primeros 19 días y con el fin de no hacer ostensibles las consecuencias de un brusco cambio de alimentación y medio ambiente, ya que los animales hasta entonces habían vivido en pastoreo, se les administró una dieta concentrada cuyos ingredientes fueron materias primas comúnmente empleadas: harina de algarrobas, pulpa de remolacha y harina de bellotas; recibiendo como pienso voluminoso heno de alfalfa según se indicó en el apartado VII-3.^º

Finalizada esta fase de adaptación, con el total de animales se hicieron "al azar" dos lotes. Uno de ellos, formado por dos animales, constituyó el lote testigo y el otro integrado por seis corderos formó el lote problema. La composición porcentual y analítica de las dietas em-

pleadas en este experimento figuran en las tablas I y II. El cambio de las dietas administradas durante la fase de adaptación a las utilizadas en el periodo propiamente experimental, se hizo de forma paulatina durante trece días. En este periodo de tiempo se sustituyeron cantidades progresivas de la dieta concentrada de adaptación, por otras análogas de la dieta que se utilizó en el experimento.

Del mismo modo, el pienso voluminoso constituido por heno de alfalfa, fue sustituido en ambos lotes por paja de guisantes, único pienso de volumen que se utilizó en la prueba.

El período propiamente experimental tuvo 135 días de duración. La reacción diaria total se administró dividida en dos tomas iguales. Tanto la toma de la mañana, como la de la tarde se suministró siempre a horas fijas y determinadas pesando las cantidades de pienso voluminoso y concentrado en balanza monoplática de sensibilidad de un gramo.

A lo largo de la experiencia todos los animales (problemas y testigos) recibieron diariamente idénticas cantidades de pienso, cantidades que fueron progresivamente aumentadas de acuerdo con el incremento de las necesidades nutritivas.

La fracción concentrada de la ración fue de 700 gramos diarios por animal y día durante los diecinueve primeros de la prueba; de 750 gramos diarios durante los trece días siguientes; a continuación y durante quince días, el concentrado fue aumentado a 800 gramos diarios, recibiendo cada animal durante los noventa días últimos 900 gramos. Este pienso concentrado se administró en forma de mezcla harinosa.

La fracción voluminosa de la ración se administró en las cantidades y ritmos siguientes: los 30 primeros días de la prueba cada animal recibió diariamente 500 gramos de paja de guisantes; durante los quince días siguientes esta cantidad fue aumentada a 600 gramos diarios y el resto de la prueba (90 días), el pienso voluminoso diario suministrado a cada individuo fue de 700 gramos.

En el transcurso de la experiencia todos los animales fueron pesados cada quince días en básculas de sensibilidad de 50 gramos. Las pesadas se realizaron estando los animales en ayunas y siempre a una hora fija y determinada.

Experimento II.—Este experimento constó de tres partes: a) Digestibilidad; b) Balance de Nitrógeno y c) Descomposición del ácido úrico.

Digestibilidad.—Se determinó la digestibilidad de una ración cuyo concentrado era idéntico al utilizado en el experimento previo, siendo también la paja de guisantes la fracción voluminosa de la dieta. La composición analítica de las raciones se expresa en las tablas III y IV.

Previamente al comienzo del experimento los animales permanecieron durante quince días en los "boxes" individuales descritos en el apartado VII-2.^o

En este período de tiempo recibían la misma dieta que posteriormente se utilizó a lo largo de la prueba. Las cantidades de pienso administrado durante estos días previos, rigurosamente pesadas por cada individuo, fueron ya en principio prácticamente establecidas con el fin de que en el período propiamente experimental los animales consumiesen la totalidad del pienso administrado o en todo caso dejasesen sin ingerir la menor cantidad posible de pienso. Es decir, a priori se procuró fijar aproximadamente el nivel óptimo de ingestión al mismo tiempo que los animales seguían acostumbrándose a la dieta experimental. A continuación, se introdujeron los animales en las jaulas metabólicas descritas anteriormente en el apartado VII-2.^o El tiempo de acostumbramiento a las mismas tuvo seis días de duración, administrándose a cada animal 600 gramos diarios de mezcla granulada y 400 gramos de paja de guisantes, cantidades definitivamente fijadas y que fueron las que se administraron en el período siguiente de colección y control. Las dosis a administrar eran pesadas rigurosamente en balanza de sensibilidad de 0,5 gramos.

Todas las mañanas y en los momentos previos a la administración del pienso, eran retiradas las heces y orinas correspondientes a las veinticuatro horas precedentes.

Finalizado el período de acostumbramiento comenzó la fase propiamente experimental, de control de consumo de pienso y heces. Esta fase tuvo diez días de duración. Las cantidades de pienso administradas fueron idénticas a las suministradas en la fase de acostumbramiento, es decir, 600 gramos de gránulos y 400 gramos de paja de guisantes distribuidas en dos tomas exactamente iguales de mañana y tarde. Todas las mañanas antes de la administración del pienso eran rigurosamente recogidos los restos de pienso no ingeridos siendo pesados con exactitud y almacenados los de cada animal en una bolsa de plástico. Igualmente eran recogidas con minuciosidad las cantidades de heces eliminadas por cada animal en las veinticuatro horas precedentes. Se pesaban exacta-

mente y una vez homogeneizada su totalidad, se tomaba el 10 por ciento como muestra media diaria representativa. Con una parte alícuota de esta muestra y en estufa de aire se determinaba diariamente la humedad y el resto una vez desecado a 50° C en desecador automático de aire caliente, era molido finamente conservándose en un frasco de vidrio herméticamente para cada animal. Al final del experimento de cada una de las bolsas que contenían el alimento no ingerido durante los diez días de la prueba se tomó una muestra media.

De esta forma y en el transcurso de los diez días que tuvo de duración la experiencia, se obtuvo para cada animal una muestra media tanto de restos de pienso como de heces en las que se hicieron las determinaciones analíticas y que juntamente con las de los piensos administrados sirvieron de base para el cálculo de los coeficientes de digestibilidad.

Por métodos analíticos se determinaron la sustancia seca, proteína bruta, grasa bruta, fibra bruta y cenizas. Todos los datos fueron referidos a tanto por ciento de sustancia seca. Los extractivos libres de nitrógeno se calcularon por diferencia a cien de la suma de proteína bruta, grasa bruta, fibra bruta, y cenizas. Los datos de sustancia orgánica resultan de la suma de proteína bruta, grasa bruta, fibra bruta y extractivos libres de nitrógeno.

Calculada la cantidad media de pienso rechazada por cada cordero durante los diez días del experimento y restando esta cantidad de la administrada, se determinó la media aritmética de alimentos ingeridos diariamente por cada animal. Restando de esta cifra la media diaria de heces excretadas se obtuvo la cantidad media de mezcla digerida diariamente. Procediendo de esta forma con cada uno de los principios nutritivos y refiriendo los datos a cien partes de alimentos ingeridos se calcularon los coeficientes de digestibilidad.

Balance de nitrógeno.—Con la misma dieta utilizada en la prueba precedente de digestibilidad y con los mismos corderos, se hizo simultáneamente un balance de nitrógeno. Con este fin, el primer día de la prueba y estando los animales en ayunas fueron éstos pesados en báscula de sensibilidad de 50 gramos. Este experimento tuvo igualmente diez días de duración, al final de los cuales los animales fueron de nuevo pesados.

Las muestras de heces fueron las mismas utilizadas en la determinación de la digestibilidad. La orina de cada animal fue recogida

diariamente en bocales de vidrio midiéndose rigurosamente a horas fijas y determinadas coincidentes con la de recogida de heces y pienso rechazado. Una vez realizada la medición se homogenizaba detenidamente mediante agitación con varilla de vidrio. De la cantidad total diaria excretada por cada animal fue conservada la décima parte en medio acodulado con ácido sulfúrico con el fin de impedir fermentaciones y lograr una fijación del contenido en nitrógeno. De esta forma al final del experimento se obtuvo de cada animal una muestra media de la orina excretada durante los diez días de prueba en las que se realizaron mediante el método de Kjeldahl las determinaciones de nitrógeno.

Descomposición del ácido úrico.—Se determinó en las muestras medias de pienso concentrado (gránulos) su contenido en ácido úrico expresado en miligramos por gramo de sustancia seca. Análogamente, en las muestras medias de heces de cada uno de los corderos se hicieron determinaciones químicas de su contenido en dicho ácido. Los datos obtenidos en estos análisis sirvieron de base para calcular el porcentaje de ácido úrico desdoblado o desaparecido en el tracto digestivo de los animales experimentales.

Experimento III.—Este experimento al igual que el anterior constó de tres partes: a) Digestibilidad; b) Balance de Nitrógeno y c) Descomposición del ácido úrico.

Digestibilidad.—Se realizó con los mismos cuatro corderos utilizados en el precedente experimento.

La composición analítica y calculada de las dietas empleadas se indican en las tablas V y VI. El porcentaje de gallinaza en este caso fue extraordinariamente elevado (80 por ciento) formando la mayor parte de la mezcla de concentrado.

Con relación al experimento anterior, la cantidad de pienso concentrado administrada a cada animal fue disminuida a 460 gramos que se ofrecieron en dos tomas iguales de mañana y tarde. Por el contrario, la cantidad de pienso voluminoso se aumentó a 600 gramos por animal y día.

La marcha seguida en este experimento fue análoga a la descrita en el precedente. Los animales permanecieron durante doce días en los "boxes" individuales descritos en el apartado VII-2.^o donde recibieron la dieta que luego sería motivo de experimentación. La fase de acos-

tumbramiento a las jaulas metabólicas tuvo seis días de duración en la cual se fijaron definitivamente las cantidades diarias administradas a cada animal: 460 gramos de pienso concentrado más 600 gramos de pienso voluminoso, cantidades que fueron también ofrecidas durante los diez días siguientes de la fase propiamente experimental de control de consumo de pienso y excretas.

Tanto la administración diaria de pienso, recogida y pesaje de piensos no ingeridos y heces excretadas como la toma de las muestras necesarias para las pertinentes determinaciones analíticas, se realizaron de idéntica forma a la descrita en el experimento anterior.

Como en el caso anterior la sustancia seca en heces se determinó diariamente en una parte alícuota (10 por ciento) del total de heces diarias de cada animal. Todos los análisis se hicieron por duplicado siendo los datos utilizados la media aritmética de ambos. No se observó alteración del apetito a lo largo de la prueba y la ingestión del pienso concentrado administrado fue siempre total.

Balance de nitrógeno.—Simultáneamente a la prueba de digestibilidad se realizó un balance de nitrógeno. El primer día y en los momentos previos al suministro de alimentos los animales fueron pesados. Al final de la experiencia se realizó nuevamente una nueva pesada encontrándose los animales en ayunas. Las determinaciones del nitrógeno fecal fueron hechas en porciones de las mismas muestras utilizadas en el cálculo de la digestibilidad. Para la determinación del nitrógeno urinario, como en el caso anterior, diariamente por la mañana y siempre a una hora determinada, fueron rigurosamente medidas las cantidades de orina eliminadas por cada animal en las veinticuatro horas precedentes haciendo las determinaciones en una muestra media correspondiente a los diez días de duración de la prueba.

Descomposición del ácido úrico.—De forma análoga al experimento anterior se calculó tanto en el pienso concentrado como en las heces de los animales experimentales su contenido en ácido úrico, con el fin de averiguar la cantidad del mismo descompuesto en el tubo digestivo de cada uno de los corderos. La marcha experimental fue idéntica en sus detalles a la del experimento anterior.

Experimento IV.—Este experimento último de la serie constó igualmente de tres partes: a) Digestibilidad; b) Balance de nitrógeno; y c) Descomposición del ácido úrico.

Digestibilidad.—Fue determinada en los mismos cuatro corderos utilizados en las dos pruebas anteriores. La composición analítica de las raciones se expresan en las tablas VII y VIII. En este caso cada animal recibió diariamente 1.000 gramos de pienso concentrado y 350 gramos de pienso voluminoso, cantidades divididas en dos tomas idénticas de mañana y tarde.

Salvo estas diferencias en las cantidades de piensos administrados, la marcha experimental llevada a cabo en esta experiencia coincide exactamente con la de las dos pruebas precedentes realizándose el control de piensos, alimentos rechazados, heces y toma de muestras de análoga forma a la anteriormente reseñada. El período de colección tuvo en ese caso ocho días de duración. El pienso concentrado se suministró en forma granulada. Las cantidades de pienso concentrado no fueron totalmente consumidas por los corderos números 1, 3 y 4.

Balance de nitrógeno.—Durante el mismo período experimental en el que se determinó la digestibilidad aparente, se realizó un balance de nitrógeno. Por consiguiente los animales y raciones utilizadas fueron las mismas.

Como en los casos anteriores, se pesaron los animales al comienzo y fin de la prueba.

La marcha seguida en este experimento fue en todos los aspectos idéntica a las anteriores del mismo tipo por lo que remitimos a las descripciones sobre el particular hechas previamente.

VIII. RESULTADOS Y DISCUSION

Prueba previa.—En esta prueba de 135 días de duración se utilizaron las raciones cuyas composiciones figuran en las tablas I y II.

Las observaciones realizadas a lo largo de todo el experimento dieron por resultado la ausencia total de trastornos tóxicos o metabólicos en los seis animales que constituyeron el lote problema y que recibieron la ración en cuya composición entraban a formar parte las excretas de aves. El aspecto de las heces de los animales del lote problema fueron totalmente normales y análogas a las del lote testigo. La apetecibilidad de esta dieta fue buena a pesar de que la mezcla de concentrados

presentó aspecto de harina finamente molida y en cierto modo demasiado pulverulenta para esta especie.

En el crecimiento de la lana no se observó ninguna alteración que hiciese pensar en trastornos carenciales, presentando el vellón características normales de desarrollo y análogas a las del lote testigo. En cuanto al crecimiento y aumento de peso tampoco hubo diferencias apreciables entre los constituyentes de ambos lotes. Los pesos individuales registrados al principio y final de la prueba así como los pesos intermedios y la ganancia total en peso de cada uno de los corderos figuran en la tabla IX.

TABLA IX

Datos individuales de pesos iniciales, intermedios, finales, y aumentos totales durante la prueba previa.

CORD. N. ^o	G. TESTIGO				G. PROBLEMA			
	1	2	3	4	5	6	7	8
PESOS	Kgs.	Kgs.	Kgs.	Kgs.	Kgs.	Kgs.	Kgs.	Kgs.
INICIAL	26'000	23'000	24'000	25'750	21'500	26'300	24'100	26'500
DIA 15	28'600	25'000	26'500	28'500	24'100	29'000	27'500	29'000
" 30	30'550	28'800	27'700	30'200	26'000	31'400	29'200	30'000
" 45	33'000	30'500	30'750	32'500	27'800	32'800	31'000	32'400
" 60	35'300	29'500	33'200	34'500	30'400	36'250	33'000	34'500
" 75	36'600	32'500	34'200	35'300	32,000	37'000	33'400	35'200
" 90	38'500	36'500	37'800	38'400	34'000	40'400	37'200	37'500
" 105	41'400	38'400	40'000	39'500	37'500	41'100	39'900	41'000
" 120	41'700	39'000	39'500	41'400	37'800	41'500	42'000	
FINAL	44'400	42'500	44'300	44'700	39'200	46'000	45'000	43'300
Aumento total ..		18'400	19'500	20'300	18'950	17'700	19'700	16'800

En la tabla número X se expresan los incrementos individuales de peso en los registros llevados a cabo cada quince días durante todo el experimento. Los incrementos quincenales de peso oscilaron entre un mínimo de 0,300 kilos a los 120 días en el cordero número 1 y 4'800 kilos a los 135 días en el cordero 3.

TABLA X

Incrementos individuales de peso.

CORD. N. ^o	GRUPO TESTIGO				GRUPO PROBLEMA			
	1	2	3	4	5	6	7	8
	kgs.	kgs.	kgs.	kgs.	kgs.	kgs.	kgs.	kgs.
Día .15 ...	2'600	2'000	2'500	2'750	2'600	2'700	3'400	2'500
" 30 ...	1'950	3'800	1'200	1'700	1'900	2'400	1'700	1'000
" 45 ...	2'450	1'700	3'050	2'300	1'800	1'400	1'800	2'400
" 60 ...	2'300	-1'000	2'450	2'000	2'600	3'450	2'000	2'100
" 75 ...	1'300	3'000	1'000	0'800	1'600	0'750	0'400	0'700
" 90 ...	1'900	4'000	3'600	3'100	2'000	3'400	3'800	2'300
" 105 ...	2'900	1'900	2,200	1'100	3'500	0'700	2'700	3'500
" 120 ...	0'300	0'600	-0'500	1'900	0'300	0'400	1'600	1'000
" 135 ...	2'700	3'500	4'800	3'300	1'400	4'500	3'500	1'300

En la tabla XI se especifican los pesos medios, incrementos quincenales medios y ganancia total media por grupo obtenidos durante el experimento.

TABLA XI

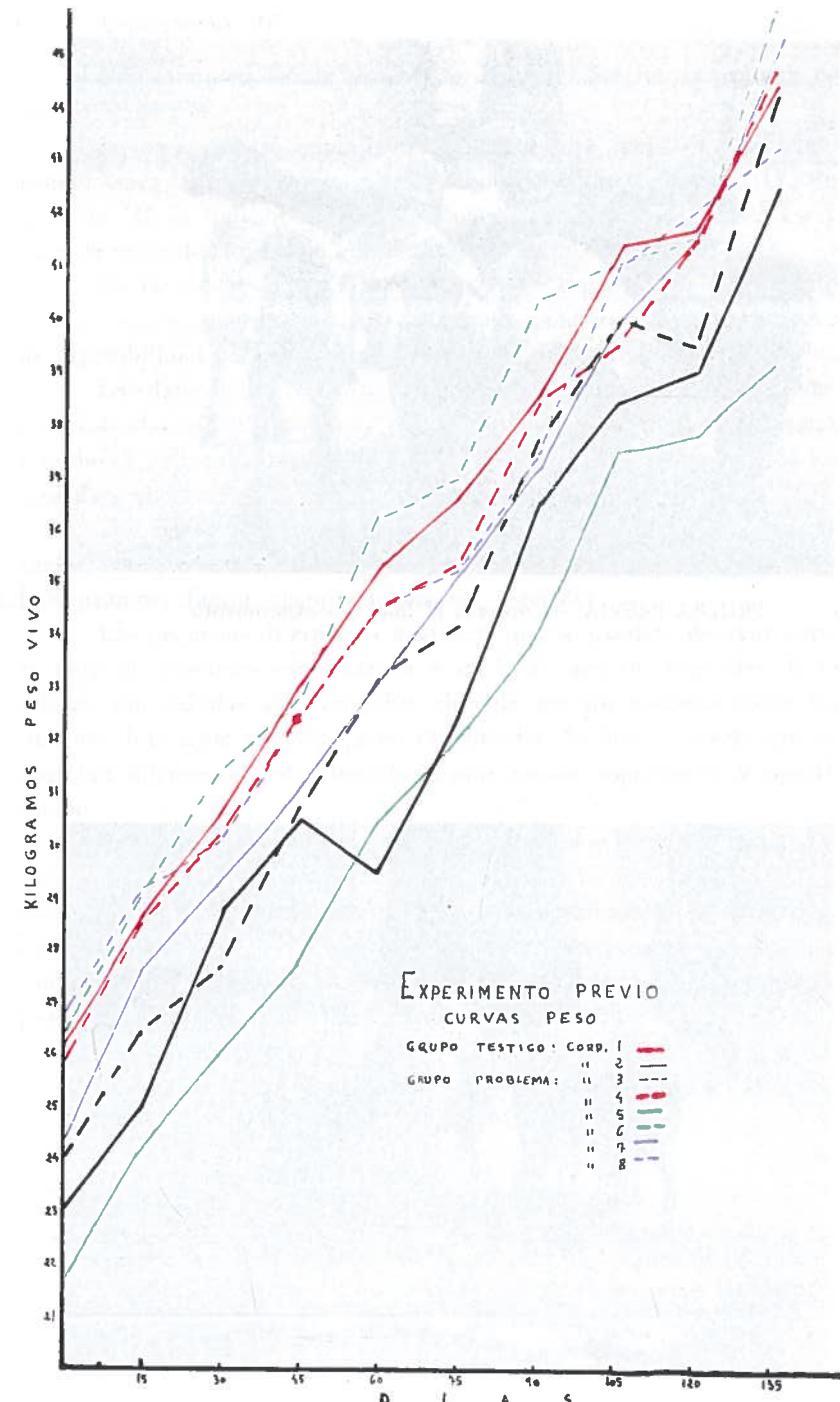
Pesos medios, incrementos de peso e incrementos totales medios por grupo.

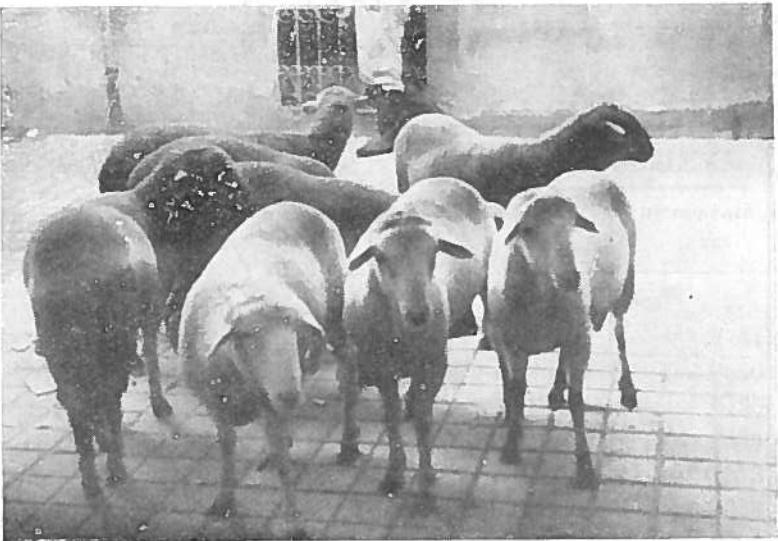
Días	GRUPO TESTIGO		GRUPO PROBLEMA	
	Peso medio kgs.	Incremento M. kgs.	Peso medio kgs.	Incremento M. kgs.
1	24'500	—	24'691	—
15	26'800	2'300	27'433	2'741
30	29'675	2'875	27'083	1'650
45	31'750	2'075	31'208	2'125
60	32'400	0'650	33'641	2'433
75	34'550	2'150	34'516	0'875
90	37'500	2'950	37'550	3'033
105	39'900	2'400	39'833	2'283
120	40'350	0,450	40'616	0'783
135	43'450	3'100	43'750	3'133

Incremento	GRUPO TESTIGO		GRUPO PROBLEMA	
	Kgs.		Kgs.	
	Total medio		Total medio	
Por grupo	18'950		19'058	

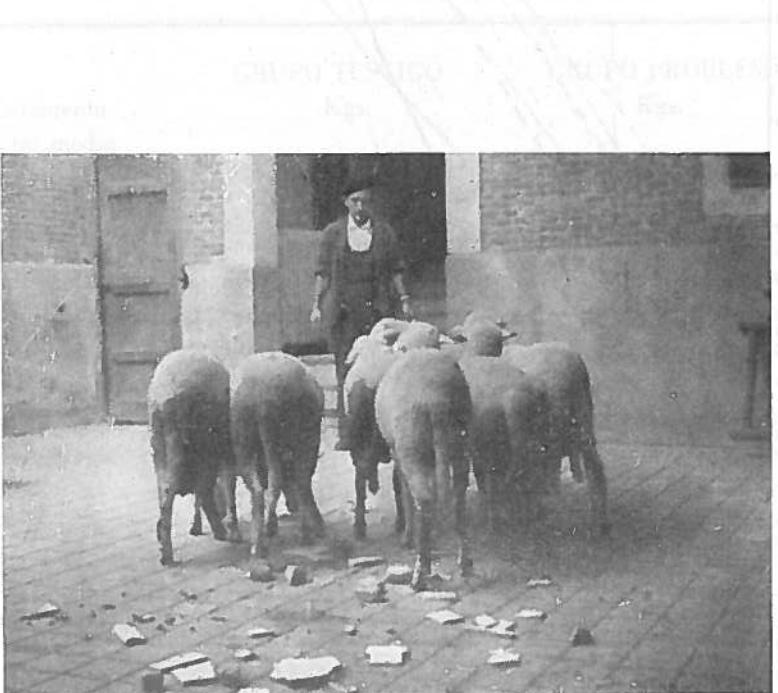
La diferencia entre los incrementos totales medios de cada grupo fue sometida a una prueba de significación por el método de la T de Student.¹⁰ La diferencia resultó no ser significativa. La gráfica I muestra las curvas de crecimiento de los corderos de los grupos testigo y problema utilizados en el experimento.

De los resultados obtenidos en esta prueba previa se deduce que la sustitución total de la harina de algarrobas por excretas de aves desecadas, parece no afectar al crecimiento y peso de los animales, ya que los incrementos de peso de los animales del grupo testigo en cuya dieta figuró la harina de algarrobas a un nivel de 35,71 por 100 fueron semejantes a los del grupo problema en que aquella harina de leguminosa se sustituyó peso a peso por excretas de aves desecadas y molidas.





PRUEBA PREVIA.—Corderos al final del experimento



Experimento II.

Digestibilidad.—Esta prueba de digestibilidad fue la primera de una serie de tres.

La ración total administrada (gránulos + paja de guisantes) resultó tener la composición calculada que se indica en la tabla IV. En la tabla III se indican las composiciones analíticas de los gránulos y paja de guisantes utilizados.

En las tablas XII, XIII, XIV y XV se expresan los datos analíticos y experimentales a partir de los cuales se obtuvieron los coeficientes de digestibilidad para cada uno de los corderos utilizados en la prueba.

Los datos sobre pienso administrado, se refieren a las cantidades suministradas diariamente. Las cifras de alimentos rechazados o restos y de heces indican la media diaria del total de los obtenidos durante los diez días que tuvo de duración la experiencia.

Los restos estuvieron constituidos únicamente por paja de guisantes, ya que las cantidades de gránulos administradas diariamente (600 gramos) fueron siempre totalmente ingeridas.

Las pequeñas diferencias analíticas que se pueden observar entre la paja de guisantes suministrada y las porciones no ingeridas de la misma, son debidas a la selección ejercida por los corderos sobre las distintas fracciones de la paja en el consumo. Si bien es cierto que se aprecian diferencias, éstas fueron de muy escasa importancia y significación.

Con el fin de poder comparar fácilmente entre sí los resultados obtenidos durante el experimento con cada uno de los corderos, en las tablas XVI y XVII se indican además de los coeficientes de digestibilidad, la sustancia seca y principios inmediatos ingeridos diariamente por cada animal, así como la composición porcentual de los distintos principios nutritivos del pienso administrado y del ingerido.

TABLA XII

Experimento núm. II (Digestibilidad)

CORDERO NUMERO I

	S.S.	S.ORG.	P.B.	G.B.	F.B.	MELN.	CENIZAS
	Expresados en % S. Seca						
Coeficientes Digestibilidad							
Pienso y heces en gramos	S.S.	S.ORG.	P.B.	G.B.	F.B.	M.E.L.N.	
PAJA DE GUISANTES	92,17	84,79	8,05	2,45	28,33	45,95	15,20
GRANULOS	90,16	88,53	15,51	6,02	9,86	57,13	11,46
HECES	34,89	83,33	13,16	2,92	35,94	31,29	16,66
RESTOS P. GUISANTES	93,83	77,34	8,49	2,40	27,24	39,19	22,65

TABLA XIII
Experimento núm. II (Digestibilidad)
CORDERO NUMERO II

	S.S.	S.ORG.	P.B.	G.B.	F.B.	MELN.	CENIZAS
	Expresados en % S. Seca						
Coeficientes Digestibilidad							
Pienso y heces en gramos	S.S.	S.ORG.	P.B.	G.B.	F.B.	M.E.L.N.	
PAJA DE GUISANTES	92'17	84'79	8'05	2'45	28'33	54'95	15'20
GRANULOS	90'16	88'53	15'51	6'02	9'86	57'13	11'46
HECES	42'68	85'41	12'69	3'26	36'64	32'82	14'58
RESTOS P. GUISANTES	88'77	72'97	11'77	2'97	19'18	39'04	27'02

TABLA XIV
Experimento núm. II (Digestibilidad)
CORDERO NUMERO III

	S.S.	S.ORG.	P.B.	G.B.	F.B.	MELN.	CENIZAS
PAJA DE GUISANTES							
92'17	84'79	8'05	2'45	28'33	45'95	15'20	
90'16	88'53	15'51	6'02	9'86	57'13	11'46	
GRANULOS							
40'63	84'77	12'03	2'64	35'59	34'50	15'22	
HECES							
RESTOS P. GUISANTES	92'16	86'23	8'88	2'39	31'14	43'80	13'76
Coeficientes Digestibilidad							
Pienso y heces en gramos							
A. ADM. P. GUISANTES	400	368'68	312'60	29'67	9'03	104'44	169'40
A. ADM. GRANULOS	600	540'96	478'91	83'90	32'56	53'33	309'05
RESTOS P. GUISANTES	147'45	135'88	117'16	12'06	3'24	42'31	59'51
A. INGERIDOS	852'55	773'73	674'35	101'53	38'35	115'46	418'94
HECES							
726'85	295'31	250'33	35'32	7'79	105'10	101'38	
MEZCLA DIGERIDA							
COEFICIENTES	478'45	424'02	66'01	30'56	10'36	317'06	
COEFICIENTES	61'83	62'87	65'01	79'68	89'7	75'68	

— 210 —

TABLA XV
Experimento núm. II (Digestibilidad)
CORDERO NUMERO IV

	S.S.	S.ORG.	P.B.	G.B.	F.B.	MELN.	CENIZAS
PAJA DE GUISANTES							
92'17	84'79	8'05	2'45	28'33	45'95	15'20	
90'16	88'53	15'51	6'02	9'86	57'13	11'46	
GRANULOS							
43'82	83'90	12'46	2'78	33'63	35'02	16'09	
HECES							
RESTOS P. GUISANTES	92'51	82'35	8'85	2'42	30'77	40'30	17'64
Coeficientes Digestibilidad							
Pienso y heces en gramos							
A. ADM. P. GUISANTES	400	368'68	312'60	29'27	9'03	104'44	169'40
A. ADM. GRANULOS	600	540'96	478'91	83'90	32'56	53'33	309'05
RESTOS P. GUISANTES	94'85	87'74	72'25	7'76	2'12	26'99	35'35
A. INGERIDOS	905'15	821'90	719'26	105'81	39'47	130'78	443'10
HECES							
792'05	347'07	291'19	43'24	9'64	116'71	121'54	
MEZCLA DIGERIDA							
COEFICIENTES	474'83	428'07	62'57	29'83	14'07	321'56	
COEFICIENTES	57'77	59'51	59'13	75'57	10'75	72'57	

— 211 —

TABLA XVI

Coeficientes de Digestibilidad obtenidos en el Experimento II.

CORD. Nº	S. S.	COEFICIENTES DE DIGESTIBILIDAD				
		S. ORG	P. B.	G. B.	F. B.	EXT. L: N
1	58'08	60'04	56'42	73'77	10'94	75'33
2	61'64	62'74	61'17	73'27	18'43	76'46
3	61'83	62'87	65'01	79'68	8'97	75'68
4	57'77	59'51	59'13	75'57	10'75	72'57
VALORES MEDIOS	59'83	61'29	60'43	75'57	12'27	75'01
ERROR STANDARD DE LA MEDIA	± 1'10 ± 0'88 ± 1'80 ± 1'45 ± 2'09 ± 0'84					

El porcentaje de los distintos principios inmediatos ingeridos por cada uno de los animales es sensiblemente semejante a la composición porcentual de la ración total administrada (voluminoso + concentrado), lo que indica que los animales no ejercieron una acción selectiva de importancia en el consumo de alimentos como puede observarse en la tabla XVII. Unicamente el porcentaje de fibra bruta ingerida por los corderos 3 y 4 es ligeramente inferior al porcentaje que figura en la ración administrada.

En este experimento, como se observa en la tabla XVI, la media del coeficiente de digestibilidad aparente de la fibra bruta para los cuatro corderos fue de 12.27 ± 2.09 , cifra sensiblemente baja e indudablemente inferior a las obtenidas en condiciones ordinarias para esta especie.

La disminución en la digestibilidad de la fibra bruta podría explicarse por los efectos depresores del almidón sobre la digestibilidad de la celulosa y en general de la fibra bruta, hecho demostrado en diversos trabajos experimentales^{22 37 62}. La presencia en abundancia de productos amiláceos procedentes de la harina de bellota, que figura en la ración a un nivel de 57,71 por 100 de la mezcla concentrada, podría corroborar los resultados obtenidos. Posiblemente en este caso se establece una acción competitiva para los nutrientes entre los microorganismos

TABLA XVII

Experimento número II.

Sustancia seca y principios inmediatos ingeridos diariamente y porcentajes de los mismos en la ración administrada e ingerida.

Cord. Nº	S. Seca ingerida por día grs.	Composición ración administrada en % S. S.	PRINCIPIOS		INMEDIATOS		INGERIDOS		POR DÍA		CEN
			P. B.	G. B.	Grs.	%	Grs.	%	Grs.	%	
1	871'93	HUM	9,04		110'37	12'66	40'69	4'66	147'50	16'92	463'68
2	854'70	P.B.	12'48	107'11	12'53	39'96	4'67	147'24	17'23	457'01	53'48
3	773'76	F.B.	17'34	101'53	13'12	38'35	4'95	115'46	14'92	418'94	54'15
4	821'90	CEN	12'97	105'81	12'87	39'47	4'80	130'78	15'91	443'10	53'92
VALORES MEDIOS	830'57		106'20	39'61	135'20	445'68					103'63

amilolíticos y celulolíticos que tendría como resultado una proliferación dominante de las bacterias amilolíticas con detrimento en el número y acción de los microbios celulolíticos del rumen.

Por otra parte el desdoblamiento microbiano de la celulosa en el rumen parece ser llevado a cabo más eficientemente cuando en la ración figuran ciertas cantidades de fuentes proteicas de buena calidad, tal como harina de soja y pequeñas cantidades de azúcares fácilmente fermentescibles^{10 22 56}. En la composición de la ración de este experimento no se dan precisamente estas condiciones, ya que la fuente nitrogenada fundamental está constituida por los componentes nitrogenados de las excretas de aves, integrados en su mayor parte por ácido úrico y escasas fracciones proteicas no digeridas por esta especie animal. Además, la proteína aportada por la harina de bellota es de digestibilidad muy baja o prácticamente nula y la mayor parte de sus hidratos de carbono la constituye el almidón.

Los hidratos de carbono aportados a la ración por las excretas son, posiblemente, polisacáridos complejos, ya que los fácilmente digestibles hay que suponer fueron utilizados por el aparato digestivo de las aves.

Es de suponer que, de no haber existido un predominio de almidón y una acentuada escasez de compuestos proteicos de buena calidad en la ración, la digestibilidad de la fibra bruta habría sido más elevada.

La digestibilidad de la proteína bruta fue de $60,43 \pm 1,80$, la digestibilidad de los extractivos libres de nitrógeno fue de $75,01 \pm 0,84$, la de la grasa bruta $75,57 \pm 1,45$, la de la sustancia orgánica $61,29 \pm 0,88$ y la de la sustancia seca $59,83 \pm 1,10$, cifras todas ellas que indican que los distintos principios nutritivos alcanzaron una digestibilidad aparente aceptable.

Balance de nitrógeno.—Este balance de nitrógeno se realizó en los mismos corderos utilizados en la precedente prueba de digestibilidad y durante el mismo período de experimentación, siguiendo la marcha que se describe en el apartado VII, 5.

El balance fue positivo en los cuatro corderos utilizados y la retención de nitrógeno se expresa en cantidad total de nitrógeno almacenado durante el período experimental, nitrógeno almacenado % del ingerido y valor biológico.

El nitrógeno metabólico fecal está relacionado con la materia seca ingerida, mientras el nitrógeno endógeno es proporcional al peso vivo, a la superficie corporal y a las calorías basales. Las cifras que figuran en la tabla como nitrógeno metabólico y nitrógeno endógeno no fueron experimentalmente determinadas, sino que se han utilizado los valores de 0,55 gramos de nitrógeno metabólico por cada 100 gramos de sustancia seca ingerida y la cifra de 0,033 gramos diarios de nitrógeno endógeno por kilogramo de peso vivo.

La disposición de los datos es análoga a la empleada por ZORITA y GONZALEZ¹¹⁵ en sus trabajos sobre retención de nitrógeno en corderos. Los datos de nitrógeno no absorbido están calculados por diferencia entre el nitrógeno fecal total y el nitrógeno metabólico.

El nitrógeno absorbido resulta de la diferencia entre el nitrógeno ingerido y el no absorbido.

Restando del nitrógeno urinario total la cifra calculada de nitrógeno endógeno se obtuvieron los datos de nitrógeno residual.

El nitrógeno almacenado total se calculó por diferencia entre el nitrógeno absorbido y la suma del nitrógeno metabólico y urinario.

El nitrógeno utilizado es la diferencia entre el nitrógeno absorbido y el nitrógeno residual.

El valor biológico se obtiene dividiendo el nitrógeno utilizado multiplicado por 100 por el nitrógeno absorbido.

En la tabla XVIII figuran los resultados obtenidos en la prueba.

La cantidad media de nitrógeno ingerido por cada cordero durante los diez días de experiencia fue de 169,21 gramos de los cuales 20,64 gramos eran nitrógeno úrico, es decir, el 12,19 por 100 del total. El nitrógeno absorbido alcanzó un valor medio de 147,62 gramos. El nitrógeno utilizado tuvo una media de 100,05 gramos para cada uno de los cuatro corderos.

En este experimento la cantidad media de nitrógeno almacenado fue de 47,87 gramos que expresado en % del nitrógeno ingerido dio una cifra media de 28,30, la más alta alcanzada en los tres experimentos en que se realizó el balance de nitrógeno.

Desde el punto de vista de su eficiencia nitrogenada la ración utilizada en esta prueba demostró ser la más eficiente de las tres de la serie.

TABLE XVIII
Experimento número 2
BALANCE DE NITROGENO

COR- DERO N. ^o	PESO VIVO		Sustancia seca ingerida Grs.	NITROGENO FECAL		NITROG. URINARIO		NITROG. ALMACEN.			
	Peso Inicial Grs.	Peso Final Grs.		Nitrogeno ingerido Grs.	Metabolico	No absorbi- do	Nitrogeno absorbido	Endó- geno	Residual	TOTAL	Por ciento del ingerido
1	19.500	20.500	1.000	8.719,21	175,90	47,95	28,80	147,10	6,60	45,04	102,06
					76,75			51,64			27,00
2	19.650	20.900	1.250	8.546,92	170,67	47,00	19,54	151,13	6,69	47,82	103,31
					66,54			54,51			29,07
3	18.750	19.700	950	7.737,51	161,69	42,55	14,15	147,54	6,34	51,91	95,63
					56,70			58,25			46,74
4	18.950	19.700	750	8.218,95	168,50	45,20	23,87	144,71	6,37	45,50	99,21
					69,07			51,87			47,64
											28,90
											64,85
											68,55

Teniendo en cuenta el coeficiente de digestibilidad para la proteína bruta, cuyo valor medio según se indica en la tabla XVI fue de 60,43, resulta que el "Net protein value" alcanzó la cifra media de 40,66, que es la más elevada de las obtenidas en los tres experimentos.

Descomposición del ácido úrico en el tracto digestivo.—La gallinaza desecada utilizada en este experimento, según nuestros análisis contenía 28,92 miligramos de ácido úrico por gramo. Puesto que la gallinaza representó el 35,71 por 100 de la mezcla concentrada granulada, ésta tenía una riqueza de ácido úrico de 10,32 miligramos por gramo.

Fue analizado el contenido en ácido úrico de las heces obteniéndose para las de cada uno de los corderos los resultados siguientes:

Cord. n. ^o	HECES	
	Acido úrico en mlgs/grms. de S. S.	
1	7,54	
2	8,33	
3	9,44	
4	—	

A partir de estos datos se calculó el ácido úrico ingerido por cada uno de los animales de la prueba y por diferencia con el ácido úrico eliminado por heces se ha deducido la parte de ácido úrico que fue desdoblado en el aparato digestivo y posiblemente absorbido.

En la tabla XVIII —a se exponen los resultados obtenidos referidos a los diez días de duración de la prueba.

La cantidad de ácido úrico ingerido durante los diez días de duración de la prueba es análoga para cada uno de los corderos, ya que el consumo de los gránulos administrados fue siempre total.

Los gránulos contenían 13,99 por 100 de proteína bruta en sustancia fresca lo que corresponde lógicamente a 2,23 por 100 de nitrógeno. Como anteriormente se dijo, estos gránulos poseían 10,32 miligramos de ácido úrico por gramo lo que equivale a 3,43 miligramos de nitrógeno por gramo. Es decir, el 0,34 por 100 de nitrógeno es úrico lo que representa el 15,24 por 100 del nitrógeno total.

La cantidad media de ácido úrico desdoblado y posiblemente digerido fue del 55,43 por 100 del ácido úrico ingerido.

El nitrógeno del ácido úrico desdoblado y posiblemente absorbido fue el 7'77, 7'62 y 7'68 por 100 del nitrógeno total absorbido por cada uno de los tres corderos. En el supuesto de que la totalidad del ácido úrico desdoblado en el tracto digestivo fuese totalmente absorbido, de los anteriores datos se deduce la posibilidad teórica de que el 7'69 por 100 del nitrógeno total absorbido procediese del ácido úrico de las excretas de aves.

No se observó una correlación entre la cantidad de ácido úrico desdoblado en el tracto digestivo y el nitrógeno urinario residual.

La determinación de ácido úrico en las heces del cordero número 4 no fue posible por lo que no figuran en la tabla los datos correspondientes.

Experimento III.

Digestibilidad.—Este experimento se realizó con los mismos corderos con que se llevó a cabo el experimento anterior. Tanto en la fase previa como en el período de colección de heces y orina se administraron diariamente a cada animal 460 gramos de concentrado granulado y 600 gramos de paja de guisantes como ración voluminosa. En la tabla número V figuran la composición analítica de los gránulos y paja de guisantes utilizados en la prueba.

La ración total empleada (gránulos + paja de guisantes) tenía la composición calculada que se especifica en la tabla VI.

El porcentaje de excretas de aves en el pienso concentrado utilizado en esta prueba (80 por 100) fue el más elevado de todos los empleados en el presente trabajo.

Los gránulos tenían en consecuencia una superior riqueza en proteína bruta ($N \times 6'25$) a los del experimento anterior y siguiente.

También la ración total (gránulos + paja) poseía una riqueza en nitrógeno superior a la del experimento II y IV. La fibra bruta como consecuencia de figurar la paja de guisantes en la ración diaria en mayor cantidad que en el caso precedente, experimentó también un aumento en su porcentaje. El porcentaje de fibra bruta en la ración administrada fue de 20'17 por 100 frente a 17'34 del primer experi-

TABLA XVIII-a
Descomposición del ácido úrico en el tracto digestivo en el Experimento II.

CORD. N. ^o	Gránulos ingerido grs.	Ac. Urico ingerido mlgs.	N. Urico ingerido mlgs.	Heces en S. S. grs.	Ac. Urico en Heces mlgs.	Ac. Urico desdob. mlgs.	N. Urico desdob. mlgs.	Ac. Urico desdob. % del ing.
1	6.000	61.920	20.637	3.655	27.558	34.326	11.440	55'43
2	6.000	61.920	20.637	3.278	27.305	34.615	11.537	55'90
3	6.000	61.920	20.637	2.953	27.876	34.044	11.346	54'98
4	—	—	—	—	—	—	—	—

TABLA XIX

Experimento número III (Digestibilidad)
CORDERO NUMERO I

	S.S.	S.ORG.	P.B.	G.B.	F.B.	MELN.	CENIZAS
	Expresados en % S. Seca						
PAJA DE GUISANTES	91'94	88'43	8'38	2'33	26'96	50'75	11'56
GRANULOS	89'62	85'00	24'30	3'76	11'09	45'84	14'99
HECES	29'56	79'68	11'43	3'01	29'94	35'29	20'31
RESTOS P. GUISANTES	93'70	77'25	8'10	3'21	23'52	42'42	22'74

Coeficientes de Digestibilidad

Pienso y heces en grs.	S.S.	S.ORG.	P.B.	G.B.	F.B.	M.E.I.N.
	Coeficientes de Digestibilidad					
A. ADM. P. GUISANTES	600	551'64	48'781	46'22	12'85	148'72
A. ADM. GRANULOS	460	412'25	35'041	100'17	15'50	45'71
RESTOS P. GUISANTES	69'30	64'93	50,15	5,25	2,08	15,27
A. INGERIDOS	990'70	898'96	788'07	141'14	26'27	179'16
HECES	1.385'70	409'61	326'37	46'81	12'32	122'63
MEZCLA DIGERIDA						
COEFICIENTES	54'43	58'58	461'70	94'33	13'95	56'53
						296'83
						67'25

TABLA XX

Experimento III (Digestibilidad)
CORDERO NUMERO II

	S.S.	S.ORG.	P.B.	G.B.	F.B.	MELN.	CENIZAS
	Expresados en % S. Seca						
PAJA DE GUISANTES	91'94	88'43	8'38	2'33	26'96	50'75	11'56
GRANULOS	89'62	85'00	24'30	3'76	11'09	45'84	14'99
HECES	41'74	80'12	10'74	3'03	35'65	30'68	19'87
RESTOS P. GUISANTES	92'01	77'77	10'16	3'60	16'33	47'66	22'22

Coeficientes de Digestibilidad

Pienso y heces en grs.	S.S.	S.ORG.	P.B.	G.B.	F.B.	M.E.I.N.
	Coeficientes de Digestibilidad					
A. ADM. P. GUISANTES	600	551'64	48'781	46'22	12'85	148'72
A. ADM. GRANULOS	460	412'25	35'041	100'17	15'50	45'71
RESTOS P. GUISANTES	118'95	109'44	85'11	11'11	3'93	17'87
A. INGERIDOS	941'05	854'54	753'11	135'28	24'42	176'56
HECES	819'80	342'18	274'15	36'75	10'36	121'98
MEZCLA DIGERIDA						
COEFICIENTES	59'95	63'59	72'83	57'57	14'06	54'58
						311'79
						74'31

TABLA XXI

Experimento III (Digestibilidad)
CORDERO NUMERO III

	S.S.	S.ORG.	P.B.	G.B.	F.B.	MELN.	CENIZAS
	Expresados en % S. Seca						
PAJA DE GUISANTES	91'94	88'43	8'38	2'33	26'96	50'75	11'56
GRANULOS	89'62.	85'00	24'30	3'76	11'09	45'84	14'99
HECES	38'95	78'01	11'20	2'84	31'60	32'35	21'98
RESTOS P. GUISANTES	90'04.	79'36	10'13	3'92	20'15	45'14	20'63

Coeficientes de Digestibilidad

	Pienso y heces en grs.	S.S.	S.ORG.	P.B.	G.B.	F.B.	M.E.I.N.
	Coeficientes de Digestibilidad						
A. ADM. P. GUISANTES	600	551'64	487'81	46'22	12'35	148'72	279'95
A. ADM. GRANULOS	460	412'25	350'41	100'17	15'50	45'71	188'97
RESTOS P. GUISANTES	88'45	79'64	63'20	8'06	3'12	16'04	35'94
A. INGERIDOS	971'55	884'25	775'02	138'33	25'23	178'39	432'98
HECES	939'50	365'93	285'46	40'98	10'39	115'63	118'37
MEZCLA DIGERIDA		518'32	489'56	9735	14'84	62'76	314'61
COEFICIENTES		58'61	63'16	70'37	58'81	35'18	72'66

— 222 —

TABLA XXII
Experimento III (Digestibilidad)
CORDERO NUMERO IV

	S.S.	S.ORG.	P.B.	G.B.	F.B.	MELN.	CENIZAS
	Expresados en % S. Seca						
PAJA DE GUISANTES	91'94	88'43	8'38	2'33	26'96	50'75	11'56
GRANULOS	89'62	85'00	24'30	3'76	11'09	45'84	11'99
HECES	45'16	81'09	10'75	3'17	34'94	32'21	18'90
RESTOS P. GUISANTES	91'80	77'88	8'86	3'19	24'54	41'28	22'11

Coeficientes de Digestibilidad

	Pienso y heces en grs.	S.S.	S.ORG.	P.B.	G.B.	F.B.	M.E.I.N.
	Coeficientes de Digestibilidad						
A. ADM. P. GUISANTES	600	551'64	487'81	46'22	12'85	148'72	279'95
A. ADM. GRANULOS	460	412'25	350'41	100'17	15'50	45'71	188'97
RESTOS P. GUISANTES	70'65	64'85	50'50	5'74	2'06	15'91	26'77
A. INGERIDOS	989'35	899'04	787'72	140'65	26'29	178'52	442'15
HECES	880'90	397'81	322'58	42'76	12'61	138'99	128'13
MEZCLA DIGERIDA		501'23	465'14	97'89	13'68	39'53	314'02
COEFICIENTES		55'75	59'04	69'59	52'03	22'14	71'02

— 223 —

TABLA XXIII

Coefficientes de Digestibilidad obtenidos en el Experimento III.

CORD. N.º	COEFICIENTES DE DIGESTIBILIDAD					
	S.S.	ORG	P. B.	G. B.	F. B.	EXT. L. N.
1	54'54	58'58	66'83	53'10	31'55	67'25
2	59'95	63'59	72'83	57'57	30'91	74'81
3	58'61	63'16	70'37	58'81	35'18	72'66
4	55'75	59'04	69'59	52'03	22'14	71'02
VALORES MEDIOS	57'18	61'09	69'90	55'37	29'94	71'43
ERROR STANDARD DE LA MEDIA	+ 1'26	± 1'32	± 1'23	± 1'65	± 2'76	± 1'59

mento de digestibilidad. En el caso que nos ocupa el porcentaje de grasa bruta de la ración total era menor, debido a entrar la harina de bellota deshidratada en menor proporción.

En las tablas XIX, XX, XXI y XVII figuran los datos analíticos y experimentales que sirvieron de base en el cálculo de los coeficientes de digestibilidad aparente de los distintos principios nutritivos correspondientes a cada uno de los corderos. De forma análoga a como ocurrió en el experimento anterior, las cifras de pienso administrado, se refieren a las cantidades medias diarias de los diez días de prueba. Los datos de alimentos rechazados (restos) y heces fueron la media aritmética diaria de los totales obtenidos durante todo el período de colección en cada uno de los corderos.

Debido a la ingestión total de las cantidades diarias de gránulos administrados, los restos estuvieron integrados única y exclusivamente por paja de guisantes.

En la tabla XXIII figuran los coeficientes de digestibilidad aparente obtenidos para la sustancia seca y cada uno de los principios inmediatos así como los coeficientes medios del lote.

Los datos de la tabla XXIV indican la sustancia seca y principios inmediatos ingeridos diariamente por cada animal y la composición por-

TABLA XXIV
Experimento número III
Sustancia seca y principios inmediatos ingeridos diariamente y porcentajes de los mismos en la ración administrada e ingerida.

S. Seca ingerida Cord. N.º por día. μs.	Composición ración administrada en % S. S.	PRINCIPIOS P. B. Grs.	INMEDIATOS G. B. % Grs.	INGERIDOS F. B. % Grs.	POR DIA EXT. L. N. Grs. %	GEN Gras. %							
1	898'96	HUM 9'06	141'14	15'70	26'27	2'92	179'16	19'93	441'38	49'11	110'79	12'32	
2	854'45	P.B. G.B. 2'94	15'09	135'28	15'83	24'42	2'85	176'56	20'66	416'77	48'78	101'24	11'85
3	884'25	F. B. MELN 48'64	20'17	138'33	15'64	25'23	2'85	178'39	20'17	432'98	48'97	109'13	12'34
4	899'04	CEN 13'02	140'65	15'64	26'29	2'92	178'52	19'86	442'15	40'19	111'22	12'37	
Valores Medios	884'17	138'85	25'55	178'15	443'32	108'09							

centual en los distintos principios nutritivos del pienso administrado y del ingerido.

Como se puede apreciar en los datos de la tabla XXIV tampoco existió en este experimento una sensible diferencia entre la composición química de la ración administrada (voluminoso + concentrado) y el porcentaje de los distintos principios nutritivos ingeridos por cada uno de los corderos, lo que demuestra que no hubo una acción selectiva de los animales sobre los alimentos digna de tener en cuenta.

Al aumentar el porcentaje de excretas de aves en los gránulos hasta un 80 por 100, frente a un 35,71 por 100 del experimento anterior y disminuir a su vez la cantidad de harina de bellota a un 10 por 100 frente a 57'14 por 100 de la prueba precedente, se incrementó la digestibilidad de la proteína bruta y de la fibra bruta. La digestibilidad media de la proteína bruta fue de $69'90 \pm 1'23$ y la de la fibra bruta ascendió a $29'94 \pm 2'76$, es decir, un 15'6 por 100 y un 144 por 100 respectivamente superiores a las cifras obtenidas en la precedente prueba de digestibilidad.

La digestibilidad de la proteína bruta y fibra bruta aumentó pues, con el incremento del % de nitrógeno en la ración. Si bien el coeficiente de digestibilidad para la fibra bruta es comparativamente muy superior al obtenido en la primera prueba de digestibilidad, la cifra de $29'94 \pm 2'76$ supone una digestibilidad para la fibra francamente deficiente.

En este caso el posible efecto inhibidor del almidón sobre la digestibilidad aparente de la fibra bruta no pudo tener lugar, ya que el porcentaje de harina de bellota en la ración de concentrados fue reducido a un 10 por 100 lo que explicaría en parte el aumento de la digestibilidad para la fibra obtenido en la presente prueba. Por otro lado, el hecho de que la mayor parte del nitrógeno procede de la gallinaza, y ésta es pobre en compuestos proteicos de buena calidad podría explicar el que la digestibilidad de la fibra bruta no fuese aún más elevada.

La digestibilidad aparente de la proteína bruta en el experimento que nos ocupa, fue la más alta de las obtenidas con cada una de las tres raciones cuya digestibilidad se determina.

Una más estrecha relación nutritiva existente en esta ración podría tener influencia sobre el aumento de la digestibilidad de la proteína bruta.

Por otra parte, la digestibilidad de los extractivos no nitrogenados es aquí menor que la que se obtuvo con la ración de la primera prueba de digestibilidad, es decir, $71'43 \pm 1'59$ frente a $75'01 \pm 0'84$. Este hecho parece indicar que los extractivos procedentes de las excretas de aves tienen un coeficiente de digestibilidad menor que cuando, en gran parte, proceden de la harina de bellota. Una explicación análoga podría tener la menor digestibilidad de la grasa bruta en el presente experimento ($55'37 \pm 1'65$) ya que en las otras dos pruebas, en las que la harina de bellota figura en mayor porcentaje en la ración de concentrados, la digestibilidad de la grasa bruta se elevó considerablemente.

Hay que hacer constar, como ratificación de los resultados obtenidos en la prueba previa, que los animales, que en ese experimento recibieron una mezcla granulada conteniendo el 80 por 100 de gallinaza desecada, no presentaron trastornos de ningún tipo, ni durante la fase propiamente experimental ni durante la fase previa de adaptación.

Balance de nitrógeno.—Esta segunda prueba de balance nitrogenado se realizó simultáneamente con la prueba de digestibilidad precedente, utilizando, por consiguiente, las mismas dietas y animales.

En la tabla XXV figuran los resultados de este experimento. Para aclaración de conceptos remitidos a lo dicho en la análoga prueba del experimento II.

El balance en la prueba que nos ocupa fue positivo en todos y cada uno de los animales. La retención de nitrógeno se expresa en cantidad total de nitrógeno almacenado durante todo el período experimental, nitrógeno almacenado % del ingerido y valor biológico.

La cantidad media de nitrógeno ingerido en el presente balance de nitrógeno fue de 221'87 gramos en los diez días que tuvo de duración el período de colección, de los que 30'29 gramos eran nitrógeno úrico, es decir, el 13'65 por 100 del total.

El valor medio del nitrógeno absorbido para el lote fue de 203'52 gramos; superior en 55,90 gramos al del experimento precedente.

Como se puede observar en las tablas XVIII y XXV, comparando las cantidades medias de nitrógeno utilizado en este experimento (108,37 gramos) con la del experimento anterior (100,05 gramos) resultan ser semejantes, en tanto que las cifras medias del nitrógeno urinario residual son bastante diferentes: 95,15 gramos en el presente experi-

TABLA XXV

Experimento número 3
BALANCE DE NITROGENO

COR. DERO N. Grs.	PESO VIVO			NITROGENO FECAL			NITROG. URINARIO			NITROG. ALMACEN.				
	Peso Inicial Grs.	Peso Final Grs.	Ganancia Grs.	Sustancia seca ingerida	Nitrogeno ingerido	Metabó- lico	No absor- bido	Nitrogeno absorbido	Endó- geno	Residual	Nitrogeno alimen- ticio utilizado	TOTAL	Por ciento del ingestion	Valor biológico
1	23.500	25.000	2.000	8.989,58	225,50	49,44	25,52	199,98	8,08	67,50	132,48	74,96	33,24	66,24
2	24.000	25.000	1.500	8.544,46	216,16	46,99	11,86	204,30	8,17	94,03	110,27	55,11	25,49	53,97
3	22.300	24.400	2.100	8.842,52	220,97	48,63	16,87	204,10	7,70	113,66	90,44	34,11	15,43	44,31
4	22.600	24.000	1.400	8.990,36	224,70	49,45	18,97	205,73	7,68	105,42	100,31	43,18	19,21	48,76

mento frente a 47,65 gramos en el experimento anterior. Si bien se absorbieron mayores cantidades de nitrógeno, también la eliminación por orina fue más elevada, por lo que el mayor aporte de nitrógeno en la dieta no estuvo relacionado con una mayor retención en el organismo. Este hecho podría ser explicado porque en el presente experimento el aporte de nitrógeno excedió a las normales necesidades de este elemento en los animales experimentales siendo eliminado por la orina.

El nitrógeno almacenado absoluto tuvo en esta prueba un valor medio de 51,84 gramos, superior solamente en 3,97 gramos a la obtenida en la prueba precedente, aumento considerado lógico si tenemos en cuenta el mayor peso vivo que tenían los animales durante esta prueba. En realidad, la retención nitrogenada fue bastante similar a la obtenida en la prueba precedente. El valor biológico, cuya media para los cuatro corderos del grupo fue de 53,32 resultó inferior a la de la primera prueba de balance.

Siendo el coeficiente de digestibilidad de la proteína bruta en esta ración el más alto de la serie con un valor medio de 69,90, el cálculo del "Net protein value" mostró ser de 36,79, inferior al del anterior experimento.

Descomposición del ácido úrico.—En ese experimento las excretas de aves, usadas en la fabricación de los gránulos dieron un contenido en ácido úrico de 24,7 miligramos por gramo.

El porcentaje de las excretas de aves en la mezcla granulada presentó el 80 por 100, por lo que la riqueza del ácido úrico en los gránulos fue de 19,76 miligramos por gramo.

Análogamente a como ocurrió en el experimento anterior, fue analizado el contenido del ácido úrico en heces obteniéndose los resultados que figuran a continuación:

CORD. N. °	HECES	
	Acido úrico en mlgrs/gramo de s. s.	
1		9,32
2		12,33
3		12,22
4		12,20

Se calculó el ácido úrico ingerido por cada uno de los animales y restando de éste el existente en las heces se obtuvieron las cantidades de ácido úrico desdoblado en el aparato digestivo y posiblemente absorbidas.

En la tabla XXV-a se expresan los resultados obtenidos referidos a los diez días que tuvo de duración la prueba.

En esta prueba los gránulos administrados fueron totalmente ingeridos por lo que en cada uno de los animales las cantidades de ácido úrico ingerido fueron idénticas.

Los gránulos contenían 21,68 por 100 de proteína bruta en sustancia fresca que corresponde a 3,48 por 100 de nitrógeno total. Según se indicó anteriormente el ácido úrico contenido en los gránulos fue de 19,76 miligramos por gramo que equivalen a 6,58 miligramos de nitrógeno por gramo. En este caso el 0,65 por 100 de nitrógeno es úrico y representó el 18,68 por 100 del nitrógeno total.

La cantidad media de ácido úrico desdoblado y posiblemente digerido fue el 52,24 por 100 del ácido úrico ingerido. Por otra parte el nitrógeno del ácido úrico desdoblado y posiblemente absorbido fue respectivamente el 8,78, 7,94, 7,54 y 6,86 por 100 del total del nitrógeno absorbido por cada uno de los corderos, lo que supone una cantidad media de 7,78 por 100, prácticamente.

Experimento IV.

Digestibilidad.—Utilizando los mismos corderos empleados en las anteriores pruebas de digestibilidad y balance de nitrógeno se llevó a cabo una nueva y última prueba de digestibilidad.

La composición analítica de los gránulos y paja de guisantes utilizados en la prueba figura en la tabla VII. La tabla VIII expresa la composición calculada en la ración total administrada (gránulos + paja).

El porcentaje de excretas de aves empleado en la fabricación de los gránulos utilizados en esta prueba fue el más bajo de los de las tres pruebas de la serie. Como consecuencia el % de nitrógeno del concentrado fue menor. La composición calculada de la ración total (gránulos + paja) señala: 1.^o un porcentaje muy bajo de proteína bruta ($N \times 6,25$), 2.^o el contenido más elevado en grasa y materias extractivas libres de nitrógeno debido al elevado porcentaje de harina de bellota

TABLA XXV-a
Descomposición del ácido úrico en el tracto digestivo en el Experimento III.

CORD. N. ^o	Gránulos ingeridos Grs.	Ac. úrico ingerido mlgs.	N. úrico ingerido mlgs.	Heces en S. S. Grs.	Ac. úrico en heces mlgs.	Ac. úrico desdob. mlgs.	N. úrico desdob. mlgs.	Ac. úrico desdob. % deling.
1	4.600	90.896	30.295	4.096	38.174	52.722	17.572	58,00
2	4.600	90.896	30.295	3.421	42.180	48.716	16.237	53,59
3	4.600	90.896	30.295	3.659	44.712	46.184	15.393	50,80
4	4.600	90.896	30.295	3.978	48.531	42.365	14.120	46,60

deshidratada, y 3.^o el más bajo contenido en fibra bruta de las tres raciones en que se determinó la digestibilidad.

Las tablas números XXVI, XXVII, XXVIII y XVIV muestran los datos analíticos y experimentales utilizados en el cálculo de digestibilidad aparente para cada uno de los animales. Los datos de alimentos rechazados y heces fueron la media diaria del total obtenido durante toda la fase de colección (ocho días) en cada uno de los animales experimentales. Los de pienso rechazado por los corderos 1, 3 y 4 estuvieron constituidos por paja y pequeñas cantidades de gránulos. El cordero número 1 rechazó una media diaria de 13,12 gramos de gránulos, el número 3, 115,62 gramos y el número 4, 9,37 gramos. El cordero número 2 ingirió diariamente la totalidad de los gránulos administrados.

En la tabla XXX se recopilan los coeficientes de digestibilidad aparente obtenidos para cada uno de los animales y los coeficientes medios del grupo. La tabla XXXI indica la sustancia seca y principios inmediatos ingeridos por animal y día, como igualmente la composición porcentual en principios nutritivos tanto del pienso ofrecido a los animales como del ingerido. Observando esta última tabla se ve que existe una semejanza acentuada entre la composición en principios inmediatos del pienso administrado y el porcentaje de esos mismos principios nutritivos del pienso ingerido por cada uno de los animales lo que indica no haber existido una acción selectiva de los corderos sobre determinadas porciones de pienso.

TABLA XXVI

Experimento númer. IV (Digestibilidad)
CORDERO NUMERO I

	S.S.	S.ORG.	P.B.	G.B.	F.B.	M.E.N.	CENIZAS
Expresados en % de S. Seca							
PAJA DE GUISANTES	92'50	86'12	8'22	2'47	28'00	4'742	13'87
GRANULOS	90'13	90'82	9'39	5'99	10'47	64'96	9'17
HECES	34'07	82'96	14'67	2'29	28'93	37'05	17'03
RESTOS P. GUISANTES	90'35	82'47	9'51	4'77	17'76	50'43	17'53
RESTOS GRANULOS	89'39	90'47	9'42	6'44	10'12	64'49	9'50

Coeicientes Digestibilidad

Pienso y heces en grs.	S.S.	S.ORG.	P.B.	G.B.	F.B.	M.E.L.N.	CENIZAS
Expresados en % de S. Seca							
A. ADM. P. GUISANTES	350	323'75	278'81	26'61	7'99	90'65	153'52
A. ADM. GRANULOS	1.000	901'30	818'56	84'63	53'98	94'36	585'48
RESTOS P. GUISANTES	57'68	52'11	42'97	4'95	2'48	9'25	26'27
RESTOS GRANULOS	13'12	11'72	10'60	1'10	0'75	1'18	7'55
A. INGERIDOS	1.279'20	1.161'22	1.043'80	105'19	58'74	174'58	705'18
HECES	1.430'62	487'41	404'35	70'50	11'16	141'00	180'58
MEZCLA DIGERIDA	673'81	639'45	33'69	4'758	33'58	524'60	
COEFICIENTES	58'02	61'25	32'02	81'00	19'23	74'39	

TABLA XXVII

Experimento númer. IV (Digestibilidad)
CORDERO NUMERO II

	S.S.	S.ORG.	P.B.	G.B.	F.B.	M.E.N.	CENIZAS
Expresado en % de S. Seca							
PAJA DE GUISANTES	92'50	86'12	8'22	2'47	28'00	4'742	13'87
GRANULOS	90'13	90'82	9'39	5'99	10'47	64'96	9'17
HECES	43'79	82'87	14'18	2'55	28'04	38'09	16'05
RESTOS P. GUISANTES	90'88	84'84	9'93	4'01	21'36	49'52	15'15

Coeicientes Digestibilidad

CORD (1)	Pienso y heces en grs.	S.S.	S.ORG.	P.B.	G.B.	F.B.	M.E.L.N.
Coeicientes Digestibilidad							
A. ADM. P. GUISANTES	350	323'75	278'81	26'61	7'99	90'65	153'52
RESTOS GRANULOS	1.000	901'30	818'56	84'63	53'98	94'36	585'48
RESTOS P. GUISANTES	174'50	158'58	134'53	15'74	6'35	33'87	78'52
A. INGERIDOS	1.175'50	1.066'47	962'84	95'50	55'62	151'14	660'48
HECES	1.140'37	499'36	413'81	70'80	12'73	140'02	190'28
MEZCLA DIGERIDA	567'11	549'03	24'70	42'89	11'12	470'28	
COEFICIENTES	53'17	57'02	25'86	77'11	7'35	71'20	

TABLA XXVIII

Experimento núm. IV (Digestibilidad)
CORDERO NUMERO III

	S.S.	S.ORG.	P.B.	G.B.	F.B.	MELN.	CENIZAS
Expresado en % de S. Seca							
PAJA DE GUISANTES	92'50	86'12	8'22	2'47	28'00	47'42	13'87
GRANULOS	90'13	90'82	9'39	5'99	10'47	64'96	9'17
HECES	48'48	82'45	13'18	2'45	29'92	36'80	17'54
RESTOS P. GUISANTES	92'51	87'34	8'10	3'27	24'01	51'96	12'63
RESTOS GRANULOS	89'39	90'47	9'42	6'44	10'12	64'49	9'50

Coeficientes Digestibilidad

Pienso y heces en grs.	S.S.	S.ORG.	P.B.	G.B.	F.B.	M.E.L.N.
Coeficientes Digestibilidad						
A. ADM. P. GUISANTES	350	323'75	278'81	26'61	7'99	90'65
A. ADM. GRANULOS	1.000	901'30	818'56	84'63	53'98	94'36
RESTOS P. GUISANTES	70'84	65'53	57'23	5'30	2'14	15'73
RESTOS GRANULOS	115'62	106'96	93'41	8'66	3'49	25'68
A. INGERIDOS	1.163'54	1.052'56	946'73	97'28	56'34	143'60
HECES	806	390'74	322'16	51'49	9'92	116'90
MEZCLA DIGERIDA	661'82	624'57	45'79	46'42	26'70	505'60
COEFICIENTES	62'87	65'97	47'07	82'39	18'59	77'85

TABLA XXIX
Experimento núm. IV (Digestibilidad)
CORDERO NUMERO IV

	S.S.	S.ORG.	P.B.	G.B.	F.B.	MELN.	CENIZAS
Expresado en % de S. Seca							
PAJA DE GUISANTES	92'50	86'12	8'22	2'47	28'00	47'42	13'87
GRANULOS	90'13	90'82	9'39	5'99	10'47	64'96	9'17
HECES	41'22	82'14	14'18	2'19	31'76	33'99	17'85
RESTOS P. GUISANTES	90'90	85'09	10'17	4'26	21'52	49'10	14'94
RESTOS GRANULOS	89'39	90'47	9'42	6'44	10'12	64'49	9'50
Coeficientes Digestibilidad							
A. ADM. P. GUISANTES	350	323'75	278'81	26'61	7'99	90'65	153'52
A. ADM. GRANULOS	1.000	901'56	818'56	84'63	53'98	94'36	585'48
RESTOS P. GUISANTES	13'87	12'60	10'72	1'28	0'53	2'71	6'18
RESTOS GRANULOS	9'37	8'37	7'57	0'78	0'53	0'84	5'39
A. INGERIDOS	1.326'76	1.204'34	1.079'08	109'18	60'91	181'46	727'43
HECES	1.222	503'70	413'73	71'42	11'03	159'97	171'20
MEZCLA DIGERIDA	700'64	665'35	377'6	49'88	21'49	556'23	
COEFICIENTES	58'17	61'65	34'58	81'89	11'84	76'46	

ERRATA

En lugar de los valores expresados en la tabla XXX de la página 236 deben figurar los siguientes:

TABLA XXX

Coeficientes de digestibilidad obtenidos en el experimento IV.

COEFICIENTES DE DIGESTIBILIDAD

CORD.	S.S.	S. Org.	P.B.	G.B.	F.B.	Ext.L.N
Nº						
1	58'02	61'26	32.02	81.00	19.23	74.39
2	53.17	57.02	25.86	77.11	7.35	71.20
3	62.87	65.97	47.07	82.39	18.59	77.85
4	58.17	61.65	34.58	81.89	11.84	76.46
VALORES .						
MEDIOS	58.05	61.47	34.88	80.59	14.25	74.97
ERROR						
STANDARD	+ 1.98	+ 1.82	+ 4.45	+ 1.19	+ 2.84	+ 1.44
DE LA MEDIA	-	-	-	-	-	-

En este experimento faltó de la serie, se observó un coeficiente medio de digestibilidad aparente para la fibra bruta de 74.23 ± 2.01, muy semejante al obtenido en el experimento número 2 que fue de 74.27 ± 2.02. Puede explicarse esta baja digestibilidad de la fibra bruta por el predominio del almidón apreciado por el 10 por 100 de harina de alfalfa que entra en la constitución de los granulos. De forma

similar a lo visto en el experimento anterior, posiblemente se estableció una acción competitiva entre los microorganismos amilolíticos y celulolíticos para el substrato alimenticio, utilizando fundamentalmente aquéllos las fuentes más fácilmente asequibles de nitrógeno, con detrimento del desarrollo y proliferación de éstos, máxime cuando, como ocurrió en este caso, el nivel nitrogenado de la dieta era muy bajo y aparte del proporcionado por el 10 por 100 de harina de alfalfa deshidratada de los gránulos, era suministrado en su mayoría por el contenido en las excretas de aves desecadas. Por otro lado, el desdoblamiento del almidón, y debido a la producción de ácidos, posiblemente, ocasionó un descenso del pH, desfavorable para el desarrollo y crecimiento de los organismos celulolíticos.³⁷ Destaca también en este

TABLA XXXI
Experimento número IV
Sustancia seca y principios inmediatos ingeridos diariamente y porcentajes de los mismos en la ración administrada e ingerida.

Cord.	S. Seca ingerida por día N.º Grs.	Composición administrada en % S. S.	PRINCIPIOS		INMEDIATOS		INGERIDOS		POR DÍA		GEN.			
			P. B.	G. B.	Gr.	%	Gr.	%	Gr.	%				
1	1.161'22	HUM	9,25		105'19	9'06	58'74	5'05	174'58	15'03	705'18	60'73	117'30	10'10
2.	1.066'47	P.B.	9,08	95'50	8'95	55'62	5'21	151'14	14'17	660'48	61'94	103'52	9'70	
		G.B.	5'05											
3	1.052'56	F.B.	15'10	97'28	9'24	56'34	5'35	143'60	13'64	649'39	61'70	105'77	10'05	
		MELN	60,32											
4	1.204,34	CEN	10'41	109'18	9'06	60'91	5'05	181'46	15'07	727'43	60'42	124'87	10'37	
		Valores												
		Medios	1.121'14		101'78	57'90			162'69	685'62	112'86			

experimento un acentuado descenso del coeficiente de digestibilidad de la proteína bruta que tuvo un valor medio para el lote de $34,88 \pm 4,45$, es decir, un 50,11 por 100 más bajo que el obtenido en el experimento anterior. Este descenso de la digestibilidad aparente de la proteína bruta podría atribuirse en parte a la amplia relación nutritiva de la ración, ya que la digestibilidad de la proteína es la más afectada e influenciada por la relación entre nutrientes.⁶¹

Puesto que la digestibilidad aparente de la proteína bruta de una ración depende en parte del porcentaje en proteína de ésta, los resultados obtenidos para este principio inmediato concuerdan con este principio en los tres experimentos de digestibilidad. Parece lógico pues, que en la prueba que nos ocupa, cuyo porcentaje de proteína bruta en la ración es el más bajo, haya disminuido el coeficiente de digestibilidad aparente para la proteína, mientras que en la prueba anterior la digestibilidad proteica es la más alta de la serie. Por otra parte, la digestibilidad de la proteína de la bellota es muy baja y prácticamente nula así como la que pudiera aportar a la ración la paja de guisantes.

La naturaleza y cantidad de los carbohidratos presentes en la dieta en este caso aportados en gran parte por la harina de bellota podría tener un efecto depresor sobre la síntesis proteica en el rumen.

Estudios "in vitro" sobre la desaminación de las purinas indican que este proceso se realiza mejor en condiciones de alcalinidad.⁶¹ El posible descenso del pH en el contenido ruminal en el transcurso de esta prueba, debido al exceso de almidón en la dieta, pudo haber influido en el descenso de digestibilidad de la proteína bruta.

En este experimento la digestibilidad de la grasa bruta alcanzó la cifra de $80,59\% \pm 1,19$, la más alta lograda en las tres determinaciones de digestibilidad. La digestibilidad de los extractivos libres de nitrógeno fue de $74,97 \pm 1,44$, prácticamente idéntica a la del experimento II y la de la sustancia orgánica $61,47 \pm 1,82$ fue similar en las tres pruebas.

Desde el punto de vista de su digestibilidad la ración del experimento III parece ser la menos efectiva de las tres.

Balance de nitrógeno.—Simultáneamente a la prueba de digestibilidad que antecede se realizó también el último balance nitrogenado de los tres de que consta el presente trabajo. Este balance fue similar

en cuanto a su desarrollo a los dos anteriores ya descritos. Los resultados obtenidos figuran en la tabla XXXII. En todos los corderos los resultados mostraron la existencia de un balance positivo.

Los valores medios de ingestión de nitrógeno fueron en esta experiencia de 133,51 gramos durante los ocho días del período de colección, de los que 17,06 gramos eran de origen úrico que representaron el 12,77 por 100 del total.

La cantidad media de nitrógeno no absorbido fue la más elevada de las obtenidas en las tres dietas alcanzando 34,20 gramos de valor medio para lote. Teniendo en cuenta que la ingestión de nitrógeno también estuvo disminuida, el nitrógeno absorbido fue en consecuencia menor que en las otras dos pruebas.

El nitrógeno utilizado tuvo un valor medio de 71,36 gramos. Las cifras medias obtenidas tanto para el nitrógeno almacenado total como para el almacenado en % del ingerido fueron del orden de 10,71 y 7,93 gramos respectivamente, cifras considerablemente bajas.

Puesto que el valor biológico de las proteínas se ve incrementado con la disminución del nivel proteico de ingestión, en esta prueba se obtuvo un valor biológico medio de 71,97, muy superior al de los casos anteriores. El valor biológico en este caso representa una determinación verdadera del valor biológico y posiblemente es el que corresponde al de la proteína verdadera de la gallinaza.

Desdoblamiento del ácido úrico.—Las excretas de aves que se utilizaron en este experimento tenían una riqueza de 33,15 miligramos de ácido úrico por gramo. El porcentaje de excretas en la mezcla granulada fue del 20 por 100 por lo que los gránulos poseían 6,63 miligramos de ácido úrico por gramo.

A continuación se indica el contenido de ácido úrico en las heces de cada uno de los animales de la experiencia.

Cordero N.º	HECES	
	Acido úrico en mlgrs/gramo de s. s.	
1		13,30
2		13,20
3		14,00
4		13,00

TABLA XXXII
Experimento número 4,
BALANCE DE NITROGENO

COR- DERO N. ^o	PESO VIVO			Sustancia seca ingerida			NITROGENO FECAL			NITROG. URINARIO			NITROG. ALMACEN		
	Peso Inicial Grs.	Peso Final Grs.	Ganancia Grs.	Nitrogeno ingerido Grs.	Metabólico Grs.	No absorbi- do	Nitrogeno absorbido Grs.	Endó- geno	Residual	TOTAL	Por ciento utilizado	TOTAL	Por ciento utilizado	Valor biológico	
1	30.600	32.000	1.400	9.289,59	134,42	51,09	40,15	94,27	10,32	19,10	75,15	13,76	10,24	79,74	
2	30.200	31.600	1.400	9.641,82	139,65	53,03	37,65	102,00	10,19	31,22	70,78	7,56	5,41	69,39	
3	28.800	30.300	1.500	8.264,00	120,48	45,45	20,50	99,98	9,75	37,62	62,36	7,16	5,94	62,37	
4	29.500	30.000	500	9.632,47	139,51	52,97	38,50	101,01	9,81	23,85	77,16	14,38	10,31	76,39	

— 240 —

TABLA XXXII-a

Descomposición del ácido úrico en el tracto digestivo en el Experimento IV.

CORD. N. ^o	Gránulos ingeridos		Ac. úrico ingerido		N. úrico ingerido		Heces en S. S.		Ac. úrico en heces		Ac. úrico desdob.		N. úrico desdob.		Ac. úrico desdob.	
	Grs.	Mlgs.	Grs.	Mlgs.	Grs.	Mlgs.	Grs.	Mlgs.	Grs.	Mlgs.	Grs.	Mlgs.	Grs.	Mlgs.	% ingeri.	
1	7.895	52.343	17.445	3.899,3	51.860	483	160,9	0,92								
2	8.000	53.040	17.678	3.994,8	52.731	309	102,9	0,58								
3	7.075	46.907	15.634	3.125,9	43.762	3.145	1.048,2	6,70								
4	7.925	52.542	17.512	4.029,6	52.384	158	52,6	0,30								

Como en los casos anteriores por diferencia entre el ácido úrico ingerido y el eliminado por heces se dedujo la cantidad del ácido úrico desdoblado en el aparato digestivo.

En la tabla XXXII-a figuran los resultados que corresponden a los ocho días de experimento.

En esta prueba el ácido úrico ingerido por cada uno de los animales no fue idéntico puesto que algunos de ellos no consumieron totalmente la cantidad de gránulos administrados.

La proteína bruta en sustancia seca de los gránulos utilizados en este experimento fue de 8,47 por 100 que equivale a 1,35 por 100 de nitrógeno. Su contenido en ácido úrico fue de 6,63 miligramos por gramo que corresponden a 2,20 miligramos de nitrógeno por gramo; es decir, el 0,22 por 100 de nitrógeno fue úrico y representó el 16,29 por ciento del nitrógeno total.

La cantidad media de ácido úrico digerido o desdoblado fue en este caso del 2,12 por 100 del ingerido, cantidad la más baja de las obtenidas en los tres experimentos. El nitrógeno del ácido úrico desdoblado y posiblemente absorbido fue el 0,16, 0,10, 1,04, y 0,05 por 100 del nitrógeno total absorbido por cada uno de los corderos que da un porcentaje medio para los cuatro animales del 0,33 por 100.

X. CONCLUSIONES

1.^a Las excretas desecadas de aves, utilizadas como ingredientes de raciones para óvidos no dieron lugar a trastornos tóxicos de ningún tipo, incluso cuando se administraron formando el 80 por 100 de la mezcla concentrada de la ración.

2.^a En una prueba de 135 días de duración, en la que el lote testigo recibió una mezcla concentrada en la cual, la harina de algarrobas figuraba en un 35,71 por 100 y el lote problema otra idéntica, en la que únicamente la harina de algarrobas fue totalmente sustituida peso a peso por excretas desecadas de aves, no se obtuvieron diferencias estadísticamente significativas en el crecimiento y aumento de peso de los animales.

3.^a Las excretas desecadas de aves, cuando se incluyen en raciones para óvidos, parece ser no manifiestan un efecto depresor sobre la digestibilidad aparente de los distintos principios inmediatos de la ración. Cuando la ración de concentrados contenía un 35,71 por 100 de gallinaza, la digestibilidad aparente media de la proteína bruta fue de $60,43 \pm 1,80$ y la de los extractivos libres de nitrógeno de $75,01 \pm 0,84$. En la ración que contenía un 80 por 100 de excretas de aves en la mezcla concentrada, la digestibilidad aparente de la proteína bruta fue de $69,90 \pm 1,23$ y la de los extractivos libres de nitrógeno de $71,43 \pm 1,59$. La baja digestibilidad de la proteína bruta en el IV experimento ($34,88 \pm 4,45$) no puede ser atribuída a la inclusión del 20 por 100 de excretas de aves en la mezcla concentrada sino a ser una ración con contenido bajo en proteína bruta y ser ésta de baja calidad. Si bien se obtuvieron digestibilidades bajas para la fibra bruta en todas las pruebas ($12,27 \pm 2,09$, $29,94 \pm 2,76$ y $14,25 \pm 2,84$), la digestibilidad más

alta correspondió a la ración en la que las excretas de aves figuró en un 80 por 100 de la mezcla concentrada.

4.^a En los tres experimentos en que se realizó balance de nitrógeno, éste fue positivo. La retención de nitrógeno fue prácticamente semejante en las raciones que contenían el 35,71 por 100 y el 80 por 100 de excretas de aves en la mezcla concentrada.

5.^a En las condiciones experimentales, el ácido úrico existente en las excretas de aves fue desdoblado en el tracto digestivo. En el experimento II se desdobló el 55,43 por 100 del ácido úrico ingerido y en el experimento III el 52,24 por 100, cifras medias para cada lote experimental.

X. RESUMEN.

Debido al beneficio económico que podría representar el uso adecuado de las excretas desecadas de aves como integrantes de raciones para rumiantes, se han llevado a cabo una serie de pruebas biológicas en óvidos en crecimiento, con el fin de aportar algún dato utilizable a este respecto.

Se realizó en primer lugar una prueba previa de 135 días de duración, utilizando ocho corderos machos de seis meses de edad al objeto de observar los posibles efectos tóxicos de todo tipo, que el uso de este subproducto agrícola pudiera originar al ser usado como alimento. Al mismo tiempo se observó su efecto sobre el crecimiento y aumento de peso vivo. A tal fin, y dividido el total de animales en dos grupos experimentales, se comparó una ración, en cuya composición entraba a formar parte la harina de algarrobas en un 35,71 por 100, con otra, que se administró al grupo problema, en la que aquella leguminosa fue totalmente sustituida peso a peso por excretas desecadas de aves, mientras que los demás ingredientes de la dieta eran idénticos y figuraban en la misma proporción. Los restantes ingredientes de las raciones fueron: harina de bellota, harina de alfalfa deshidratada y como pienso voluminoso paja de guisantes.

De los resultados obtenidos en esta prueba se deduce que la ración que contenía excretas desecadas de aves, no sólo no ocasionó ningún efecto de tipo tóxico o carencial, sino que se mostró tan eficiente como

la ración testigo ya que las diferencias de crecimiento y aumento de peso entre el grupo testigo y el grupo problema no fueron estadísticamente significativas. El incremento total medio en el lote testigo fue de 18,950 kilogramos y en el lote problema de 19,058 kilogramos.

Realizada esta prueba previa se llevó a cabo una serie de tres experimentos con raciones cuyos componentes fueron también excretas desecadas de aves, harina de alfalfa deshidratada y harina de bellota sin decorticar, utilizando paja de guisantes como único pienso voluminoso. Si bien los ingredientes de las raciones fueron siempre idénticos, su porcentaje fue diferente en cada una de las tres pruebas.

En cada uno de estos experimentos se determinó la digestibilidad aparente de los distintos principios nutritivos, se realizaron balances de nitrógeno y se calculó la descomposición del ácido úrico procedente de la gallinaza en el tracto digestivo de los animales experimentales. En las tres pruebas de la serie se utilizaron, sucesivamente, cuatro corderos machos de seis meses de edad.

En el primer experimento de esta serie (segundo del trabajo), la composición porcentual de la fracción concentrada de la ración fue la siguiente: 35,71 por 100 de excretas desecadas de aves; 57,14 por 100 de harina de bellota sin decorticar y 7,15 por 100 de harina de alfalfa deshidratada. El pienso voluminoso estuvo constituido exclusivamente por paja de guisantes. A los animales se les suministró diariamente 600 gramos de mezcla granulada y 400 gramos de paja de guisantes. La duración del período de control y colección fue de diez días, realizándose simultáneamente las tres facetas o partes de que constó cada experimento.

Los coeficientes medios de digestibilidad aparente para los cuatro corderos fueron: sustancia seca $59,83 \pm 1,10$; sustancia orgánica $61,29 \pm 0,88$; proteína bruta ($N \times 6,25$) $60,43 \pm 1,80$; grasa bruta $75,57 \pm 1,45$; fibra bruta $12,27 \pm 2,09$ y extractivos libres de nitrógeno $75,01 \pm 0,84$.

En el balance de nitrógeno se obtuvo una retención media para el lote en los diez días de $47,87$ gramos y el nitrógeno retenido en % del ingerido fue de $28,30$ por 100.

La media para el lote de la descomposición del ácido úrico en el tracto digestivo fue de $55,43$ por 100 del ácido úrico ingerido que alcanzó la cifra de $61,92$ gramos.

En el segundo experimento de esta serie (tercero del trabajo) se calculó simultáneamente la digestibilidad balance de nitrógeno y descomposición digestiva del ácido úrico en una ración que tenía la siguiente composición porcentual en su fracción concentrada: 80 por 100 de excretas de aves; 10 por 100 de harina de bellota sin decorticar y 10 por 100 de harina de alfalfa deshidratada. La fracción voluminosa de la ración fue también paja de guisantes. Cada animal recibió diariamente 460 gramos de pienso concentrada granulado y 600 gramos de paja de guisantes.

Los coeficientes de digestibilidad obtenidos para esta ración fueron: sustancia seca $57,18 \pm 1,26$; sustancia orgánica $61,09 \pm 1,32$; proteína bruta $69,90 \pm 1,23$; grasa bruta $55,37 \pm 1,65$; fibra bruta $29,94 \pm 2,76$ y extractivos libres de nitrógeno $71,43 \pm 1,59$.

La retención media de nitrógeno para los cuatro corderos fue de $51,84$ gramos en los diez días que duró la fase de colección y el nitrógeno retenido en % del ingerido fue de $23,31$ por 100.

La descomposición del ácido úrico alcanzó un valor medio para el grupo de $52,24$ por 100 del total de ácido úrico ingerido que fue de $90,896$ gramos.

La ración estudiada en la última prueba de la serie tenía en su fracción concentrada la composición porcentual que se indica a continuación: 20 por 100 de excretas de aves; 70 por 100 de harina de bellota y 10 por 100 de harina de alfalfa. La paja de guisantes como en las dos pruebas precedentes constituyó el único pienso voluminoso. Este experimento tuvo ocho días de duración en su fase de control de piensos y colección de heces y orina. A cada animal se le suministró diariamente 1.000 gramos de mezcla concentrada en gránulos y 350 gramos de paja de guisantes.

Se obtuvieron los siguientes coeficientes de digestibilidad aparente: sustancia seca $58,05 \pm 1,98$; sustancia orgánica $61,47 \pm 1,82$; proteína bruta $34,88 \pm 4,45$; grasa bruta $80,59 \pm 1,19$; fibra bruta $14,25 \pm 2,84$ y extractivos libres de nitrógeno $74,97 \pm 1,44$.

Dada la pobreza en nitrógeno de esta ración la cantidad media de nitrógeno retenido fue de $10,71$ gramos en los ocho días de duración de la experiencia y el nitrógeno retenido del % del ingerido fue de $7,97$ por 100.

La cantidad media del ácido úrico descompuesto en el aparato digestivo alcanzó únicamente la cifra de 2,12 por 100 del ácido úrico ingerido cuya media para los cuatro corderos fue 51,20 gramos.

A pesar del diferente porcentaje de excretas de aves en las dos primeras raciones de esta serie, los resultados obtenidos en ambas no difieren grandemente si bien parece ser más efectiva la primera.

Aunque se ha podido comprobar la falta de toxicidad, la ausencia de efecto depresor de la gallinaza sobre la digestibilidad de los distintos principios inmediatos y en fin, el desdoblamiento "in vivo" del ácido úrico, se requiere la realización de una nueva serie de experiencias, para, sobre esta base, determinar el óptimo en la composición de raciones de tipo práctico.

RESUME

Etant donné que l'emploi convenable de la fiente de poule dans l'alimentation des ruminants peut avoir une grande répercussion économique, on a effectué diverses épreuves avec des moutons en accroissement à fin de donner quelques renseignements sur ce sujet.

Dans un essai préliminaire on a étudié la possible toxicité et l'effet sur accroissement et le gain de poids dûs à l'emploi de la fiente de poule donné à 8 moutons, âgés 6 mois, pendant une période de 135 jours.

On a fait deux groupes d'animaux; un groupe témoin et un autre problème. Le groupe témoin reçut une mélange farineuse composée de 35,75 % de la farine de "lenteilles d'Auvergne" (*Ervum monanthos* L.), 57,14 % de la farine de glands non-écorcés et 7,15 % de la farine de luzerne déshydratée; dans le deuxième groupe on a remplacé de la farine de "lenteilles d'Auvergne" par le même poids de la fiente de poule, pendant que les restants composants de la mélange farineuse furent maintenus dans la même proportion que celle du groupe témoin. En outre les deux groupes d'animaux reçurent comme aliment volumineux de la paille de pois. Les résultats obtenus dans cet essai nous mon-

tront que l'inclusion de la fiente de poule ne donna lieu à l'apparition d'aucun effet toxique ou manquant.

Dans cette épreuve on n'a pas observé aucune différence statistiquement significative dans l'accroissement et l'augmentation de poids dans les deux groupes. Les gains moyens furent de 18,950 kg. pour le groupe témoin et de 19,058 kg. pour le groupe problème.

Après l'épreuve préliminaire on a effectué trois autres essais avec des mélanges farineuses ayant les mêmes composants de celle du deuxième groupe de l'épreuve préliminaire, c'est à dire, de la fiente de poule, de la farine de luzerne déshydratée, de la farine de glands non-écorcés, et de la paille de pois comme aliment volumineux, mais donnés en pourcentages qui furent différents pour chacun des trois essais.

Dans tous les trois essais on a étudié la digestibilité apparente des diverses matières nutritives, le bilan azoté et le dédoublement dans l'appareil digestif de l'acide urique provenant de la fiente de poule. On a utilisé 4 moutons, âgés 6 mois, en chacun des essais.

Dans le premier essai la ration fut donnée sous la forme des granules, recevant chaque animal 600 gs. des mêmes par jour et par animal. La composition des granules fut la suivante: 35,71 % de la fiente de poule, 57,14 % de la farine de glands non-écorcés et 7,15 % de la farine de luzerne déshydratée; comme aliment volumineux les animaux reçurent 400 gs. de paille de pois par animal et par jour. Les coefficients de digestibilité moyens obtenus furent: matière sèche, $59,83 \pm 1,10$; matière organique, $61,29 \pm 0,88$; matières azotées totales ($N \times 6,25$), $60,43 \pm 1,80$; extrait étheré, $75,57 \pm 1,45$; fibre brute, $12,27 \pm 2,09$, et les extractifs non azotés, $75,01 \pm 0,84$. Les résultats du bilan azoté nous montrent qu'il eut lieu une retention moyenne dans les 10 jours de durée du même de 47,87 gs. d'azote, étant l'azote retenu de 28,30 % sur le total d'azote ingéré. Le dédoublement de l'acide urique dans l'appareil digestif fut de 55,43 % de l'acide urique total ingéré.

Dans une deuxième épreuve on donna 460 gs. de granules dont la composition était la suivante: 80 % de la fiente de poule, 10 % de la farine de glands non-écorcés et le 10 % de la farine de luzerne déshydratée. Dans cet essai on utilisa aussi de la paille de pois comme aliment volumineux dans une quantité de 600 gs. par animale et par jour. Les coefficients de digestibilité obtenus furent: matière sèche,

$57,18 \pm 1,26$; matière organique, $61,09 \pm 1,32$; matières azotées totales, $69,90 \pm 1,23$; extrait étheré, $55,37 \pm 1,65$; fibre brute, $29,94 \pm 2,76$; extractifs non azotés $71,43 \pm 1,59$. Dans les 10 jours de collection il y eut une rétention moyenne de 51,84 gs. d'azoté. L'azote retenue fut le 23,31 % du azote total ingéré. Le dédoublement de l'acide urique dans l'appareil digestif eut une valeur moyenne de 52,24 % de l'acide urique total ingéré.

Dans le troisième essai on donna 1.000 gs. par animal et par jour des granules contenant: 20 % de la fiente de poule, 70 % de la farine des glands non-écorcés et le 10 % de la farine de luzerne déshydratée. Comme aliment volumineux ils reçurent 350 gs. de paille de pois par animal et par jour. Les coefficients de digestibilité obtenues furent: matière sèche $85,05 \pm 1,98$; matière organique, $61,47 \pm 1,82$; matières azotées totales, $34,88 \pm 4,45$; extrait étheré, $80,59 \pm 1,19$; fibre brute, $14,25 \pm 2,84$; extractif non azoté, $74,97 \pm 1,44$. Le bilan azoté nous montra l'existence d'une rétention moyenne de 10,71 gs. dans les 8 jour de duration du même; l'azoté retenue fut le 7,97 % du total ingéré; cette descente est due à que la ration était pauvre en matières azotées. La quantité d'acide urique dédoublé dans l'appareil digestif fut seulement le 2,12 % de l'acide urique ingéré.

Malgré les différents pourcentages de la fiente de poule utilisé dans les rations des deux premières épreuves, les résultats obtenus ne montrent pas des grands différences; en vue de ces résultats obtenus la première des rations nous semble plus effective.

On a observé l'absence d'aucun effet abaissur de la fiente de poule sur la digestibilité des divers matières nutritives et sur le dédoublement "in vivo" de l'acide urique".

SUMMARY

Because of the economical advantages which might represent a suitable use of dried chicken manure when included in a concentrate mixture given to ruminants, a series of trials have been carried out with growing sheep in order to obtain some available data concerning this matter.

A previous test, lasting 135 days, was carried out with 8 male lambs, 6 months old, in order to investigate the possible toxicity and the effect produced by the dried chicken manure as feed on the growth and the weight gain of the animals. The experimental animals were divided into two lots. Lot 1, fed a concentrate mixture containing 35,75 % one-flowered tare (*Eruvum monanthos*, L) seeds meal, 57,14 % undecorticated acorn meal, and 7,15 dehydrated alfalfa meal. Lot 2, fed the same mixture but received dried chicken manure instead of the one-flowered tare seeds meal. Boths lots consumed field pea straw as roughage. From the results obtained in this trial it was concluded that the concentrate mixture, including dried chicken manure, did not produce either toxic, nor deficiency effect.

The differences in weight gain were not statistically significant. The average gain being 18,950 kgs. for lot 1 and 19,058 kgs. for lot 2.

In addition to the previous trial a series of 3 more test were carried out with concentrate mixtures containing dried chicken manure, dehydrated alfalfa meal and undecorticated acorn meal at various levels in each trial. In every test the only roughage fed was field pea straw.

In this work the apparent digestibility, the nitrogen balance and the decomposition of the uric acid proceeding from the dried chicken manure in the digestive tract, were determined. In each test the same 4 male lambs, 6 months old, were used.

The concentrate mixture fed in the 3 trials was given pelleted. The animals in the first trial were fed 600 gs. daily of pellets containing 35,71 % dried chicken manure, 57,14 % undecorticated acorn meal and 7,15 % dehydrated alfalfa meal. The roughage were 400 gs. of field pea straw. The average coefficients of digestibility for the 4 lambs were: dry matter, $59,83 \pm 1,10$; organic matter, $61,29 \pm 0,88$; crude protein, $(N \times 6,25)$ $60,43 \pm 1,80$; fat, $75,57 \pm 1,45$; crude fiber, $12,27 \pm 2,09$, and the nitrogen free extracts, $75,01 \pm 0,84$. The nitrogen balance showed an average nitrogen gain of 47,87 gs. during the 10 days, that is to say, the 28,30 % from the total nitrogen ingested. The decomposition of uric acid in the digestive tract was 55,43 % from the total uric acid ingested.

In the second test, the animals were fed 460 gs. daily of pellets containing: 80 % dried chicken manure, 10 % undecorticated acorn

meal and 10 % dehydrated alfalfa meal. The roughage were 600 gs. of field pea straw. The coefficients of digestibility obtained were: dry matter, 57.18 ± 1.26 ; organic matter, 61.09 ± 1.32 ; crude protein, 69.90 ± 1.23 ; fat, 55.37 ± 1.65 ; crude fiber, 29.94 ± 2.76 , and the nitrogen free extracts, 71.43 ± 1.59 . The nitrogen balance showed an average nitrogen gain of 51.85 gs. during the 10 days, that is the 23.31 % from the total nitrogen ingested. The decomposition of uric acid in the digestive tract had an average value of 52.24 % from the total nitrogen ingested.

In the third trial, the animals were fed 1.000 gs. daily of pellets containing: 20 % dried chicken manure, 70 % undecorticated acorn meal and 10 % dehydrated alfalfa meal. The roughage was 350 gs. of field pea straw. The following coefficients of digestibility were obtained: dry matter, 58.05 ± 1.98 ; organic matter 61.47 ± 1.82 ; crude protein, 34.88 ± 4.45 ; fat, 80.59 ± 1.19 ; crude fiber, 14.25 ± 2.84 and the nitrogen free extracts, 74.97 ± 1.44 . The nitrogen balance showed an average gain of 10.71 gs. during the 8 days, that is the 7.97 % of the total nitrogen ingested; this percentage is lower than the previous because of low nitrogen content of the diet. The quantity of uric acid decomposed in the digestive tract was the 2.12 % from the total uric acid ingested.

However the different levels of the dried chicken manure in the first and in the second concentrate mixtures of this work, the results obtained were very similar though the former one seems to be more effective.

We have observed no decreasing effect of the dried chicken manure on the digestibility of the various nutrients as well as on the "in vivo" splitting of uric acid.

XI. BIBLIOGRAFIA.

- 1) ABOU AKKADA and EL-SHAZLY.—Studies on the nutritive value of some common Egyptian feeding stuffs; II. Effect of concentrates rich in proteins on cellulose and dry-matter digestion. *J. Agric. Sci.* 51, 157.

- 2) ALLISON, J. B. and ANDERSON, J. A. (1945).—The relation between absorbed nitrogen, nitrogen balance and biological value in adult dogs. *J. Nutrition*, 29, 413.
- 3) ANNISON, E. F. and DYFED LEWIS (1959).—"Metabolism in the Rumen", London, Methuen Co. Ltd.
- 4) AYERS, W. A. *J. Bact.* 76, 504, (1958). Ref. Microbiology of Digestion. Cuthbertson and P. N. Hobson. *World Review of Nutrition and Dietetics*, vol. 2, 79.
- 5) BAKER, F. and MARTIN, R. (1939).—*Zentralbl. Bakteriol. Abt. II*, 99, 400. Ref. Baker, F. and S. T. Harris. *Nut. Abst and Rev.*, vol. 17, núm. 1, 1, 1947.
- 6) BAKER, F. (1942).—Normal Rumen Microflora and Microfauna of Cattle. *Nature* 1949, 220.
- 7) BAKER, F. and HARRIS, S. T. (1947).—Role of Microflora of Alimentary Tract; 2.º Microbiological digestion in the Rumen and Caecum with especial reference to the descomposition of structural cellulose. *Nut. Abst. and Rev.*, 17, núm. 1, 1.
- 8) BALDWIN ERNEST (1951).—Aspectos dinámicos de la bioquímica. Librería Argos, S. A. Barna, Buenos Aires.
- 9) BARE, L. N. and WISEMAN, R. F. (1963).—Synergistic Effect of Antibiotics and Uric Acid upon the Intestinal Bacteria and Weight Gains of Chicks. *Bacteriological Proceedings*, 12.
- 10) BARNETT, A. J. G. and REID, R. L. (1961).—"Reactions in the Rumen". London. Edward Arnold (Publishers) Ltd.
- 11) BELASCO, I. J. (1954).—New Nitrogen Feed Compounds for Ruminants A Laboratory Evaluation. *J. of Animal Sci.*, 13, 3, 601-610.
- 12) BELASCO, I. J. (1954).—Comparison of urea and protein meals as nitrogen sources for rumen microorganisms: Urea utilization and cellulose digestion. *J. of Anim. Sci.* 13, 739.
- 13) BENTLEY, O. G.; JOHNSON, R. R.; VANECKO, S. and HUNT, C. H. (1954).—Studies on Factors Needed by Rumen Microorganisms for Cellulose Digestion "in vitro". *J. of Animal Sci.* 13, 581.
- 14) BEST, C. H. and TAYLOR, N. B. (1943).—"Physiological Basis of Medical Practice". Third Edition. Baltimore.
- 15) BOSE, S. (1944).—An iodometric estimation of uric acid in poultry excreta. *Poultry Sci.*, 23, 130-134.
- 16) BRATZLER, J. W.—A metabolism crate for use with sheep. *J. of Animal Sci.*, 10, 592.

- 17) BRIGGS, H. M.; HELLER, V. G.; DARLOW, A. E.; GALLUP, W. D. and HOEFFER, J. A. (1946).—The nutritive value of cotton seed meal, soybean meal and peanut meal when used separately and together to supplement the protein of prairie hay in experiments with lambs. *J. Agric. Res.*, 73, 359.
- 18) BRODY, S.; PROCTER, R. C.; ASHWORTH, U. S. (1934).—Growth and development. Basal metabolism, endogenous nitrogen, creatinine and neutral sulphur excretions as functions of body weight. *Missouri Agric. Expt. Sta. Research bull.*, 220.
- 19) BRÜGGMANN, J.; GIESECKE, D. und DREPPER, K. (1962).—Die Beeinflussung von Zusammensetzung und Leistung der Pansenflora durch Verabreichung unterschiedlicher Stickstoffquellen. *Zeitschrift für Tierphysiologie Tierernährung und Futtermittellkunde*. Band, 17, H. 3, s. 162-187.
- 20) BRYANT, M. P. and DOETSCH, R. N. (1955).—Factors Necessary for the Growth of *Bacteroides succinogenes* in the Volatile Acid Fraction of Rumen Fluid. *J. Dairy Sci.*, 38, 340.
- 21) BRYANT, M. P. (1965).—Bacterial species of the rumen. *Bact. Rev.* 23, 125, 1959. Ref. Bryant, M. P. *J. of Animal Sci.*, vol. 22, 3, 801.
- 22) BURROUGHS, W.; GERLAUGH, P.; EDGINGTON, B. H. and BETHKE, R. M. (1949).—The influence of corn starch upon roughage digestion in cattle. *J. of Animal Sci.*, 8, 271.
- 23) BURROUGHS, W.; LONG, J.; GERLAUGH, P. and BETHKE, R. M. (1950).—Cellulose Digestion by Rumen Microorganisms as Influenced by Cereal Grains and Protein Rich Feeds Commonly Fed to Cattle Using an Artificial Rumen. *J. of Animal Sci.*, 9, 523-530.
- 24) BURROUGHS, W.; LATOÑA, A.; DE PAUL, P.; GERLAUGH, P. and BETHKE, R. M. (1951).—Mineral Influences upon urea Utilization and Cellulose Digestion by Rumen Microorganisms using the Artificial Rumen Technique. *J. of Animal Sci.*, 10, 693-705.
- 25) CAPILLI, G. S. and MAGO, P. O. (1954).—Feeding experiments with chicken manure as a supplement to feed devoid of animal protein, Bachelor's Thesis A. I. A. 1953. Ref. Gapuz R. B., Novilla, N. Anareta. *J. of Agricul.*, 1, 23-34.
- 26) *Censo de la ganadería española* (1962).—Ministerio de Agricultura. Secretaría General Técnica. Servicio de Estadística.
- 27) CREEK, R. D. and VALERIA VASAITIS. (1961).—Uric Acid Excretion in the Chick as Related to the Intake of its Precursors and Nitrogen. *Poultry Sci.*, vol. 40, 2, 283-288.
- 28) CUENCA, C. L. DE (1960).—El Nitrógeno en la producción del ganado ovino. III Semana de Estudios de Nutrición Animal. *Avigán A.* VIII. Agosto, núm. 93, 33-42.
- 29) CHALMERS, M. L. and SYNGE, R. L. M. (1954 b).—The digestion of protein and nitrogenous compounds in ruminants. *Advances in Protein Chem.* 9, 93. Ref. Annison E. F. and Lewis, D. Metabolism in the Rumen. London, 1959.
- 30) CHAS H. HUNT; ORVILLE, G.; BENTLEY, T. V.; HERSHBERGER and CLINE, J. H. (1954).—The Effect of Carbohydrates and Sulfur on B-Vitamins synthesis, Cellulose Digestion and urea utilization by Rumen microorganisms in vitro. *J. of Animal Sci.* 13, 570-580.
- 31) DAVIS, R. E. (1961).—The nitrogenous constituents of hen's urine, 1927. *J. Biol. Chem.* 74, 509. Ref. Creek and Valeria Vasaitis. *Poultry Sci.*, 40, núm. 2, 283-288.
- 32) DEHORITY, B. A.; JOHNSON, R. R. and CONRAD, H. R. (1962).—Digestibility of forage hemicellulose and pectin by rumen bacteria in vitro and the effect of lignification. *J. of Dairy Sci.*, vol. 45, núm. 4, 508-511.
- 33) DOETSCH, R. N. and ROSLYN, Q. ROBINSON (1953).—The Bacteriology of the bovine rumen. A. Review. *J. of Dairy Sci.*, vol. 36, núm. 2, 115-142.
- 34) DOETSCH, R. N.; ROBINSON, R. Q.; BROWN, R. E. and SHAW, J. C. (1953).—Catabolic reactions of mixed suspensions of bovine rumen bacteria. *J. Dairy Sci.*, 36, 825.
- 35) DUKE, H. H. (1960).—“Fisiología de los Animales Domésticos”. Madrid. Aguilar.
- 36) ELSDEN, S. R. (1955).—The fermentation of carbohydrates in the rumen of sheep. *J. Exp. Biol.* 22, 51. Ref. Annison, E. F. and Lewis, D. “Metabolism in the Rumen”. London, 1959.
- 37) EL-SHAZLY; DEHORITY, B. A. and JOHNSON, R. R. (1961).—Effect of Starch on the Digestion of Cellulose “in vitro” and “in vivo” by Rumen Microorganisms. *J. of Animal Sci.*, vol. 20, 196, núm. 2, 268-273.
- 38) ELWYN, D. and SPRINSON, D. B. (1959).—*J. Biol. Chem.*, 184, 465. Ref. Fruton, J. S.; Simmonds, S. Bioquímica General, 1961. Omega, Barcelona.
- 39) ELLIS, W. C. and PFNAIDER, W. H. (1958).—*J. Nutrition*, 65, 235. Ref. Barnett and Reid. Reactions in the Rumen. 1961.
- 40) FERGUSON, W. S. and TERRY, R. A. (1953).—Purines in Grassland Herbage. *Nature*, Lond., 172, 346.
- 41) FOLIN, O. (1905).—A Theory of Protein Metabolism. *Am. J. Physiol.* 13, 117.

- 42) FREUDENBERG, K. (1954).—Ein Moderne Methoden der Pflanzen Analyse Cap Lignin. Springer-Verlag, Ref. Zorita, E. El material de sostén vegetal en el transcurso de la digestión de los rumiantes (no publicado).
- 43) FRUTON, J. S.; SIMMONS, S. (1961). "Bioquímica general". Versión española. Ed. Omega. Barcelona.
- 44) GALVEZ, N. y BARRERO, A. (1950).—Breve estudio sobre la determinación del ácido úrico en las excretas de aves. *Anales Fac. Vet. Madrid*, II.
- 45) GALVEZ, N. (1952).—Normas para la valoración químico-biológica de los alimentos de las aves domésticas. *Anales Fac. Vet. Madrid*, IV, F. 1.^o, 45-178.
- 46) GAPUZ, B. R. (1959).—Growth and production performance of birds fed allplant proteins supplemented with chicken manure from day old through the laying stage. *Anareta J. of Agric.* VI, núm. 2, 65-100.
- 47) GONZALEZ, A. S. (1954).—*Estiércoles*. Ponencia núm. 42, Primer Congreso Nacional Ganadero. Memoria. Madrid, 266.
- 48) GRAY, F. V. and WELLER, R. A. (1958).—*Aust. J. Agric. Res.* 9, 797. Ref. Cuthbertson, D. P. and Hobson P. N. *World Rev. of Nutrition and Dietetics*, vol. 2.
- 49) HALBROOK, E. R.; WINTER, A. R. and SUTTON, T. S. (1950).—Builtup poultry house litter as a growth-promoting supplement for chicks and an all-vegetable vitamin B₁₂ deficient diet. *Science*, 112, 308-309.
- 50) HALLIWELL, G. (1961).—“Digestive Physiology and Nutrition of Ruminant”. Edited by Lewis, D. Cap. 11.
- 51) HAUROWITZ, F. (1959).—“Introducción a la Bioquímica”. Versión española .Omega. Barcelona.
- 52) HEAD, M. J. (1953).—*J. Agric. Sci.*, 43, 281. Ref. Barnett A. J. G. and R. L. Reid. “Reactions in the Rumen”, 1961.
- 53) HEALD, P. J. (1953).—*Brit. J. Nutri.* 7, 124. Ref. Cuthbertson, D. P. and Hobson, P. N. Microbiology of Digestion. *World Review of Nutrition and Dietetics*, vol. 2, 67-99.
- 54) HENNEBERG, W. und STOHMANN.—Hoppe-Seller's Ztschr., 21, 613
- 55) HOBSON, P. N. and MAC PHERSON, M. (1952).—*Biochem. J.* 52, 671.
- 56) HOFLUND, S.; QUIN, J. I. and CLARK, R.—Studies on the Alimentary Tract of Merino Sheep in South Africa.—XV The Influence of Different Factors on the Role of Cellulose Digestion. *Onderstepoort J. Vet. Sci. Ani. Ind.*, 23, 367-409
- 57) HOGAN, J. P. and PHILLIPSON, A. T. (1960).—The rate of Flow of Digesta and Their Removal Along the Digestive Tract of the Sheep. *Brit. J. Nutrition*, 14, 147.
- 58) HOWARD, B. H.—*Biochem J.*, 60, i (1955) y *Biochem. J.* 67, 643 (1957). Ref. Cuthbertson, D. P. and Hobson, P. N. *World Review of Nutrition and Dietetics*, vol. 2, 67-99.
- 59) HUTCHINSON, J. C. D. (1941).—The Colorimetric estimation of uric acid in fowl excreta. *Biochem. J.* 35 81-90.
- 60) JARIOROWSKI, B. JARIOROWSKA and KLEEKOWK, K. (1963). Alfalfa and grass protein values in feeding ruminants.—III. Proteolytic enzymes in meadow clover and alfalfa hay. *Chemical Abst.* (Biochem. Sect.) vol. 58, 8, 64, 8, 270.
- 61) JURTSHUK, J. R.; DOETSCH, R. N. and SHAW, J. C. (1958). Anaerobic purine dissimilation by washed suspensions of bovine rumen bacteria. *J. Dairy Sci.*, 41, 190.
- 62) KANE, E. A.; JACOBSON, W. C. and DAMEWOOD, P. M. (1959).—Effect of corn starch on digestibility of alfalfa hay. *J. Dairy Sci.*, 42, 849.
- 63) LAWTON, E. J.; BELLAMY, W. D.; HUNGATE, R. E.; BRYANT, M. P., and HALL, E. (1951).—*Science*, 113, 380.
- 64) LOFGREEN, G. P.; KLEIBER, M. J. (1953).—*Journal Nutrition*, 49, 183. Ref. Adrian, J. et Rerat, A. “Methodes d'évaluation de la valeur nutritive des protéines”. C. N. R. C. 1958.
- 65) LOMBARD, P. E. (1960).—Fowl manure used in concentrate rations. *Farming in South Africa*. vol. 63, August, núm. 5, 24-26.
- 66) LOOSLI, J. K.; WILLIAMS, H. H.; THOMAS, W. S.; FERRIS, F. H. and MAYNARD, L. A.—Synthesis of Amino Acids in the Rumen. *Science*, 110, 144-145.
- 67) MARENZI, A.; CARDINI, E. y BAROFI, F. (1947).—“Bioquímica analítica cuantitativa”. Buenos Aires, Librería y Editorial “El Ateneo”.
- 68) MAYNARD, L. A. and LOOSLI, J. K. (1962).—“Animal Nutrition”. Fifth Edition.
- 69) MC DONALD, I. W. (1948 b).—Studies on the Metabolism of the Sheep with special reference to the Digestion of Protein. Dissertation: University of Cambridge.

- 70) MC DONALD, I. W. (1948).—The absorption of ammonia from the rumen of the sheep. *Biochem. J.*, 42, 584. Ref. Annison, E. F. and Lewis. Metabolism in the Rumen y Sherrod and Tillman: *J. of Animal Sci.*, 21, 901, 1962.
- 71) MC DONALD, I. W. (1954).—Biochemical J. 56, 12, 125.
- 72) MC DONALD, I. W. (1958).—The Interrelationships of Individual Protein and Carbohydrate During Fermentation in the Rumen of the Sheep; I. *J. Agric. Sci.*, 51, 108. Ref. Sadao Hoshino and Yositsune Hirose. *J. of Dairy Science*, vol. 46, núm. 4, 323, 1963.
- 73) MC NAUGHT, M. (1950).—The Utilization of Non Protein Nitrogen in the Bovine Rumen. *Bioch. J.* 46, 32.
- 74) MICHAUX, A. (1951).—*C. R. Acad. Sci.*, París, 232, 121. Ref. Annison and Lewis. "Metabolism in the Rumen". London. 1959.
- 75) MIROY, T. H. (1904).—The formation of uric acid in birds. *J. Physiol.* 30, 47. Ref. Creek, R. D. and Valeria Vasaitis. *Poultry Sci.*, 40: 2, 283, 1961.
- 76) MILLER, J. I. and MORRISON, F. B. (1944).—Effect of heat treatment and oil extraction on the utilization of and digestibility of soybean protein by lambs. *J. Agric. Res.* 68, 35.
- 77) MITCHELL, H. H. (1924).—A method of determining the biological value of protein. *J. Biol. Chem.*, 58, 873.
- 78) MITCHELL, H. H. (1929).—The minimum protein requirements of cattle, *Nat. Research Council (U. S.) Bull.* 67.
- 79) MITCHELL, H. H. (1936).—"Tratado de Fisiología General". Editorial Labor.
- 80) MORROS SARDA, J. (1961).—"Elementos de Fisiología". Octava Edición, Editorial Científico Médica. Barcelona.
- 81) MÜLLER, R. und KRAMPITZ, G. (1955).—Untersuchungen in vitro zur Frage der Stickstoff und Schwefelumsetzungen im Pansen. *Zeitschrift für Tierzüchtung und Zuchtungsbiologie*. Band, 65, H. 2, s. 187-198.
- 82) NASR, H. (1950).—*J. Agric. Sci.*, 40, 303.
- 83) NEHRING, K. (1959).—"Lehrbuch der Tierernährung und Futtermittekunde", 7, Auflage.
- 84) NERIC, S. and DAZON, P. (1953).—Study on cobaltized carabao dung as poultry feed supplement. Bachelor's Thesis, A. I. A., Ref. Gapuz, R. B., *Anareta J. of Agric.*, vol. VI, 65-100, 1959.
- 85) NOLAND, PAUL R.; FORD, F. B. and MAURICE L. RAY. (1955). The use of ground chicken litter as a source of nitrogen for gestating-lactating ewes and Fattening steers. *J. of Animal Sci.*, 14, 3, 860-865.
- 86) O'DELL, B. L.; WOODS, W. D.; LAERDAL, D. A.; JEFFAY, A. M. and SAVAGE, J. E. (1960).—Distribution of the major nitrogenous compounds and amino acids in chicken urine. *Poultry Sci.*, 39, 426-432.
- 87) OXFORD, A. E. (1955).—*J. Sci. Ed. Agric.* 6, 413.
- 88) PATON, N. (1905).—The effect of Adrenaline on sugar and nitrogen excretion in the urine of birds. *J. Physiol.* 32, 59. Ref. Creek, R. D. and Valeria Vasaitis. *Poultry Sci.*, vol. 40, núm. 2, 283-288. 1961.
- 89) PEARSON, R. M. and SMITH, J. A. B. (1943).—The utilization of urea in the bovine rumen. 3. The synthesis and breakdown of protein in rumen ingesta. *Biochem. J.* 37, 153.
- 90) PLOETZ, T. H.—Landbauforschung-Völkenrode, 4, 4. 1954. Ref. Zorita, E. El material de sostén vegetal en el transcurso de la nutrición de los rumiantes (no publicado).
- 91) "Producto Neto de la Agricultura Española en 1962-63". Ministerio de Agricultura. Publicaciones del Servicio de Estadística. Madrid.
- 92) RABINOWITZ, J. C. (1956).—Purine Fermentation by Clostridium cylindrospororum III. 4-Amino-5-Imidazol Carboxilic Acid and Aminoimidazole. *J. Biol. Chem.*, 218: 175.
- 93) REDDY, B. S.; COLOVOS, N. F.; KEENER, H. A. and DAVIS, H. A.—Effect of urea on nutritive value of high fiber concentrates for dairy cattle. University of New Hampshire, Durham.
- 94) REID, J. T.; WOOLFOLK, P. J.; RICHARDS, C. R.; KAUFMANN, R. W.; LOOSLI, J. K.; TURK, K. L.; MILLER, J. I. and BLASER, R. E. (1950).—A new indicator method for the determination digestibility and consumption of forages by ruminants. *J. Dairy Sci.* 33, 60.
- 95) RITZMAN, E. G. and BENEDIT, F. G. (1938).—"Nutritional Physiology of the Adult Ruminant". Washington. Carnegie Inst. Pub. N.º 494, Ref. Margaret I Chalmers. "Digestive Physiology and Nutrition of the Ruminant". Edited by D. Lewis 1961.
- 96) SANTOS RUIZ, A. (1944).—"Fermentos". Madrid.
- 97) SCHNEIDER, B. H. (1934).—The relationship of the metabolic nitrogen of the faeces to body weight and to food intake for rats. *Biochem. J.* 28: 360-364.
- 98) SCHÜRCH, A.—Bestimmung, Berechnung und Signifikanz von Verdauungskoeffizienten. Sonderdruck aus Heft 14, 1954 der Schriftenreihe zur Futterrungslehre vom Fachverband der Futtermittelindustrie. Hamburg 1.

- 99) SNEDECOR, G. W. (1948).—“Métodos de Estadística”. Buenos Aires.
- 100) SONNE, J. C.; BUCHANAN, J. M. and DELLUVA, A. M.. (1948).—Biological precursors of uric acid. *J. Biol. Chem.* **173**, 69, 81.
- 101) STURKIE, PAUL D. (1954).—“Avian Physiology”. Ithaca, New York.
- 102) SYM, E. A. (1938).—Acta Biol. Exp. Varsovia, 12, 192. Ref. Annison E. F. and Dyfed Lewis. “Metabolism in the Rumen”. 1959.
- 103) TAPPEINER, H. (1884).—Ztschr. Biol. 20, 52. Ref. Phillips, A. T. *Nutrition Abst. and Rev.*, vol. 17, núm. 1, 1947.
- 104) TERROINE, E. F.: SORG MATTER, H. (1927).—Loi quantitative de la dépense azotée minima des homeothermes: validité intraspecifique. *Arch. Int. Physiol.*, 29, 121.
- 105) THOMAS, K. (1909).—Über die Biologische Wertigkeit der stickstoff Substanzen in verschiedenen Nährungsmittel. *Arch. Anat. Physiol. Abst.* 219.
- 106) TRIER, H. J.—Ztschr. vergl. Physiol., 4, 305. Ref. Baker, F. and Harris, S. T. *Nut. Abst. and Rev.* 17, núm. 1, 1947.
- 107) VELOSO, J. and CATEDRAL, S. (1954).—Cobaltized and non-cobaltized chicken manure in ration of ruminant pigs. Bachelor's Thesis, Ref. Rufino B. Gapuz. *Anareta J. of Agriculture*, vol. VI, 1959, número 2, 65-100.
- 108) VERBEER, W. A. and M. K. S. L. VON LA CHEVALLERIE.—Suid-Afrikaanse Tydskrif vir Landbouwetenskap: Jaargang 3, núm. 4, Desember, 1960. *African J. Agric. Sci.* 1960, 3, 613-616.
- 109) WASSERMAN, R. H.: DUNCAN, C. W.; CHURCHILL, E. S. and HUFFMAN, C. F. (1952).—The Effect of Antibiotics on “in vitro” Cellulose Digestion by Rumen Microorganisms. *J. Dairy Sci.*, **35**: 571-580.
- 110) WELLER, R. A. and GRAY, F. V. (1954).—*J. Exp. Biol.* **31**, 40. Ref. Annison; E. F. and Dyfed Lewis. “Metabolism in the Rumen”. 1959.
- 111) WHITELEY, H. R. (1952).—The Fermentation of Purines by Micrococcus aerogenes. *J. Bacteriol.* 63: 163. Ref. Jurtschuk, J. R.; Doetsch, R. N. and Shaw, J. C., *J. Dairy Sci.* **41**, 190. 1958.
- 112) WINTER, A. R. and FUNK, E. M. (1960).—*Poultry Science and Practice*. Fifth edition.
- 113) WOODMANN, H. E. and EVANS, R. E. (1938).—*J. Agric. Sci.* **28**, 43. Ref. Barnett and Reid, R. L. “Reactions in the Rumen”. 1961.
- 114) ZORITA, E.—El material de sostén vegetal en el transcurso de la digestión de los rumiantes (no publicado).
- 115) ZORITA, E. y GONZALEZ, G. (1957).—Los efectos del estibestrol por vía oral sobre la retención de nitrógeno y la digestibilidad en corderos enteros y castrados. *Anales de Edaf.* T. XVI, núm. 9-10.
- 116) ZUNTZ, N. (1891).—*Pflug. Arch. für Physiol.*, 49, 477 Ref. Loosli, J. K., Williams, H. H., Thomas W. E. Synthesis of Amino Acids in the Rumen. *Science*, 110, 144-145 (49).