

«LA COMPOSICION CORPORAL DE LOS CORDEROS DE RAZA CHURRA Y SU EVOLUCION EN EL TRANCURSO DEL CRECIMIENTO»*

Por Olga Castrillo González

INDICE

1. INTRODUCCION.-2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.-3. REVISION BIBLIOGRAFICA.-3.1. Problemática general.-3.1.1. Desarrollo y crecimiento.-3.1.2. Modelos y mecanismos del crecimiento.-3.1.3. Factores que afectan al crecimiento.-3.1.4. Parámetros y expresiones del crecimiento.-3.1.5. Curvas y ecuaciones del crecimiento.-3.1.6. Crecimiento diferencial.-3.1.7. Composición corporal.-3.1.8. Variación de la composición corporal.-3.1.9. Factores que actúan sobre la variación de la composición corporal.-3.1.10. Medida de las variaciones en la composición corporal.-3.2. El crecimiento en el ganado lanar.-3.3. Métodos utilizados en la investigación del crecimiento y la composición corporal.-3.3.1. Métodos indirectos.-3.3.2. Métodos directos.-4. PARTE EXPERIMENTAL.-4.1. Planteamiento de la investigación.-4.2. Material y métodos.-5. RESULTADOS Y DISCUSION.-5.1. Relación entre el peso vivo, peso vivo vacío y peso de la canal.-5.2. Composición química del cuerpo.-5.3. Composición tisular de la canal.-5.4. Composición de la ganancia en peso.-5.5. Estimaciones de las necesidades proteicas y energéticas de los corderos en crecimiento.-6. CONCLUSIONES.-7. RESUMEN.-8. BIBLIOGRAFIA.

1. INTRODUCCION

Parece existir un consenso general en considerar el crecimiento como una de las características esenciales y más generales de los seres vivos. En todos los seres pluricelulares existe una relación íntima entre el incremento de masa y la diferenciación. Ambos tienen lugar con dependencia del continuo intercambio de materia y energía que ocurre entre el ser vivo y su medio.

En un sentido amplio el fenómeno del crecimiento comprende tanto el

* El autor de esta Memoria ha disfrutado una Beca del Plan de Formación de Personal Investigador, concedida por el Ministerio de Educación y Ciencia a través de la Universidad de Oviedo.

aumento de masa como el proceso de diferenciación progresiva de las distintas partes, órganos y tejidos del organismo. Desde este punto de vista el crecimiento comprende, al desarrollo y por tanto, no es sinónimo con él porque es un concepto más amplio. De hecho si bien puede existir el desarrollo o diferenciación sin crecimiento, no puede haber crecimiento sin desarrollo.

La base celular del fenómeno del crecimiento está constituida por los procesos de Hipertrofia o Hiperplasia, dependientes ambos del balance entre anabolismo y catabolismo, es decir los procesos de asimilación y desasimilación.

En los metazoos, células, tejidos y órganos tienen un crecimiento propio que responde a las necesidades del organismo como un todo, de forma que el crecimiento es «organizado» y en cada momento alcanzan la masa y la estructura adecuadas las unidades anatómicas y fisiológicas precisas para la vida del ser en su medio. El crecimiento, tanto en el espacio como en el tiempo, tiene lugar de un modo peculiar para cada especie e incluso para cada individuo. Ello resulta de que, como es lógico, esta manifestación vital está regulada en su expresión por la información recibida por el cigoto en su material hereditario y por las influencias ambientales, tanto en el medio prenatal como en el medio postnatal. Entre estas influencias destaca por su importancia el nivel nutritivo.

En los animales superiores el crecimiento no es indefinido. En general se hace progresivamente más lento hacia su final, pero las causas de ello no han sido definitivamente establecidas. Sin embargo se sabe que la disminución o cese de la actividad de las glándulas productoras estimulantes del crecimiento, la pérdida de sensibilidad por parte de las células y los tejidos, así como la presencia de inhibidores que actúan bien sobre la producción o actividad de las sustancias estimulantes o bien sobre la sensibilidad de las células receptoras, son factores que juegan un papel destacado.

Hechas estas breves consideraciones en torno al crecimiento, parece oportuno en esta introducción hacer notar la relevancia del fenómeno del crecimiento en los animales domésticos y con ello el interés de su estudio.

Esta importancia tiene tres vertientes: biológica, fisiológica y zootécnica.

Es innecesario insistir sobre el significado de un fenómeno vital que sobrepuesto al mantenimiento del organismo le hace progresar en la adquisición —en momentos y con amplitud variables— de estructuras y funcionalidades cada vez más complejas, que van a permitir al animal alcanzar la madurez funcional, incluida la capacidad de reproducción para la conservación de la especie.

Las implicaciones fisiológicas del crecimiento son considerables. Así como el crecimiento viene limitado y controlado por la organización y el funcionamiento de las estructuras ya existentes, a su vez determina el funcionamiento y la diferenciación futuros. Esto significa que toda característica del

crecimiento del organismo como un todo —y de sus partes— así como cualquier anomalía en el mismo, ha de reflejarse en el rendimiento fisiológico del individuo.

La importancia zootécnica de este fenómeno es obvia. El crecimiento juega un papel fundamental en lo que a la producción animal se refiere y ello en un doble aspecto. Por una parte, su influencia es directa como en el caso en que el producto animal deseado es el propio del animal, tal como sucede en la producción de carne que se ve afectada tanto cuantitativa como cualitativamente ya que el crecimiento va acompañado de variaciones en la composición corporal. Por otra parte su influencia es indirecta ya que el tamaño y el desarrollo determinan la eficacia de las funciones que sirven de base a las restantes producciones animales. Tal es el caso de la reproducción, la producción láctea y la producción de huevos.

Las relaciones entre el crecimiento y la nutrición resultan evidentes para todas las especies, pero de un modo especial en el caso de los animales domésticos. La cría y mejora ganaderas exigen conocer los requerimientos nutritivos de cada especie para las distintas edades y fases de su ciclo vital, teniendo en cuenta también la raza, el sexo, el nivel de producción y las condiciones ambientales. La determinación de las necesidades nutritivas por el método factorial requiere el conocimiento de la cantidad y proporción de los nutrientes y de la energía que es retenida en el organismo bajo la forma de los distintos componentes del cuerpo del animal en el transcurso del crecimiento. Los balances nutritivos representan un medio indirecto para la determinación de las cantidades de los distintos elementos que son retenidos por el organismo y por tanto permiten deducir los tejidos formados o perdidos en un período determinado. Sin embargo el estudio directo de la composición corporal permite establecer quizá con mayor certeza la composición de la ganancia ponderal por unidad de tiempo y en consecuencia es un método adecuado para el establecimiento de tablas de necesidades y normas de racionamiento.

Todos estos aspectos adquieren una gran importancia práctica habida cuenta del déficit mundial de alimentos especialmente de proteína de origen animal. Dado que los rumiantes no debieran competir directamente con el hombre ya que son capaces de utilizar con gran eficacia productos vegetales que éste no puede consumir directamente, juegan un papel muy importante que según todo lo previsible tenderá a aumentar en el porvenir.

Más de la mitad de la superficie de nuestro país sólo resulta apta para la producción de pastos y forrajes y por tanto sólo capaz de aportar alimentos a la población humana a través de la explotación de los rumiantes. Dentro de ellos la especie ovina ha venido jugando tradicionalmente un papel esencial debido sin duda a las condiciones climatológicas, orográficas y edafológicas imperantes en la mayor parte del territorio. Sin embargo, no ha sido la oveja el animal al que mayor atención se ha dedicado ni desde el punto de vista de la

investigación fisiológica ni de la investigación en el campo de la Zootecnia. De hecho gran parte de nuestra cabaña ovina continúa siendo explotada en condiciones de una gran rusticidad y con escasa aplicación de normas y principios científicos.

Dentro de esta línea de pensamiento hemos planteado nuestro trabajo.

2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El crecimiento y la diferenciación que le acompaña son fenómenos extraordinariamente complejos. Son muchos los estudios realizados con el fin de poder definirlos cualitativa y cuantitativamente, de conocer la forma en que se traducen en la composición corporal y para determinar los factores que les afectan.

Debido a que los tejidos del organismo crecen según pautas distintas la composición corporal del animal varía constantemente, ya desde la vida embrionaria. Así de unos momentos a otros del desarrollo —al aumentar la edad y el peso corporal— difieren no sólo las cantidades absolutas de materia y energía retenidas y de los tejidos formados sino que también difieren las cantidades relativas, es decir, la proporción en relación con la masa total.

Sólo obteniendo datos de la composición corporal correspondientes a distintos puntos de la curva de crecimiento, puede conocerse realmente lo que sucede en el cuerpo del animal durante su progreso hacia la madurez. Estos datos complementan los de variación del peso del animal en el tiempo, representados en la curva de crecimiento simple. Además, permiten predecir el valor y rendimiento de la canal, como conjunto de materiales alimenticios y, por otra parte, deducir los requerimientos nutritivos del animal durante el crecimiento.

Especial atención ha merecido el estudio de estas funciones en el ganado vacuno, ovino y porcino. El tema que ha suscitado mayor polémica es el relativo al efecto sobre el crecimiento y la variación de la composición corporal del historial nutritivo. No es extraño este interés debido a ser este un asunto de máxima importancia en la producción ganadera ya que el tratamiento dietético es uno de los factores más fácilmente manejable por el hombre con el fin de modificar y dirigir, dentro de lo que permite el potencial genético de cada individuo, el crecimiento y la composición corporal, ambos aspectos claves en cuanto al valor económico del animal como productor de carne.

Sobre el ganado lanar se han efectuado múltiples estudios, pero generalmente en razas seleccionadas de Australia, Gran Bretaña, Francia y U. S. A. Estas razas difieren notablemente de las españolas en cuanto a su conformación, precocidad y peso. Estas diferencias hacen suponer una evolución distinta de la composición corporal en relación con la curva de crecimiento.

En España y en torno a estos temas no se han realizado otros trabajos que

los destinados a estudiar el rendimiento a la canal y la proporción de sus distintas piezas comerciales.

La raza objeto de nuestro estudio es la Churra. Raza rústica de lana basta, perfectamente adaptada al medio difícil en que se ha desenvuelto desde hace siglos.

Actualmente debido a la crisis del mercado de las lanas bastas y la creciente importancia de la carne, la leche y sus derivados, especialmente el queso, se impone realizar estudios que aporten los datos básicos sobre su crecimiento y capacidad productiva. La posibilidad de cubrir parte del déficit nacional de carne con la obtención de canales de cordero de composición y conformación adecuadas ofrece un considerable interés.

Sólo conociendo las necesidades nutritivas y los datos referentes al crecimiento y composición corporal puede planificarse adecuadamente una explotación científica de esta raza, que en 1970 supuso el 20% del censo total de la cabaña ovina española.

Hasta el momento presente no se han publicado sino estudios preliminares por lo que se refiere al crecimiento ponderal de la oveja Churra y ninguno por lo que respecta a la evolución de su composición corporal.

En nuestro trabajo nos hemos propuesto realizar un estudio preliminar y básico de la evolución de la composición corporal de la oveja Churra en las etapas iniciales del crecimiento. Por diversas razones hemos fijado los límites de nuestro estudio a la fase comprendida entre el nacimiento y los 20 kg. de peso vivo. En el aspecto analítico hemos determinado por una parte el contenido en sustancia seca, proteína, grasa, cenizas y energía referidos al total del cuerpo del animal y por otra la proporción de músculo, grasa y hueso referidos a la canal.

Hemos pretendido los siguientes objetivos:

- a) Establecer las relaciones existentes entre los distintos componentes y las variaciones que tales relaciones experimentan durante el crecimiento.
- b) Establecer las relaciones existentes entre el peso del animal y el peso de la canal y los de ambos con cada uno de los distintos componentes.
- c) Sobre la base de la información conseguida, estudiar la posibilidad de predecir la composición corporal a partir del peso del animal vivo y del peso de la canal.
- d) Efectuar una estimación de las necesidades nutritivas de los animales tomando como base de partida los datos relativos a la composición de la ganancia diaria durante esta etapa del crecimiento.

3. REVISION BIBLIOGRAFICA

3.1. PROBLEMÁTICA GENERAL.

3.1.1. *Desarrollo y crecimiento.*

El fenómeno del crecimiento ha suscitado el interés de los científicos desde los orígenes mismos de la ciencia, sin embargo el análisis sistemático del fenómeno se ha realizado preferentemente en el presente siglo. Por tratarse de un fenómeno tan complejo su definición es difícil, su medida laboriosa, las formas de expresión muy diversas y sus causas y factores que lo regulan y sus efectos todavía mal conocidos.

Son muy numerosas las definiciones que se han dado del crecimiento. Según SCHLOSS (1911) el crecimiento es «un aumento coordinado de las partes de un organismo a intervalos definidos de tiempo, en forma característica para cada especie».

YOUNG (1950) define el crecimiento como «un acúmulo de materiales sobre los que ya están organizados en una estructura viva».

Para HAMMOND (1958) es «un aumento de peso hasta que el animal alcanza su tamaño adulto». Este autor denomina «desarrollo» a «la modificación de la conformación corporal durante la evolución de las diversas funciones y facultades orgánicas hacia su plenitud».

MORROS SARDÁ (1961) define el crecimiento como «la transformación continua que sufre el cuerpo del ser en su conjunto, y en cada una de sus partes, para convertirse en adulto».

De acuerdo con MITCHELL (1962) es «la suma de los procesos biológicos y químicos coordinados que se inician con la fertilización del huevo y terminan cuando se alcanza el tamaño, la conformación y las capacidades fisiológicas características de la especie y la constitución genética del individuo».

HAFEZ (1969) considera que «es un fenómeno esencial y peculiar de la materia viva que implica el aumento en número y tamaño de las células constituyentes».

Son muchas más las definiciones que se han dado del crecimiento y del desarrollo hasta el momento; algunas de ellas incompletas por no ajustarse a todas las características que han sido observadas en estos fenómenos.

El animal que se forma a partir de las dos células gaméticas sufre un proceso continuo de evolución encaminado a proporcionarle un estado de plenitud formal y funcional de su organismo. A este estado de «adulto» accede en virtud de dos fenómenos: «multiplicación» y «diferenciación» de las células constituyentes. Ambos parcialmente constituyen y califican el «crecimiento» en su doble aspecto cuantitativo o aumento de tamaño y cualitativo, la diferenciación o desarrollo. Su participación es simultánea pero no equivalente y de ello deriva el confusionismo en torno a sus definiciones y límites ya que interaccionan y se influyen mutuamente al actuar sobre el mismo sustrato: las células corporales; y con los mismos medios: el metabolismo celular dirigido y afectado por diversos factores.

La proporción en que las células y fluidos participan en los tejidos y órganos del animal, y con ello la cantidad y concentración de los constituyentes corporales, varían a lo largo del crecimiento.

La composición corporal guarda por tanto una relación íntima con el crecimiento del animal. Esta relación es susceptible de un análisis cuantitativo si se estudia la variación de la composición en función de los incrementos ponderales, cuando se consideran todos los factores que influyen en ambos: especie, raza, sexo, alimentación, etc.

3.1.2. *Modelos y mecanismos del crecimiento.*

El crecimiento animal se realiza por el acúmulo de materia organizada por medio de la «hipertrofia» —aumento de volumen— y la «hiperplasia» —aumento del número de las células— y la deposición de sustancia extracelular. Estos mecanismos no siempre se dan simultáneamente ni con la misma intensidad y extensión.

Cuantitativamente el crecimiento responde al balance entre anabolismo (formación de materia) y catabolismo (degradación de materia). Sólo cuando el primero prevalece se produce el crecimiento. Cuando ambos procesos se igualan alcanzando un estado de equilibrio el crecimiento es nulo. Sin embargo a este respecto conviene tener presente que una cosa es el balance metabólico general del individuo y otra el de sus distintas células, órganos y tejidos.

El crecimiento del animal se realiza en las primeras etapas por medio de cambios morfogénicos debido a la estructuración y diferenciación de las células y los tejidos. En las últimas etapas resulta principalmente del acúmulo de los componentes corporales.

En el estudio del crecimiento del organismo animal es conveniente considerar los dos períodos del mismo que son perfectamente individualizables: prenatal y postnatal.

a) Crecimiento prenatal.

El cigoto formado en la fecundación da lugar al «blastocito» constituido por numerosas células que comienzan a diferenciarse, variando su tamaño y organización citoplasmática. Por especialización progresiva de las células se forman, pasada la fase de «gástrula», los tejidos y órganos.

La diferenciación celular implica no sólo una especialización, sino también una variación en el ritmo del crecimiento («crecimiento diferencial») que se prolonga en la vida del animal tanto como dure la formación de sus órganos y tejidos. Esta formación se lleva a cabo de tal modo que el número y el tamaño de las células de cada categoría sea óptimo para el funcionamiento de los sistemas que constituyen.

Durante la gestación el feto y los anejos tienen un incremento ponderal reducido al principio pero paulatinamente mayor. El crecimiento máximo durante la vida prenatal tiene lugar después de la formación de las membranas extraembrionarias y de la organogénesis. Los cambios en masa (crecimiento absoluto) siguen una ley exponencial de modo que se hacen máximos al final de la gestación. El crecimiento relativo (expresado el aumento en masa en tantos por ciento del peso) empiezan a disminuir aproximadamente en la mitad de la gestación.

b) Crecimiento postnatal.

A partir del nacimiento los animales —con un nivel adecuado de nutrición— experimentan un crecimiento diferencial, variable con las características del individuo pero que se ajusta siempre al mismo esquema: el crecimiento relativo aumenta o se mantiene hasta un punto a partir del cual disminuye. El punto de inflexión corresponde a una edad y a un peso característicos. De aquí que en el crecimiento postnatal se puedan distinguir dos fases, como hace BRODY (1945), una primera de «autoaceleración» en que la velocidad del crecimiento depende en cada momento del crecimiento previo, y una segunda fase de «autoinhibición» en que la velocidad está en función de una cantidad constantemente decreciente: el crecimiento que aún ha de tener lugar para alcanzar el tamaño y el peso del adulto.

Este curso del crecimiento puede ser discontinuo y también repetirse parcialmente más de una vez durante la vida del animal. En los mamíferos superiores se produce sólo una vez, pero puede ser modificado por un ciclo extra de crecimiento debido a una regresión temporal y la recuperación subsiguiente. En otros animales el ciclo es múltiple en virtud de la hibernación, mudas, etc. (NEEDHAN, 1964).

El modelo descrito en el que la velocidad de crecimiento es máxima al comienzo o cerca de él y progresivamente decreciente, es muy general, pero en los distintos animales la cantidad de masa corporal formada es diferente y también lo es el ritmo de incremento, es decir, el tiempo en que se duplica la masa corporal (a pesar de ser esta una medida que excluye el efecto de las grandes diferencias de tamaño).

HAFEZ (1969) explica el esquema de crecimiento típico, como el resultado del equilibrio entre anabolismo (proporcional a la superficie corporal) y catabolismo (proporcional al peso corporal). Al crecer el animal su superficie aumenta en proporción a la potencia segunda de la longitud, mientras que el peso lo hace en proporción a la potencia tercera. Por lo tanto en el animal joven, en el que la razón superficie / peso corporal es mayor, prevalece el anabolismo sobre el catabolismo con lo que se produce el crecimiento. A medida que el animal crece se hace menor la diferencia entre anabolismo y catabolismo —ya que aumenta más rápidamente el volumen que la superficie— hasta anularse, momento en que el crecimiento cesa.

3.1.3. *Factores que afectan al crecimiento.*

Tanto el crecimiento prenatal como el postnatal están sometidos a múltiples factores que les afectan cuantitativa y cualitativamente en mayor o menor grado. Todos ellos han sido objeto de numerosos estudios dado el interés que presenta el poder controlar el crecimiento y conocer en los trabajos sobre el mismo, a qué obedecen las desviaciones del patrón normal.

Siguiendo una clasificación similar a la expuesta por HAFEZ (1963), reseñamos brevemente los factores que afectan al crecimiento y algunos estudios sobre ellos realizados.

A. Crecimiento prenatal.

(a) Factores genéticos:

El desarrollo del individuo está en primera instancia determinado por sus genes. Durante la vida intrauterina está también afectado por las características genéticas de la madre y las del resto de los fetos (en las hembras polióticas). Las diferencias interraciales e interespecíficas en el tamaño del feto durante su desarrollo y al nacimiento se deben a que la velocidad con que se dividen las células en el embrión es distinta (FOURIE, 1970).

Los factores genéticos afectan, en las fases previas a la implantación, al número de células; en el embrión implantado al tamaño de las células primordialmente y en el feto al número y tamaño de las células.

(b) Factores no genéticos.

El feto, por vivir dentro y a expensas de la madre está sometido a los factores para él ambientales, derivados de las características de aquella y de la gestación, como son: tamaño de la madre, nutrición y salud de la madre (SMINCKEL Y SHORT, 1961), duración de la gestación, número de fetos, posición de los fetos en el útero, competencia entre los fetos y tamaño de la placenta, entre otros.

B. Crecimiento postnatal.

(a) Factores genéticos:

La constitución genética actual de las distintas especies y razas adquirida a través de su evolución y por efecto de la selección artificial, determina los caracteres definitorios de las mismas; entre ellos la correspondencia entre peso corporal, edad y velocidad de crecimiento.

El grado de madurez y tamaño del feto al nacimiento varían con la especie, primer paso para una diferencia en el desarrollo posterior. Dentro de cada especie son considerables las diferencias de tamaño y de conformación de las distintas razas debido a los factores genéticos que hacen posible la adaptación de los seres al medio en que habitualmente viven. Consecuencia de esto es una variación interracial de la relación entre la ganancia en peso corporal y el tiempo en que ésta se realiza. Análogamente es distinta la correspondencia entre peso y edad del animal. Estas diferencias han sido comprobadas a partir de los datos para las diversas razas recopilados por autores como WALLACE (1948), SEARLE (1970) y FOURIE (1970) y en las tablas publicadas por ALTMAN y DITTMER (1962).

Fenómenos tales como la consanguinidad y la heterosis ejercen una considerable influencia sobre el crecimiento individual (MQRLEY, 1945).

(b) Factores no genéticos:

En este grupo destacan por su importancia aquellos factores ambientales que influyen la cantidad y calidad de la leche producida por la madre tales como la edad, el historial nutritivo, los intervalos entre partos y el número de animales lactantes (SLEN Y BANKY, 1961; WIENER Y HAYTER, 1974).

Por otra parte debemos considerar aquellos factores que atañen exclusivamente al animal en crecimiento tales como el sexo, el nivel nutritivo, el clima, las condiciones de manejo, etc.

La influencia del sexo sobre el crecimiento es variable según la especie y la raza de que se trate. En los óvidos, como en las demás especies domésticas, los machos son generalmente más pesados al nacimiento que las hembras y durante todo el crecimiento es normal una diferencia en tamaño y peso (PALSSON Y VERGES, 1952; SLEN Y BANKY, 1961; HAFEZ, 1962; FOURIE y col. 1970; WIENER Y HAYTER, 1974). La ganancia diaria es superior en los machos. Autores como PALSSON Y VERGES (1952) y CHARAYBEH (1969) deducen de sus resultados que el sexo también afecta al modo en que se desarrollan los distintos tejidos y partes corporales. Estas diferencias se manifiestan también entre animales enteros y castrados (OSMAN 1970) ya que las hormonas intervienen en los procesos de crecimiento (ROBINSON, 1960).

Son muchos los estudios que se han realizado sobre el problema de la influencia de los factores nutritivos sobre el crecimiento y el desarrollo. En algunos casos se compara el crecimiento de grupos de animales sometidos a distintos niveles de alimentación (SMINCKEL Y SHORT, 1961). En otros casos la atención se ha centrado en la influencia de determinados nutrientes tales como la proteína (WHITING, 1954) o de distintas proporciones de concentrado en la dieta (KOSANO-

VIC y col. 1970). Dentro de este tipo de investigaciones destacan por su importancia, en lo que a los animales domésticos se refiere, las realizadas por HAMMOND, POMEROY, VERGES, PALSSON, WALLACE, McMEEKAN, REID, y OSLAGE entre otros, que han supuesto aportaciones decisivas en el estudio del crecimiento.

En definitiva, estos autores coinciden en afirmar que toda variación nutritiva que lleva consigo cambios importantes en las cantidades de energía, proteína o factores minerales o vitamínicos puestos a disposición del animal, afectan al crecimiento en sentido positivo o negativo. La intensidad de tal efecto depende del momento en que tiene lugar la variación nutritiva, de su intensidad y su duración.

La divergencia de los autores surge al estudiar el mecanismo por el cual la nutrición influye en el crecimiento y sus implicaciones en la composición corporal.

El esquema del crecimiento diferencial propuesto por Hammond y la interpretación del mismo hecha por algunos autores (PALSSON Y VERGES, 1952; HAMMOND, 1959 y POMEROY, 1941) ha servido de base a la tesis de que la alimentación influye *directamente* sobre la composición corporal y su variación con la edad, REID y col. (1968) hacen un estudio sobre el tema y revisan los datos obtenidos por McMEEKAN (1940), POMEROY (1941) y PALSSON Y VERGES (1952) llegan a la conclusión de que, de acuerdo con WALLACE (1948) y TULLOH (1963), la nutrición sólo afecta a la composición corporal de una forma *indirecta*, es decir, únicamente en cuando modifica el peso corporal.

3.1.4. Parámetros y expresiones del crecimiento.

Considerado el crecimiento como fenómeno cuantitativo, admite una serie de medidas con diversas posibilidades de expresión, según la magnitud empleada.

El peso corporal ha sido utilizado de un modo muy general en los estudios del crecimiento ya que en él se manifiestan claramente los cambios de masa. Pero también se han utilizado otras magnitudes relacionadas directamente con el tamaño corporal, tales como la altura, la longitud y el volumen. Tanto en un caso como en otro se han empleado con frecuencia determinaciones del peso o tamaño de aquellas partes, órganos o tejidos con los que el crecimiento del cuerpo, como un todo, guarda una relación más o menos estrecha y constante.

Por su empleo más generalizado, debido en parte a la simplicidad de su determinación, enumeramos a continuación las posibilidades más comúnmente utilizadas en función del peso.

A. En relación con la edad.

(a) Peso vivo a una edad dada.

(b) Peso vivo expresado en tantos por cien del peso adulto y edad expresada en tantos por cien de aquella a la que la especie alcanza su peso adulto.

(c) Peso vivo a una edad dada, expresado en tantos por cien del peso inicial.

B. Con independencia de la edad.

(a) *Coficiente medio de crecimiento*: es la ganancia absoluta en peso por cada unidad de tiempo ($\Delta P / \Delta t$).

(b) *Coficiente de crecimiento relativo* o tasa de crecimiento específico: es el peso ganado (ΔP) en un tiempo dado (Δt) en función del peso inicial (P). Se expresa en tantos por cien. ($1 / P \cdot \Delta P / \Delta t \cdot 100$).

(c) *Coficiente de crecimiento instantáneo*: obtenido por derivación del coeficiente medio para un momento dado.

(d) *Coficiente de crecimiento relativo instantáneo*: es la derivada del coeficiente de crecimiento relativo para un momento dado.

La medida del crecimiento es más exacta cuando además del peso corporal se incluyen otras magnitudes de tamaño, totales o parciales, con lo que se suprimen errores debidos por ejemplo a un aumento en peso por mero depósito de grasa (MAYNARD Y LOOSLI, 1969). No obstante no resulta siempre adecuado el introducir estos factores pues la mayor exactitud en la medida no compensa la dificultad que añade al estudio estadístico del crecimiento, como señala SPEDDING (1965).

3.1.5. Curvas y ecuaciones del crecimiento.

Ordinariamente a partir de los datos experimentales se obtienen curvas y ecuaciones que expresan mejor la relación entre peso y edad, característica de los animales individuales o de grupos representativos de la especie y raza en cuestión.

Desde las primeras observaciones realizadas sobre el crecimiento animal se hizo patente el curso característico seguido por la variación del peso en el tiempo, en el que se manifiestan dos fases netamente diferenciadas. En la primera predomina claramente el acúmulo de material acompañado de multiplicación e hipertrofia celulares y en la segunda se hace patente una inhibición progresiva del fenómeno.

En cifras absolutas, el animal aumenta de peso durante todo el tiempo que dura su crecimiento. El aumento, lento al principio, es rápido en una segunda fase y se hace de nuevo lento en una tercera en la que el crecimiento concluye. Por ello una representación gráfica del fenómeno situando el peso en ordenadas y el tiempo en abscisas da como resultado una curva sigmoidea (SLEN y BANKI, 1961).

Cuando se realiza una representación gráfica situando los incrementos de peso por unidad de tiempo en ordenadas y el tiempo en abscisas, se obtiene lo que se denomina «curva de la velocidad de crecimiento» que es una representación del coeficiente medio del crecimiento. En esta curva se aprecia mejor la intensidad relativa de los incrementos ponderales en las distintas fases del crecimiento. La curva descrita tiene un tramo ascendente, un punto de inflexión y un tramo descendente. El primero, corresponde al período de crecimiento acelerado y al que se denomina a veces «fase logarítmica». Después de alcanzada la velocidad de crecimiento máxima en el punto de inflexión, disminuye rápidamente al principio y de forma paulatina y casi uniforme después hasta llegar a cero. La velocidad nula de crecimiento significa que no hay un incremento de peso, el animal ha acumulado la cantidad de materia adecuada para mantener su fisiologismo de adulto. A partir de este momento solamente algunos órganos o tejidos experimentan crecimientos parciales y generalmente temporales para responder a estímulos fisiológicos concretos como sucede con el útero y la mama durante la gestación.

Needhan en 1964 hace las puntualizaciones siguientes acerca de la curva de crecimiento: la curva, de forma de campana, es claramente asimétrica respecto al punto de inflexión, lo que hace suponer que las causas de la variación en el ritmo del crecimiento, ascendente hasta alcanzar el punto de inflexión y descendente después, no son de la misma naturaleza. Esto podría explicarse si la causa de la velocidad de crecimiento inicial fuese una potencialidad intrínseca de incremento de masa y la causa de la retardación subsiguiente fuese un control o inhibición impuesto.

Si la velocidad de crecimiento fuese constante la gráfica representativa de la masa corporal respecto al tiempo sería exponencial ascendente y el coeficiente del crecimiento relativo estaría representado por una línea recta descendente. Esto sólo es así en el caso ideal al que se ajusta el primer período del crecimiento. La velocidad de crecimiento no es constante, sino máxima al nacimiento o poco después y progresivamente menor hasta el cero virtual o real. La representación del coeficiente de crecimiento relativo se aproxima a la exponencial con exponente negativo; desciende primero rápidamente y luego lentamente para hacerse paralela al eje de abscisas a un valor bajo de las ordenadas.

La curva de crecimiento es similar en todas las especies domésticas especialmente cuando se expresa el peso en tantos por cien del peso adulto y el tiempo como porcentaje del lapso requerido para alcanzar ese peso. La curva así obtenida, también sigmoidea pero más abierta, es la llamada por ROBINSON (1960) «curva estandar del desarrollo».

Partiendo de esta similitud se han formulado diversas ecuaciones generales que tratan de expresar en términos matemáticos el proceso del crecimiento.

Una buena parte de las ecuaciones están basadas en la función de GOMPERTZ (1926) que se ajusta a la observación de que la velocidad de crecimiento al avanzar la edad desciende aproximadamente de forma exponencial a partir de un punto máximo. Este autor formula una ecuación general del crecimiento aplicable a mamíferos y a aves en los períodos pre y postnatal.

$$W_c = W_0 \exp \left[\frac{A_0}{\alpha} (1 - \exp(-\alpha t)) \right]$$

Siendo: W_c = peso al tiempo t ; W_0 = peso inicial del período de estudio; A y α = constantes, (A_0 = velocidad de crecimiento específico inicial; α = velocidad del descenso exponencial del crecimiento específico).

Aunque la ecuación es general las constantes de la misma difieren con la especie, el sexo y el período de crecimiento (pre y postnatal). Los mamíferos menores tienden a realizar su ciclo de

crecimiento en tiempos menores y con una velocidad inicial de crecimiento más alta que los mamíferos de mayor tamaño. De los dos sexos, la hembra presenta también una tendencia a reducir el tiempo necesario para alcanzar la madurez. Con el nacimiento se alteran las constantes introducidas en la ecuación y las curvas correspondientes al crecimiento pre y postnatal se distinguen en su base.

En 1965 y 1966 Laird, a partir de datos experimentales, obtiene ecuaciones que complementan la función de Gompertz para el período lento del crecimiento, próximo a la madurez.

Se han formulado múltiples ecuaciones del tipo de la «monomolecular» de BRODY (1945), basada en la ecuación físico-química que describe un cambio monomolecular. Expresa la velocidad instantánea del crecimiento en función del peso máximo que el animal alcanza en su madurez (A), del tiempo (t) contado desde la concepción y la velocidad instantánea de crecimiento (k).

Siendo dW/dt la velocidad instantánea del crecimiento, tenemos:

$$dW/dt = kAe^{-kt}$$

En la fase de auto-aceleración del crecimiento, la velocidad es proporcional a una cantidad que aumenta constantemente, como el peso (W). En la fase de auto-inhibición del crecimiento, la velocidad es proporcional a una cantidad constantemente decreciente que puede estar representada por la diferencia entre el peso del animal y el peso propio del adulto en su especie ($A-W$).

TITUS (1959) relaciona el peso corporal con el alimento consumido por el animal en crecimiento, por medio de la ecuación:

$$W = A - Be^{-kf}$$

Siendo: f = alimento consumido por el animal alimentado «ad libitum» y A , B y K = constantes determinadas experimentalmente.

SLEN y BANKY (1961) formulan ecuaciones a partir de los datos obtenidos con óvulos en la etapa de crecimiento descendente, observando una relación curvilínea entre el peso corporal y la edad, que se ajusta a una función parabólica de fórmula general:

$$Y = a + b_1X + b_2X^2$$

Siendo: Y = peso corporal; X = edad en días; a , b_1 y b_2 = constantes cuyo valor obtuvieron estos autores experimentalmente.

Por su parte PARKS (1970) relaciona el peso corporal y la edad a partir de dos ecuaciones: una correspondiente a la ley del rendimiento decreciente que relaciona la masa corporal del animal con el alimento ingerido considerado como acumulativo y otra que relaciona el alimento ingerido acumulativo con la edad. Ambas están referidas al crecimiento postnatal.

A pesar de estas y otras muchas aportaciones hay autores que, como HAFEZ (1969), no creen en la posibilidad de obtener una curva y una ecuación universales, válidas para todos los individuos y especies, basándose en la esencia misma del crecimiento: un balance continuo de ganancia y pérdida de masa y energía distinto para organismos de distintas dimensiones y dentro de ellos para cada una de sus partes. Debido a que estas diferencias tienen como causa última el metabolismo, las ecuaciones del crecimiento deben relacionar el incremento ponderal en un tiempo dado con los fenómenos metabólicos que determinan el crecimiento, es decir, con el anabolismo y el catabolismo.

Hafez analiza en detalle las implicaciones de la ecuación que Bertalanfy propuso en 1949 y por la que pueden conocerse los valores que toma el peso corporal en el transcurso del tiempo, en función del balance entre anabolismo y catabolismo:

$$dY/dt = aY^n - bY^m$$

Donde, Y = peso corporal; a , b , m y n = constantes.

Los valores de a y b se refieren a la velocidad con que en el animal se producen anabolismo y catabolismo respectivamente; m y n indican que estos procesos son proporcionales a algunas potencias del peso corporal. Hafez propuso los valores de $2/3$ y 1 para estas potencias.

Esta ecuación refleja las relaciones existentes entre la intensidad del metabolismo de los distintos animales y su área superficial, su peso o un índice común para ambos.

Las principales implicaciones biológicas que pueden derivarse de esta ecuación son las siguientes: la velocidad de crecimiento depende del peso inicial del individuo y también del peso que la especie alcanza finalizado el crecimiento. Sea cual sea el curso seguido por el crecimiento del individuo, éste alcanza el peso del adulto característico de la especie, es decir, se cumple la equifinalidad en el crecimiento incluso cuando el animal ha sido sometido a períodos de desnutrición temporal (siempre que estos no hayan producido daños irreparables en el organismo). El principio de equifinalidad se puede aplicar de igual modo al crecimiento de los tejidos y órganos y al incremento de los constituyentes químicos del cuerpo, pues las partes crecen de modo que la relación con el todo resulta ser la adecuada para un funcionamiento óptimo del organismo, y lo hacen en virtud de un crecimiento diferencial y característico de la especie.

A partir de esta ecuación relativa al crecimiento en peso se ha derivado otra relativa al crecimiento en longitud. Comparando ambas se observa que mientras la representación gráfica de la primera es sigmoidea y tiene un punto de inflexión, según HAFEZ, a los 2/3 del peso final, la segunda es exponencial descendente sin cambios de sentido.

3.1.6. Crecimiento diferencial.

El crecimiento de un individuo no tiene lugar de una forma homogénea y simultánea en todas sus partes. Los órganos y los tejidos crecen según una secuencia característica hasta el tamaño determinado por la constitución genética.

El crecimiento en masa va unido a una diferenciación celular y consiguientemente tisular y orgánica. La diferenciación implica una secuencia en los momentos en que los distintos centros de crecimiento del cuerpo se hacen activos y también en el ritmo de la actividad de los mismos. De todo ello deriva la existencia de unos gradientes diferenciales de crecimiento; esto es, de un «crecimiento relativo» definido por HUXLEY como la «relación de la velocidad de crecimiento de una parte de un organismo en desarrollo con la velocidad de crecimiento del todo o de otra parte». De todo ello deriva un crecimiento diferencial en espacio y tiempo, que lleva consigo cambios continuos en la composición corporal y la conformación de los animales.

Con el fin de aportar datos sobre la medida del crecimiento diferencial, se han realizado múltiples estudios que fueron iniciados por HAMMOND (1932a). De ellos se han derivado las conclusiones siguientes: las distintas partes del feto crecen ya a diferentes velocidades durante la gestación, continuando esta situación después del nacimiento. El crecimiento de las partes se realiza de manera que las zonas en que alcanza un ritmo máximo se van sucediendo en dirección centripeta, es decir, el cuerpo es atravesado por «ondas de máximo crecimiento», desde las regiones distales hasta las centrales. Por lo que se refiere a los distintos tejidos también alcanzan el máximo crecimiento en un orden determinado que tiene sentido centrifugo. El primero que alcanza el máximo crecimiento es el tejido nervioso situado en posición central; a continuación el tejido óseo seguido por el músculo, el tendón y la grasa intermuscular para finalizar en la grasa subcutánea.

Por lo que respecta al crecimiento de la canal en relación con el cuerpo total, la ganancia en peso de ambos no guarda una relación constante a lo largo del desarrollo, según RUTTER (1973).

El crecimiento diferencial está afectado por los mismos factores que el crecimiento absoluto, si bien aquí actúan mediante el estímulo o inhibición selectivos del crecimiento de los tejidos y órganos.

Dentro de una determinada especie y raza los factores de acción más notables son el sexo y la nutrición.

El sexo influye especialmente en la deposición de grasa, superior en las hembras y en los machos castrados que en los machos enteros (POMEROY, 1959; OLIVER, 1967 y FOURIE, 1970). Esto se debe a que las hembras son más precoces y tienen un período más corto de crecimiento de los tejidos que se desarrollan antes y un depósito más prolongado de los tardíos (grasa).

El nivel nutritivo actúa sobre el animal acelerando o retardando el crecimiento de los tejidos. La restricción alimenticia en un período determinado afecta más a aquellos tejidos que en ese momento tienen la mayor intensidad de crecimiento y por lo tanto una mayor demanda de nutrientes.

De acuerdo con HAMMOND y su escuela este efecto es irreversible. Cuando un tejido ha sido

más afectado por las consecuencias de un período de subalimentación, no tiene lugar una recuperación aun cuando se instaure posteriormente un período de alimentación adecuada, ya que los tejidos que en este segundo período poseen la mayor intensidad de crecimiento tienen una demanda prioritaria de los nutrientes. Como consecuencia de este fenómeno la tesis fundamental de HAMMOND es la de que el crecimiento diferencial de los tejidos depende en mayor medida de la edad del animal que de su peso.

Este planteamiento tiene importantes consecuencias desde el punto de vista práctico, ya que lleva implícita la posibilidad de modificar la composición corporal de los animales a través de las prácticas alimenticias, es decir, que la composición corporal a un peso dado puede ser regulada, dentro de ciertos límites, por el sistema de alimentación seguido.

Las ideas de la escuela de HAMMOND han tenido una gran difusión y una aceptación muy general durante las décadas de los años cuarenta y cincuenta. En 1968 REID y col. propusieron una interpretación muy distinta de los fenómenos del crecimiento diferencial. En tanto que anteriormente se había atribuido una influencia decisiva de la edad cronológica del animal en lo que respecta a la composición corporal, REID y la escuela de pensamiento que encabeza, afirman que no es la edad sino el peso del animal, el factor que determina fundamentalmente la composición corporal. En consecuencia los niveles sucesivos de alimentación, influyen sobre el peso y mucho menos sobre la composición corporal. Basándose en los resultados de sus propios experimentos y en el análisis de los datos obtenidos en los experimentos clásicos anteriores, llegan a la conclusión de que es muy difícil modificar la composición corporal a través de la alimentación, puesto que, siempre que no se hayan producido alteraciones extremas en los tejidos, estos recuperan su desarrollo normal al cesar los períodos de desnutrición.

Por lo que respecta a la representación gráfica del crecimiento de los órganos y tejidos, cabe afirmar que la característica fundamental es que expresando el peso acumulativo en función del tiempo, resulta una curva sigmoidea. Los puntos de inflexión no son coincidentes, teniendo cada órgano y tejido su evolución característica en el tiempo por lo que se refiere al ritmo de crecimiento.

El análisis matemático del crecimiento relativo de las partes del cuerpo ha sido estudiado por autores como LAIRD (1965) y FOURIE (1970), después de que en 1932 HUXLEY definiera las relaciones de tamaño y formulara la «ecuación de alometría o heterogonía»:

$$y = bx^k$$

Donde: y es el tamaño del órgano; x es el tamaño del cuerpo; b es la fracción del tamaño corporal que representa el órgano; k es la velocidad del crecimiento diferencial de y comparado con x .

En la práctica los valores logarítmicos para x y y no tienen una representación lineal a lo largo de la vida del animal; el valor de k normalmente desciende durante el período post-natal. No obstante esta ecuación puede ser útil para analizar los datos de la composición corporal.

Cuando k es igual a la unidad, el nivel de crecimiento del órgano y el del cuerpo son iguales y la relación entre ambos es «isométrica». El crecimiento es «heterogónico» cuando k es mayor o menor que la unidad. NEEDHAM (1942) encuentra los siguientes valores de k para algunos componentes corporales.

$k = 1$, para el nitrógeno proteico en el peso seco.

$k > 1$, para sustancia seca en el peso total y la grasa en el peso seco.

$k < 1$, para agua en el peso total, nitrógeno no proteico y cenizas en el peso seco.

En un estudio sobre óvidos hecho por FOURIE (1970) los resultados indican que los valores de k para algunos componentes de la canal en relación con el peso de ésta difieren de la unidad de forma significativa. Este valor es mayor que la unidad para el tejido graso y menor para hueso y músculo.

3.1.7. Composición corporal.

El crecimiento diferencial de los organismos como hemos visto, lleva consigo un cambio en la conformación, que refleja en cierto grado y obedece a los cambios que tienen lugar más íntimamente en el animal a nivel tisular y en última instancia a nivel de los constituyentes químicos (agua, grasa, proteína y cenizas), así como de la cantidad de energía retenida.

La composición corporal se estudia considerando los constituyentes tisulares o los químicos o ambos.

El cuerpo animal está compuesto en proporciones variables por tejidos separables por disección y cuya cuantía puede determinarse por diversas técnicas. Todos los constituyentes químicos del organismo están representados en mayor o menor proporción en las distintas partes, órganos y tejidos. Por lo tanto las diferencias entre ellos son cuantitativas y dependen de factores como la especie, la raza y el momento del desarrollo.

El contenido de los tres tejidos mayoritarios en sus principales componentes químicos es, según HAFEZ (1969), el siguiente:

- músculo: 72-73% de agua; 18% de proteína; 1-2% de sustancias solubles no proteicas; -20% de grasa; pequeñas cantidades de cenizas (1%) e hidratos de carbono (1%).
 - hueso: 35% de agua; 20% de proteína; 10% de grasa y 25% de cenizas.
 - tejido graso: 30% de agua; 1,25% de proteína y el resto de grasa, en su mayoría triglicéridos.
- En cuanto al músculo, LAWRIE (1966) indica datos de composición ligeramente distintos: 75% de agua, 18% de proteína, 3,5% de sustancias solubles no proteicas y 3% de grasa.

Estas cifras corroboran lo dicho anteriormente. Los tres tejidos mayoritarios del cuerpo tienen agua, proteína y grasa en proporciones variables, con un claro predominio de la grasa en tejido adiposo y de la proteína en el tejido muscular, especialmente si ambas se expresan en tantos por cien de la sustancia seca.

La composición de la canal, de interés en los animales productores de carne, es la que determina en gran parte la del cuerpo total. El contenido en agua es mayor y el de cenizas, grasa y energía es menor en el cuerpo total que en la canal, debido a que prácticamente todo el tejido óseo (con alto contenido en cenizas y bajo en agua y grasa) entra en la canal (KIRTON, 1959). El contenido en proteína es similar para el cuerpo y para la canal (KIRTON, 1959; RATTRAY 1973).

3.1.8. Variación de la composición corporal.

Como hemos visto, los diferentes tejidos, órganos y partes del cuerpo se desarrollan a un ritmo distinto desde el primer momento y ello implica variaciones en lo que respecta a la composición química.

Ha sido comprobado por múltiples autores (HAMMOND, 1932; MCMEEKAN, 1940; WALLACE, 1948; PALSSON y VERGES, 1952; TULLOH, 1963; y ROUSE y col., 1970) que a lo largo del crecimiento aumenta la proporción de grasa visible (disecable) en la canal en tanto que la proporción de hueso y músculo disminuye.

Según HAFEZ durante el desarrollo el músculo esquelético experimenta cambios en las proporciones de sus constituyentes. El contenido hídrico se reduce desde un 91% hasta un 74% en el animal adulto. Los porcentajes de potasio y fósforo aumentan en tanto que descienden los de sodio y cloro. El contenido graso del tejido muscular se incrementa con la edad aunque no en tan elevada proporción como en el tejido graso. En cuanto a las distintas proteínas musculares algunas se incrementan en el transcurso del crecimiento como es el caso de las proteínas sarcoplasmáticas y miofibrilares en tanto que desciende la proporción de algunas proteínas del estroma tales como el colágeno. La concentración de polisacáridos disminuye. La de mioglobina aumenta para, posiblemente, compensar el efecto negativo que la deposición de grasa ejerce sobre el riego sanguíneo.

El hueso crece en virtud de un predominio del proceso de fijación de iones sobre el de su liberación. La proporción de agua y materia orgánica (colágeno y polisacáridos proteicos) disminuye y la de la sustancia inorgánica aumenta, debido a que se produce una sustitución del agua por los minerales, al progresar la osificación.

En cuanto al tejido graso, la concentración de los lípidos estructurales aumenta con la edad, los lípidos almacenados en el tejido adiposo constituyen un componente variable en relación inversa con el contenido de agua. Los lípidos se acumulan en los depósitos cuando el ingreso calórico del animal excede a la capacidad de crecimiento de los demás tejidos. Esta capacidad disminuye al avanzar el desarrollo, con lo cual los depósitos grasos aumentan.

Cuando se considera conjuntamente tanto la evolución relativa de los distintos tejidos en el transcurso del crecimiento como la de sus componentes la conclusión que surge con toda claridad es la siguiente: A lo largo del crecimiento normal aumenta la concentración de grasa y disminuye

la de proteína, agua y minerales en la masa total del cuerpo. Esto lleva consigo una variación en el contenido de energía por unidad de peso corporal, que aumenta progresivamente. En relación al cuerpo sin grasa (cuerpo magro), las proporciones de proteína y cenizas varían disminuyendo la de aquella y aumentando la de estas hasta un momento a partir del cual las proporciones se mantienen más o menos constantes (KIRTON, 1959; REID, 1968a; LOHMAN, 1971 y ROBBINS y col., 1974).

Se han determinado los coeficientes de variación de los distintos componentes químicos en relación con el cuerpo entero y el cuerpo magro, influyendo la variación debida a errores microbiológicos y técnicos. En el cuerpo entero el coeficiente de variación de la grasa es muy alto. En el cuerpo magro el coeficiente de variación del agua oscila entre 1 y 3,5% en el caso del ganado porcino, vacuno y lanar, correspondiendo a los últimos los valores más bajos (LOHMAN, 1971). El coeficiente de variación del nitrógeno es de 12,2%, 7,1% y 4,1% para las tres especies citadas REID, 1968a). En relación al cuerpo seco y magro la variación del tanto por cien de nitrógeno y cenizas es mucho menor.

3.1.9. Factores que actúan sobre la variación de la composición corporal.

La especie, la raza, el sexo y los factores ambientales y de manejo afectan a la composición corporal; en unos casos, ya desde la formación del embrión y en otros, en momentos distintos del desarrollo.

En cuanto a la especie, TULLOH (1963) y REID (1968a) han recopilado numerosos datos acerca de la composición corporal en óvidos, bóvidos y cerdos. Los resultados reflejan las netas diferencias existencias entre las especies en lo referente a la proporción de tejidos y componentes químicos y las relaciones entre ellos.

Por lo que respecta a la raza, su influencia sobre la composición corporal no resulta tan neta aunque ha sido comprobada por numerosos autores. GHARAYBEH, y col. (1969) y FOURIE y col. (1970) han presentado datos demostrativos de las diferencias raciales en cuanto a la proporción de los distintos tejidos y piezas comerciales en ganado ovino. REINOLDS y col. (1968), REID y col. (1968a, b) y LOHMAN (1971) han puesto de manifiesto que en el caso del ganado ovino y del ganado vacuno la influencia de la raza es patente especialmente en lo que respecta a la acumulación de grasa. Las diferencias entre animales del mismo peso vivo vacío, pueden llegar a ser de un 50%. Sin embargo por lo que respecta al cuerpo magro la variación de origen racial es muy reducida o incluso nula, es decir, la raza apenas ejerce influencia sobre los componentes distintos a la grasa. Por lo que respecta al ganado lanar los resultados obtenidos por RATTRAY (1973) confirman plenamente este aserto.

Las variaciones en la composición corporal debidas al sexo son más o menos amplias según la especie y la raza de que se trate. La influencia del sexo se manifiesta casi exclusivamente en lo que respecta a la deposición de grasa (y energía) debido a que las hembras y los machos castrados se engrasan antes y más intensamente que los machos enteros (REID, 1968a y LOHMAN, 1971). Según GHARAYBEH y col. (1969) en general los machos tienen la cabeza, las extremidades y los huesos más pesados que las hembras. PALSSON y VERGES (1952), KINSMAN (1967), FOURIE, y col. (1970), OSMAN, 1970 y RAY y KROMAN (1971) llegan a similares conclusiones. De acuerdo con FOURIE las diferencias en el contenido graso del cuerpo entre los sexos se establecen muy precozmente en el ganado lanar -en el que resultan detectables ya a los 5 Kg de peso vivo- y se van acentuando en el transcurso del crecimiento corporal. Por el contrario MORGAN (1972-73) no encuentra diferencias significativas hasta superado cierto peso (25 Kg en óvidos) a partir del cual la proporción de grasa (y energía) es mayor en las hembras y por tanto menor las de proteína y agua.

En todas las especies, en todas las razas y para todos los pesos existe una relación inversa entre el contenido de agua del organismo y el grado de engrasamiento. Esta relación no es afectada por el sexo ni por la castración, de tal manera que permanece constante en machos y hembras (REID, 1968).

El interés máximo de los trabajos sobre composición corporal se ha centrado en el punto más polémico: la relación entre la composición corporal, la edad y el peso del animal por una parte y el efecto de la nutrición sobre la composición por otra.

Varios autores se han ocupado de estos temas, aparte de las escuelas de pensamiento de

HAMMOND y REID de cuyas teorías ya hemos hablado. A continuación citamos a los autores que creemos llegan a conclusiones de mayor interés al respecto.

ELSLEY y col. (1964) aseguran que la mayor parte de los cambios que se atribuyen al efecto de la nutrición, son debidos a la variación en la deposición de grasa. Hay pocas desviaciones de importancia en el crecimiento del hueso y del músculo.

GARDNER y col. (1964) observan que la composición corporal de los corderos no cambia significativamente al hacerlo el nivel de ingestión de leche.

REYNOLDS y col. (1968), por el contrario, detectan variaciones significativas debidas a la dieta en cuanto al contenido de grasa, agua, proteína y cenizas en el cuerpo de corderos de cuatro razas distintas.

En el estudio que ROBINSON (1971) realiza en torno a la base celular de los cambios en la composición corporal llega a la conclusión de que la deposición de proteína en el cuerpo es directamente proporcional al crecimiento de peso vivo vacío independientemente de las restricciones nutritivas. El efecto del crecimiento sobre el tejido graso se refleja en un progresivo incremento de éste a expensas del agua corporal.

Según FOWLER (1968) es posible que el momento en que el crecimiento del músculo puede ser influido permanentemente sea anterior en la vida del animal a la edad en que normalmente se realizan las pruebas de alimentación. Esto explicaría el que las restricciones nutritivas afecten sólo a la proporción del tejido graso. Restricciones drásticas en el período prenatal y primeras etapas del período postnatal sí parecen afectar al desarrollo muscular.

En experimentos realizados con corderos sometidos a distintos planos nutritivos MORGAN (1972, 1973) ha puesto de manifiesto que el contenido de grasa y energía, expresado en relación al peso seco de la canal, es superior en aquellos animales que han sido sometidos a una alimentación restringida.

CRADDOCK y col. (1974) aportan resultados que indican que la composición de la canal de corderos, criados con dietas de distintos niveles de proteína y energía, desde los cuatro meses de edad hasta que alcanzan 60 Kg de peso, no presenta diferencias significativas. Los distintos niveles de energía afectarían a la deposición de grasa sobre el *longissimus dorsi*, es decir, se reflejan en la cantidad de grasa visible pero no en la composición química. Su interpretación es coincidente con las teorías de REID y su escuela.

Por su parte ORSKOW y ROBINSON (1972), operando con datos obtenidos en experimentos con corderos alimentados con dietas de distintos niveles de proteína, señalan que a igualdad de peso el contenido graso de la canal es superior en aquellos animales que recibieron las dietas más pobres en proteína.

Sin embargo, muy recientemente RATTRAY y col. (1974) concluyen que la relación de la composición química con el peso del cuerpo vacío y de la canal, no varía con el tratamiento nutritivo.

3.1.10. Medida de las variaciones en la composición corporal.

De todo lo anteriormente expuesto destaca a nuestro juicio que los dos factores más relevantes entre todos aquellos que afectan a la composición corporal son la edad y el peso del animal pues a ellos, de un modo o de otro, se hace continua referencia en casi todos los trabajos. Creemos que ello tiene una explicación lógica si tenemos en cuenta que el peso es una magnitud que, en condiciones normales, está en íntima dependencia con el complicado proceso biológico que representa el crecimiento, el cual a su vez inevitablemente tiene una dimensión temporal.

La utilización del peso corporal como base de referencia para comparar el contenido en componentes químicos o tisulares de animales de diferente constitución genética o sometidos a distintas dietas, parece más correcta a la luz de las conclusiones de WALLACE, TULLOH y col., ya citados.

De acuerdo con estos autores, cuando el peso de un componente se expresa en tanto por cien del peso total de la canal o del peso vivo vacío, no se ve afectado por el nivel de alimentación que se proporciona al animal. La relación entre el peso corporal y los componentes es tan estrecha que el 95,6-99,3% de la variación en el contenido de estos, según REID (1968), corresponde a la variación en el peso corporal. Según JAGUSH (1970) la variación en el peso corporal es responsable del 99% de la variación en el contenido en agua, 76% de la grasa, 95% de la proteína y 74% de las cenizas.

Como ya hemos destacado anteriormente, las variaciones en el contenido de los distintos componentes químicos guardan relaciones entre sí. Así por ejemplo, la grasa y el agua guardan una relación inversa. Según REID (ibíd.), del 97,4 al 98,2% de la variación en el contenido graso está asociada con la variación en el componente acuoso, por lo que se puede predecir uno conociendo el otro.

El peso de los componentes químicos del cuerpo aumenta de forma rectilínea al hacerlo el peso corporal hasta un momento, que REID sitúa cuando el nivel de grasa en el cuerpo alcanza el 31%, a partir del cual la cantidad de grasa y por tanto la de energía, aumenta de forma creciente mientras que la del agua y la de proteína lo hacen en forma decreciente.

Los cambios en la composición corporal pueden describirse de modos muy diversos en relación con la edad o el peso del animal. TULLOH (1963) y SEEBECK (1966) enumera algunas de las expresiones más utilizadas en la bibliografía de los estudios del crecimiento.

a) El peso de una parte puede expresarse como tanto por cien del peso corporal, a distintos pesos o edades.

b) Puede evidenciarse un cambio comparando los porcentajes en peso de un mismo componente, con relación al peso corporal, a dos edades o pesos distintos.

c) La variación en un componente puede hacerse manifiesta expresándolo como porcentaje de ese mismo componente a una edad o peso previo. Para ambos suele utilizarse el momento del nacimiento como referencia.

d) Los datos sobre la variación de un componente obtenidos de cualquiera de las tres formas citadas anteriormente, pueden a su vez relacionarse con los correspondientes a una parte o componente que se toma como base de referencia (en lugar del peso corporal). La parte o componente que se elige como standar de referencia es una de aquellas que experimente menores cambios a través de la vida postnatal.

e) La magnitud (por ejemplo el peso, la longitud, etc.) de una parte, se representa gráficamente en relación con la misma magnitud de otra parte o bien en relación con el peso corporal o en relación con la edad. Tal representación puede hacerse a escala aritmética o a escala logarítmica.

Evidentemente las relaciones que definen los cambios en la conformación y composición corporal pueden expresarse también matemáticamente en forma de ecuaciones.

Cuando las variables están relacionadas de forma lineal (al menos en las primeras etapas del crecimiento), la ecuación es del tipo:

$$y = a + b x$$

Donde, a y b son constantes; x e y son las partes del cuerpo que se relacionan (por ejemplo el peso del corazón, y , en función del peso corporal, x).

Esta ecuación es utilizada por ejemplo por REID (1968) y JAGUSH (1970) y es la que sirve generalmente para relacionar la proporción de cada componente y de la energía almacenada (y) en función del peso corporal (x).

Desgraciadamente las relaciones entre las partes, órganos y tejidos raramente son lineales cuando se considera una gama amplia de pesos corporales, especialmente en el caso de que se incluya en el estudio el momento del nacimiento o los períodos próximos a él. Para tales casos se ha propuesto la ecuación alométrica asociada con el nombre de HUXLEY que la propuso en 1932, si bien es cierto que expresiones análogas habían sido propuestas por diversos estudiosos del crecimiento desde finales del siglo pasado. La forma de esta ecuación es, como ya hemos dicho anteriormente:

$$y = b x^k$$

Donde y es el tamaño del órgano o parte, x es el tamaño del cuerpo y b y k son constantes.

Como variable independiente en estas ecuaciones debe escogerse la magnitud más oportuna en cada caso, de modo que la relación con las variables dependientes sea lo más íntima posible. Así por ejemplo, para estudiar la composición en partes anatómicas o componentes químicos del cuerpo se utiliza como variable independiente el peso corporal, en tanto que cuando se trata de la composición tisular de la canal se utiliza el peso de ésta como variable independiente.

Si uno de los componentes (por ejemplo la grasa), presenta además de la variación correspondiente al peso corporal, una variación considerable debida a otros factores (como la nutrición), la

variable independiente con que se relacionan los demás no debe incluir a este componente (sería en este ejemplo el peso del cuerpo magro en lugar del peso corporal) según ELSLEY y col. (1964). SEEBECK (1968) está de acuerdo con que se haga esta exclusión siempre que ello no afecte a la relación entre los componentes. Como es lógico al establecer relaciones de cualquier tipo hay que tener en cuenta primordialmente que la comparación que se establezca tenga sentido desde el punto de vista biológico.

3.2. *El crecimiento en el ganado lanar.*

Los estudios del crecimiento en la especie ovina son muy numerosos por dos razones principales a nuestro juicio. En primer lugar porque esta especie aporta una contribución importante al total de la producción cárnica mundial y esta producción de carne está directamente relacionada con el crecimiento y la composición corporal. En segundo lugar es una especie muy adecuada para la experimentación de nuevos métodos y técnicas dado que el precio por cabeza es relativamente bajo y sus ciclos biológicos relativamente cortos. De hecho, muchas de las investigaciones clásicas que han servido para la formulación de los principios básicos del crecimiento se han realizado en esta especie.

Los primeros trabajos de HAMMOND ya indicaban que el valor cárnico del animal no se refleja exactamente en la conformación, el peso vivo e incluso el peso a la canal, debido al efecto de diversos factores sobre el desarrollo diferencial del organismo. Posteriores trabajos han rebatido algunos de sus supuestos pero, en cualquier caso, sus estudios estimularon la investigación posterior, que trataba de esclarecer el efecto de esos factores y la posibilidad de predecir indirectamente la composición del cuerpo en todo momento del desarrollo.

El crecimiento del cordero ha sido estudiado (en razas como la Suffolk, Cheviot, Border Leicester y sus cruces) por HAMMOND (1932), WALLACE (1948) y PALSSON y VERGES (1952) por medio de la disección y prestando especial atención a las partes de interés comercial y los tejidos mayoritarios.

De acuerdo con estos autores, en el feto, que muestra un crecimiento importante en peso sólo a partir del día 64 de la gestación, se desarrollan a un mismo ritmo hasta el día 140, la canal (con cabeza y extremidades) y las vísceras; a partir de este momento las vísceras aumentan en peso más rápidamente de modo que al nacimiento están más desarrolladas que la canal.

En cuanto a la composición tisular establecieron los siguientes hechos: el tejido nervioso es el más precoz, el tejido óseo presenta dos etapas de crecimiento acelerado, una al comienzo de la vida fetal que coincide con el desarrollo de la calavera y otra en los dos últimos meses de la gestación debido al crecimiento de las extremidades.

Sus trabajos pusieron de manifiesto que a lo largo del crecimiento postnatal es cuando en el animal se desarrollan las partes y tejidos de mayor interés productivo con lo cual aumenta el rendimiento de la canal. Al mismo tiempo, el crecimiento heterogónico de aparatos, como el digestivo, conduce a un desarrollo máximo sucesivo de las porciones del tracto que en cada etapa soportan el peso de la función digestiva.

La totalidad de los cambios que se producen en la composición anatómica en la oveja responde al esquema general ya descrito, y su velocidad varía mucho con la raza, debido a las diferencias notables en el momento en que alcanzan la madurez.

En 1958 y 1959 BARTON y KIRTON en una serie de trabajos con la raza Romney, en los que utilizaron técnicas de disección, medidas de la densidad de la canal y el análisis químico, confirman los resultados de experiencias anteriores. La proporción de hueso y de músculo desciende al mismo tiempo que se incrementa la proporción de grasa, al aumentar el peso vivo y el peso de la canal. Estos pesos y los de algunas piezas de la canal parecen ser buenos índices de la composición tisular de la misma. En óvulos de todo tipo (fetos, corderos recién nacidos, ovejas gestantes y vacías), comprueban estos autores que la composición de la canal magra permanece prácticamente constante. Así mismo, relacionan la composición del cuerpo y de la canal llegando a la conclusión de que las dos diferencias más destacadas radican en que el cuerpo, como un todo, tiene un contenido mayor de grasa que la canal correspondiente, en tanto que lo contrario sucede respecto al contenido mineral (cenizas).

En Canadá, SLEN y BANKY (1961) estudian el incremento en peso desde el nacimiento hasta los 428 días en óvulos de la raza Corriedale. Los pesos al nacimiento de los corderos únicos y los

gemelos son significativamente diferentes y lo mismo sucede entre machos y hembras, resultando lógicamente superior el de los corderos de parto único sobre los gemelos y el de los machos sobre las hembras. La diferencia ponderal entre los sexos se mantiene a todas las edades.

En Francia, BOCCARD y DUPLAN (1961) realizan experimentos en los que comparan la composición corporal de corderos que, con distinta velocidad de crecimiento, alcanzan los 17.5 Kgs de peso a la canal. Las proporciones de las regiones corporales no son significativamente diferentes aunque sí lo son las de los tejidos; los corderos de crecimiento rápido tienen menos tejido muscular y más tejido adiposo, en comparación con los de crecimiento lento.

En 1962 MITCHELL estudia el crecimiento en los corderos, desde el nacimiento hasta los 18 meses de edad, comprobando que la ecuación de BRODY es aplicable en la predicción de la composición química de la ganancia en peso.

En California MEYER en el mismo año utiliza datos relativos a la densidad y el peso de la canal y los pesos inicial y final del animal vivo, con los que obtiene ecuaciones de predicción de la composición química.

Por su parte ULYATT y BARTON, (1963) establecen múltiples relaciones entre los componentes químicos y anatómicos trabajando con corderos de ambos sexos.

A su vez TULLOH (1963), a partir de los datos de otros autores, relativos a razas como la Suffolk, Southdown, Welsh, Cheviot, etc., sugieren que la composición tisular de la canal de los óvulos está más relacionada con el peso corporal que con la edad y el tratamiento nutritivo. Tomando como base el peso vivo vacío de hembras y machos castrados, propone ecuaciones que permiten predecir la composición de la canal en cuanto a sus tejidos principales y que se ajustan bien a los datos procedentes de animales de diversas razas, edades, producciones e historial nutritivo. Este autor observó que más del 93.3 % de la varianza del logaritmo del peso del hueso, el 98 % en el caso del peso del músculo y del 88 % al 97 % en el caso de la grasa, estaba asociada con la variabilidad en el logaritmo del peso vivo vacío. Al aumentar el peso vivo vacío, aumenta la proporción de grasa en la canal mientras que la de músculo permanece prácticamente constante y la de hueso desciende.

El efecto del tratamiento nutritivo sobre la composición corporal en corderos lactantes fue estudiado en 1964 por GARDNER y col. que administraron leche a niveles distintos de ingestión a corderos sacrificados a los 90 días de edad. No hay diferencias significativas en la composición corporal entre grupos, aunque se observa un mayor contenido en grasa y menor en agua en los corderos criados a un nivel de alimentación más alto.

KINSMAN (1967) utiliza 128 corderos, machos y hembras, sometidos a la misma dieta hasta el momento del sacrificio. Un grupo de corderos es sacrificado a los 36.3 kg. y otro grupo a los 45.4 Kg. de peso vivo. El autor determina y analiza estadísticamente una amplia serie de características en los animales y llega a las siguientes conclusiones: los corderos de menor peso vivo al sacrificio tienen, comparados con los de mayor peso vivo, un mayor peso vivo y mayor peso de la canal por día de edad y también menos grasa visible, al mismo tiempo que el rendimiento de la canal es menor. Los corderos machos tienen, comparados con las hembras, mayor peso vivo y de la canal por día de edad, menor contenido en grasa y menor rendimiento de la canal.

Más recientemente, RUSSEL y col. (1968) trabajando con la raza Scottish Blackface, demuestran la posibilidad de utilizar el contenido en componentes químicos de la canal o del cuerpo para predecir la composición tisular de la canal y la proporción relativa de diversas partes y tejidos del cuerpo (peso vivo vacío, grasa subcutánea, etc.). Así mismo estos autores establecen las ecuaciones de predicción, basadas en los datos del peso del cuerpo vacío para el contenido de agua y grasa del cuerpo.

En este mismo año, en U.S.A., REID y col. realizan una importante contribución al esclarecimiento de los problemas relacionados con el desarrollo en los óvulos. Para ello estudian en primer lugar (1968a) la composición corporal de animales machos castrados de diversas razas (Suffolk, Hampshire, Corriedale, Shropshire, además de algunos cruces). Las conclusiones, a nuestro juicio más importantes, que los autores derivan de los resultados obtenidos son:

1.-Existe una íntima relación entre las proporciones de agua y de grasa en el cuerpo, relación que no difiere de unas razas a otras.

2.-Al aumentar el peso corporal, la edad y el contenido en grasa, la proporción de agua desciende en el cuerpo magro mientras aumenta la de proteína y cenizas.

3.—Como en otros trabajos de los mismos autores queda patente que existe una estrecha relación entre el peso de los componentes químicos y el peso corporal, de modo que aquel aumenta de forma rectilínea al aumentar éste hasta que el contenido de grasa en el cuerpo llega a ser del 31 %. Cuando el contenido en grasa es superior al 31 %, el peso de la grasa y la cantidad de energía contenida en el cuerpo aumenta con ritmo creciente, mientras que el peso del agua y el de la proteína lo hacen con ritmo decreciente, de modo que la relación entre el peso de los componentes y el peso del cuerpo se hace curvilínea.

4.—El contenido de los componentes químicos es diferente en las distintas razas a igualdad de peso y además estas diferencias aumentan al hacerlo el peso corporal.

5.—En los óvidos los diferentes tratamientos nutritivos no afectan a su composición corporal, ni al contenido en energía, independientemente de la variación en el peso corporal siempre que los animales estén en equilibrio energético.

Los mismos autores en un trabajo posterior (1968b), continúan el estudio de la composición corporal revisando y analizando los datos propios y los de varios otros autores con lo que llegan a conclusiones similares a las ya citadas.

REYNOLDS (1968) lleva a cabo, también en U.S.A., un experimento con corderos machos de varias razas (Hampshire, Targhee, Suffolk y Dorset) y los mestizos de cruces entre ellas y otras (Merino, Shropshire, etc.). Este autor analiza la composición química de la canal de los corderos sometidos a distintos tratamientos nutritivos. Los resultados obtenidos indican que tanto la raza como el tratamiento nutritivo afectan significativamente a las proporciones de agua, cenizas, proteína y grasa, en la canal.

GHARAYBEH y col. (1969) utilizan machos y hembras Merino y Border Leicester X Merino, de nueve meses de edad, para estudiar la composición corporal. Para ello disecan media canal y analizan el resto. De acuerdo con los resultados de REID y col. (1968), los obtenidos en el trabajo de que tratamos, indican que la proporción de las partes del cuerpo, la proporción de los tejidos disecables de la canal y el contenido de los componentes químicos, guardan una relación lineal y estrecha con el peso vivo vacío. Algunas de estas relaciones difieren de unas a otras razas, o entre los sexos.

BURTON y REID (1969) llevan a cabo un experimento con machos castrados de la raza Shropshire, en el que tratan de establecer el efecto de la edad, del incremento en peso corporal y de distintos niveles de energía en la dieta sobre la composición corporal. Estos autores llegan a la conclusión de que la composición corporal de los animales que se mantienen en balance positivo de energía no se ve afectada por el nivel de ingestión y energía, con independencia del efecto producido en la masa corporal. Con los resultados obtenidos, además de consolidar algunas otras afirmaciones hechas en trabajos anteriores, dichos autores formulan ecuaciones de predicción de la composición corporal utilizando el peso del cuerpo vacío o este dato y la edad del animal, como variables independientes.

En 1970 SEARLE obtiene datos relativos a la composición corporal de óvidos de distintas edades a partir de los tres días de edad, por medio del sacrificio y análisis de muestras del cuerpo y por el método de dilución de agua tritiada. Sus resultados indican que la relación entre el contenido de grasa y el de agua corporales, expresados como tantos por cien del peso corporal, es constante a distintas edades, aunque el contenido en grasa varíe de un 2,8% a un 33,8%. Los mayores cambios tienen lugar en los primeros nueve meses de la vida del animal. La proporción de agua en este período desciende desde 77,2% hasta el 73,0% mientras que las proporciones de proteína aumentan desde un 18,8 a un 21,0% y las de cenizas lo hacen desde un 3,9 a un 5,8%. El contenido proteico del cuerpo seco y magro desciende de 82,5% a 77,2%.

FOURIE y col. (1970) en su estudio en torno al crecimiento y desarrollo de los óvidos, se ocupan del efecto de la raza y el sexo en la composición de la canal, en las razas Southdown y Romney y en sus cruces. La raza y el sexo ejercen una clara influencia en el peso corporal de los animales a distintas edades (desde una a ochenta semanas) y en la ganancia diaria en peso. Los autores establecen una relación de los coeficientes de crecimiento alométrico que relacionan el crecimiento de los componentes de la canal, individualmente, con el crecimiento de la canal como un todo. Estos coeficientes son diferentes, en las distintas razas. Las diferencias entre los sexos aumentan al hacerlo el peso corporal y se deben fundamentalmente al mayor contenido de grasa en la canal de las hembras.

GRAHAM (1970) resume los estudios realizados por el Agricultural Research Council en torno

a las necesidades nutritivas de los rumiantes en crecimiento y a la composición química del ganado lanar. Los resultados de estos trabajos permiten al autor deducir que la composición corporal está íntimamente relacionada con el peso corporal y no tanto con la edad del animal, si bien esta relación puede verse afectada por la raza y por el tratamiento nutritivo, especialmente en lo que se refiere al contenido en grasa y energía. Graham hace la observación de que la relación entre el contenido de grasa y el de proteína en la ganancia en peso, es de 1:1 desde el nacimiento, hasta que el animal alcanza aproximadamente los 15 Kgs. de peso. Esta relación se hace progresivamente más amplia hasta estabilizarse en una zona próxima a 7:1, cuando el peso del animal sobrepasa los 30 Kgs.

En 1970, LAMBUTH y col. y JAGUSCH y col. estudian, en corderos de raza australiana, los cambios en la composición corporal correspondientes al incremento de peso del animal. Para ello, los primeros autores, sacrifican animales a distintos pesos vivos (36, 45 y 54 Kgs.) y obtienen los datos de la composición de la canal relativos a las partes comerciales y ciertas unidades anatómicas, comprobando que a un mayor peso al sacrificio corresponde una mayor proporción de grasa y una menor proporción de partes comestibles y de hueso.

Por su parte JAGUSCH y col. sacrifican los corderos a tres edades distintas y llegan a las siguientes conclusiones relativas a la composición corporal química: las proporciones de sustancia seca y de grasa aumentan al hacerlo el peso del animal mientras que las proporciones de agua y de cenizas disminuyen y la de proteína se mantiene constante. Estos autores basándose en sus resultados, proponen ecuaciones de predicción de la composición química del cuerpo y por otra parte encuentran que existe una correlación muy significativa entre el peso vivo y el peso vivo vacío. También determinan directamente, por medio de la bomba calorimétrica, la energía bruta de los distintos tejidos corporales.

RATTRAY y col. (1973) con un trabajo realizado utilizando corderos mestizos Finn X Targhee, además de confirmar la existencia de diferencias interraciales en la composición corporal, hacen otras aportaciones relativas al tema que nos ocupa. Según estos autores, la canal, tiene menor contenido de agua, mayor contenido de grasa (y energía) y de cenizas y aproximadamente el mismo de proteína, que el cuerpo vacío.

A partir de sus propios datos, estos autores establecen ecuaciones que son expresión matemática de las relaciones siguientes: entre el contenido de agua y el de grasa en el cuerpo vacío; entre el contenido de proteína y el peso del cuerpo magro y finalmente, entre el peso vivo vacío, el peso en ayunas y el peso de la canal.

En 1974 CRADDOCK y col. obtienen resultados similares a los de REID y col. (1968), relativos al efecto que tienen los distintos niveles de energía y de proteína en la dieta suministrada a los animales sobre la composición de la canal. En este trabajo los autores utilizaron corderos machos de raza Western Whiteface.

Naturalmente, se ha realizado un número muy considerable de estudios que versan sobre diversos aspectos de crecimiento en el ganado lanar, cuya referencia haría esta exposición excesivamente prolija. Creemos sin embargo que nuestra recopilación abarca los puntos principales que han sido objeto de investigación y las líneas y escuela de pensamiento que más amplia repercusión han tenido en la bibliografía.

3.3. MÉTODOS UTILIZADOS EN LA INVESTIGACIÓN DEL CRECIMIENTO Y DE LA COMPOSICIÓN CORPORAL.

De conformidad con el criterio que venimos siguiendo, resulta claro que el concepto de la composición corporal puede estudiarse de dos maneras distintas aunque desde luego no contradictorias. Por una parte podemos considerar el cuerpo como integrado por tejidos y por tanto su composición vendría dada por la proporción relativa de cada uno de ellos; este es el enfoque histológico del problema. En la práctica, la cuestión se simplifica limitándose a la determinación de los tejidos más importantes cuantitativamente entendidos en un sentido amplio, el hueso, el músculo y el tejido graso.

Por otra parte, la composición corporal puede referirse a los constituyentes químicos que integran el cuerpo, lo que en la práctica se interpreta, también con un criterio amplio, que se corresponde con el interior, es decir, cenizas, proteína, grasa y agua. Dado que entre los constituyentes que se consideran tanto desde el punto de vista histológico como desde el punto de vista químico, existen correlaciones muy elevadas y significativas, los datos obtenidos se comple-

mentan para dar una visión más completa de la composición corporal, especialmente cuando está referida a la canal, lo que en los animales domésticos es de una importancia evidente.

Para el estudio de la composición corporal se han utilizado dos clases de métodos: directos e indirectos. Los métodos directos se basan en la disección o en el análisis químico del cuerpo de los animales después de su sacrificio. Por el contrario los métodos indirectos son aquellos que no exigen el sacrificio previo del animal y en ellos la composición del cuerpo se estima a partir de otros datos o valores que pueden determinarse «in vivo» y con los que aquéllos están correlacionados. Resulta bastante evidente que el desarrollo de un método indirecto exige, al menos en su fase inicial, la utilización simultánea de un método directo para comprobar los resultados y la bondad de las ecuaciones de regresión propuestas.

PEARSON en 1963 hace una breve historia de los métodos utilizados en la determinación de la composición corporal y un estudio crítico de los mismos señalando sus ventajas e inconvenientes. La importancia de algunos de ellos ha variado desde esa fecha en virtud de las nuevas técnicas de que se dispone. Los métodos directos que implican el sacrificio proporcionan la mayor exactitud en los datos pero son normalmente costosos y laboriosos. Los métodos indirectos son en algunos casos costosos, en otros laboriosos y siempre requieren un control inicial con utilización paralela del método directo con sacrificio de los animales, como ya hemos dicho. En cuanto a la exactitud de los datos que proporcionan, es muy variable.

A continuación haremos una enumeración y breve descripción de los métodos que con mayor frecuencia han sido utilizados.

3.3.1. Métodos indirectos.

Los que han sido más empleados hasta el momento se pueden clasificar de la forma siguiente:

- Métodos biométricos.
- Métodos basados en la densidad corporal.
- Métodos basados en los espacios de difusión.
- Métodos basados en la medida de elementos que forman parte de un componente corporal en una proporción constante.
- Métodos basados en la excreción de productos del metabolismo.

Métodos biométricos

Las medidas más utilizadas han sido el peso vivo del animal, el peso vivo vacío y el peso de la canal. Desde que TULLOH (1963) demostró la estrecha relación que existe entre el peso y la composición corporal, múltiples autores han abundado en ello y formulado ecuaciones que definen matemáticamente esta relación (GARDNER, 1964; RUSSEL, 1968a y b; FIELD, 1968; REID y col. 1968; JAGUSH y col. 1970 y OSMAN, 1970). El peso es un buen índice de la composición corporal, especialmente en los animales en crecimiento. Sólo algún otro método indirecto, como el de dilución de agua tritiada, puede utilizarse con la seguridad de obtener datos más exactos, según REID y col. (1968a) y JAGUSH y col. (1970). Como existen variaciones debidas a la raza y al sexo, GHARAYBEH y col. (1968) señalan la necesidad de conocer, para cada tipo concreto de animales, la relación que guarda el peso corporal con las variables que se desea determinar.

La exactitud de la predicción puede aumentarse utilizando además del peso, otros datos que se obtengan del animal vivo, tales como medidas de longitud, perímetros etc.

Sin embargo las estimaciones de la composición corporal, basadas exclusivamente en medidas de longitud, espesor, etc., han demostrado ser poco útiles, incluso las que se obtienen referentes a las dimensiones de los depósitos grasos utilizando técnicas de ultrasonido.

Algo similar sucede cuando estos métodos son aplicados a la determinación de la composición de la canal, si bien los resultados en este caso son más correctos pues se evita el error correspondiente a la variación del contenido gastroentérico, muy importante en los rumiantes.

En este contexto no podemos dejar de citar una serie de métodos, que se han desarrollado para estimar la composición de la canal a partir de datos relativos a una de las partes o piezas de la misma fácilmente asequibles.

Métodos basados en la densidad corporal.

Se fundamentan en el hecho de que la densidad de la grasa es considerablemente menor que la de los demás componentes del cuerpo. Por ello la densidad del cuerpo es tanto menor cuanto mayor sea su contenido en grasa.

Cuando se aplica «in vivo» este método, resulta adecuado para el hombre, pero nada fácil de llevar a cabo con animales, pues requiere la medida del volumen corporal. Por otra parte también es necesario el conocimiento previo de la relación entre la densidad corporal y el contenido en lípidos (DUMONT, 1958).

La densidad se determina fácilmente en el animal muerto y varios autores lo han hecho en la canal o sus partes (KIRTON y BARTON, 1958; GARRET y col. 1959; MEYER, 1962; OSMAN y col., 1970). Según MEYER, la densidad de la canal es un buen índice del contenido graso. Por el contrario los resultados de OSMAN y col., en el trabajo antes citado, indican que si bien la densidad está negativamente correlacionada con la grasa y positivamente con el contenido en proteína, ceniza y humedad de la canal, el error de las ecuaciones de predicción es lo suficientemente grande como para que el método no se emplee en la práctica.

Métodos basados en los espacios de difusión.

Derivan de la observación de que las relaciones existentes entre los componentes corporales se mantienen prácticamente constantes para una especie, raza y sexo determinados. El agua y la grasa guardan una relación inversa. El contenido en agua del cuerpo magro disminuye rápidamente a partir del nacimiento hasta alcanzar un nivel relativamente constante a una edad característica para cada especie (PANARETTO, 1962). Por el contrario los porcentajes de proteína y cenizas permanecen constantes a lo largo de todo el crecimiento postnatal, cuando se expresan en relación del peso del cuerpo seco y magro (REID y col. 1968).

Conocida la proporción del agua del organismo es posible calcular las de la grasa, la proteína, las cenizas y el contenido energético. La predicción puede mejorarse utilizando además otras variables independientes, tales como el peso corporal.

La estimación del contenido acuoso puede hacerse para el cuerpo vacío (sin el contenido del aparato digestivo) y para el cuerpo intacto. En el primer caso, las dificultades radican en que el volumen de agua en el aparato digestivo sólo puede conocerse «in vivo» por medio de estimaciones también indirectas. En el segundo caso, se incluye el contenido de agua del aparato digestivo, que en los rumiantes es considerable y muy variable. En otras especies puede reducirse privando a los animales de la bebida durante aproximadamente 24 horas antes de proceder a las pruebas.

Los métodos de difusión consisten generalmente en la inyección de una cantidad conocida de una sustancia difusible en el agua y la obtención de muestras de la fase hídrica del cuerpo transcurrido un lapso de tiempo. A partir de la concentración del indicador en la muestra puede calcularse el volumen total del agua corporal.

Las sustancias difusibles o indicadores, deben cumplir las siguientes condiciones según DUMONT (1958):

- a) Difundirse de forma homogénea y rápida en el agua extracelular e intracelular del organismo.
- b) Eliminarse muy lentamente para permitir un registro exacto de la sustancia una vez que ha alcanzado el máximo de difusión.
- c) No ser metabolizable por el animal, ni sufrir alteraciones en su paso por el organismo.
- d) No ser nociva.
- e) Ser de dosificación y análisis cuantitativo precisos y fáciles.

A continuación reseñamos las sustancias preferentemente utilizadas como indicadores del espacio de difusión.

Antipirina (AP).

En 1950 se inician los trabajos con dilución de AP en el hombre (SOBERMAN, 1950) y esta técnica se aplica más tarde al estudio de la composición corporal en perros, conejos (PANARETTO, 1962), cabras (PANARETTO, 1963), bóvidos (KRAYBILL, 1951; WELLINGTON, 1956; REID 1957; WHI-

TING, 1960; PANARETTO, 1963) y en óvidos (DUMONT, 1955 y 1958; GARRET, 1959; BENSADOUN, 1963 y PANARETTO, 1964).

La AP no es sustancia tóxica a las dosis normales en estos experimentos y su dosificación es sencilla, por espectrofotometría, pero presenta varios inconvenientes. El mayor de ellos es que el organismo la metaboliza con lo que desde su introducción desciende la cantidad retenida en el cuerpo. Esto obliga a realizar correcciones e implica cierto error. Su difusión no es homogénea; por otra parte puede unirse a las proteínas del plasma y es débilmente soluble en los lípidos. Estas particularidades hacen que los valores que proporcionan adolezcan de un error considerable al compararlos con los proporcionados por el método directo de análisis químico de la composición corporal.

En resumen, la AP resulta ventajosa por su pequeño coste y su fácil manejo, pero su interés es muy limitado para especies (como la ovina) en que la velocidad de desaparición en el cuerpo es rápida.

4-Amino-antipirina.

Ha sido utilizada por Dumont en el trabajo citado y presenta algunas ventajas sobre la AP, pero no ha sido suficientemente estudiada.

N-Acetil-amino-antipirina.

Su uso fue propuesto por BRODIER y col. en 1951 y ha sido estudiada posteriormente por REID (1957), DUMONT (1958), WHITING (1960), BENSADOUN, (1963) y PANARETTO, (1963).

Frente a la AP presenta algunas ventajas: se une sólo débilmente a las proteínas plasmáticas, se metaboliza muy lentamente (al menos en rumiantes), su difusión es más homogénea y su dosificación más sencilla.

La mayoría de los autores coincide en que es útil para calcular el agua del cuerpo vacío, pues se difunde muy lentamente en el rumen, pero no parecen conseguirse resultados óptimos en el estudio de la composición corporal.

Agua pesada u óxido de deuterio.

El agua pesada presenta condiciones óptimas para ser utilizada como indicador de los espacios de difusión, en virtud de sus propiedades químicas y biológicas comunes con las del agua ordinaria. Tiene la misma distribución, por tanto, que el agua y su intercambio en el cuerpo es similar, no siendo tóxica en pequeñas dosis. Frente al tritio tiene la ventaja de no ser radioactiva evitándose los problemas que plantea la eliminación del cuerpo de los animales y sus excretas, sin embargo, tiene dos inconvenientes: el coste elevado del deuterio y la dificultad de su determinación, que ha sido realizada hasta ahora por medio de la crioscopia (REASER, 1958; GRAYSTONE y col., 1967; IWALSH y col., 1968), el análisis por gota pendiente (ya desechado), de la absorción de infrarrojos (FOOT, 1970 y HOUSEMAN, 1973) y de la cromatografía de gases (ARNETT y col., 1960 y 1963 y MÉNDEZ y col., 1970).

Pocos autores han utilizado este método en los animales.

El deuterio sobreestima el volumen de agua en el organismo en un 0,5-2 % según DUMONT (1958) y en un 2,2 % según HOUSEMAN y col. (ibid.).

A pesar de estas causas de error, FOOT, en el trabajo citado anteriormente, considera que el deuterio puede servir para un cálculo bastante preciso del volumen de agua en el cuerpo, a juzgar por los coeficientes de regresión y los errores estándar de las ecuaciones que relacionan a ambos. Houseman en el trabajo citado, ha presentado diversas ecuaciones de predicción de la proporción de los componentes corporales, excepto de la grasa que calcula por diferencia, basadas en el espacio de difusión del deuterio.

Agua tritiada.

Ha sido utilizada por TILL y DOWNES (1962), PANARETTO (1968), KEENAN y McMANUS (1969), REARDON (1969) y SEARLE (1970a y b) en ganado lanar; por PANARETTO (1963) en cabras, por

HANSARD (1964) en óvidos, cerdos y bóvidos; por KALETA (1968) en conejos y por OLSSON (1970) en el hombre.

El empleo de este isótopo radioactivo es cómodo, se requieren mínimas cantidades del mismo y el riesgo para el investigador es prácticamente nulo pues emite radiaciones beta blandas y de vida media corta (a pesar de lo cual exige las precauciones mínimas a tomar con tales elementos). Su determinación es sencilla pero debe realizarse en un contador de centelleo. Se difunde homogéneamente en el organismo.

El agua tritiada sobreestima el volumen total de agua en un 3% aproximadamente según PANARETTO (1963) y SEARLE (1970), autores que establecen las relaciones que permiten calcular el tanto por ciento del peso vivo que corresponde a cada constituyente químico. Las ecuaciones pueden estar basadas directamente en el espacio de difusión del agua tritiada o indirectamente en el volumen de agua calculado a partir de aquel.

Métodos basados en la medida de los elementos que entran a formar parte de un componente corporal en una proporción fija.

Consisten en la determinación de algunos isótopos radioactivos que se encuentran en el organismo localizados en departamentos concretos. Los isótopos más comúnmente utilizados son: el potasio 40 (KIRTON y col., 1961; JUDGE y col., 1963; JOHNSON, 1966), el potasio 42 (FORBES, 1963; FULLER y col., 1970) y el sodio 24 (SALEMI, 1970).

No han resultado de interés en la determinación de la composición química del cuerpo de los animales domésticos.

Otros métodos.

PANARETTO y LITTLE (1964) y NICOL y col., (1968) calculan el volumen hídrico en ovinos a partir del volumen de glóbulos rojos en sangre, y a partir de aquel estiman la composición corporal. Este método, que no es muy eficiente, puede complementar al de predicción de la grasa de la canal a partir del peso vivo, llegándose a resultados más exactos.

VAN NIEKERK y col. (1963) han utilizado la creatinina como índice de la composición corporal, ya que la excreción diaria de creatinina en la orina está muy relacionada con la cantidad de proteína presente en el cuerpo vacío.

3.3.2. Métodos directos.

Con ellos se obtienen, por disección y por análisis químico, los datos relativos a la composición del cuerpo animal en sus tejidos mayoritarios (grasa, músculo y hueso) y en sus constituyentes químicos (agua, grasa, proteína y cenizas) además de la energía acumulada en el cuerpo.

El análisis químico ya sea del cuerpo, de la canal o de sus partes, proporciona la máxima seguridad para la determinación de las cifras que representan la proporción de cada uno de los principales componentes. Por ello además de ser útil y recomendable, siempre que sea posible el sacrificio de los animales en experimentación, resulta imprescindible para obtener los datos con los que se han de comparar los resultados obtenidos por los métodos indirectos. Las complicaciones y el elevado coste que lleva consigo este método no son mayores que en muchos otros.

Las técnicas seguidas son diferentes según que lo que se quiera determinar sea la composición química o el contenido en hueso, músculo y grasa.

Si se trata de obtener únicamente muestras para el análisis químico se utiliza generalmente todo el cuerpo del animal (sin el contenido gastroentérico y de la vejiga en la orina), como hacen GARDNER y col. (1964), PANARETTO (1963), KEENAN (1969), REARDON (1969) y SEARLE (1970). Sin embargo también se ha recurrido al análisis de fracciones representativas de la totalidad del organismo, como en los trabajos de BENSADOUN (1963), VAN NIEKERK y col. (1963), PALADINES y col. (1964), KEMP y BARTON (1965), RUSSEL y col. (1968a y b), GARRET y HIMNAN (1969), JAGUSCH y col. (1970), MORGAN y OWEN (1972) y RATTRAY y col. (1973).

En cualquiera de los dos casos el método seguido para la recogida de muestras representativas del cuerpo o sus partes, es similar en todos los autores y se puede resumir en el siguiente esquema de trabajo:

- 1.º-Pesada del animal vivo, después de un ayuno de 15-20 horas.
- 2.º-Sacrificio.
- 3.º-Peso del cuerpo entero del animal y / o de sus partes.
- 4.º-Picado del cuerpo o de los grupos formados con las partes (una vez retirado el contenido del aparato digestivo).

5.º-Recogida de las muestras del material debidamente picado y mezclado.

Las pérdidas de peso desde el sacrificio del animal hasta el final del proceso se supone por varios autores (KIRTON, RUSSEL y KEENAN en los trabajos ya citados) que se deben a la evaporación, siendo por tanto agua en un 100 % siempre que no se incluya la sangre. Cuando en la diferencia de peso que venimos considerando se incluye la sangre perdida por el animal en el sacrificio, la situación es distinta. Según REARDON (1969) y SEARLE (1970), en este caso la pérdida de peso debe distribuirse de la siguiente manera, un 80% debe considerarse como agua en tanto que el 20% restante debe considerarse como de composición análoga a la del cuerpo del animal de que se trate. Este proceder parece justificado ya que la sangre tiene agua en una proporción del 79% según RUSSEL (1968a).

En cuanto al contenido energético del cuerpo del animal, puede conocerse o bien por la determinación directa de la energía bruta contenida en muestras del cuerpo o bien por el cálculo a partir de los datos relativos al calor de combustión de los onstituyentes corporales y los relativos al contenido de estos constituyentes.

PALADINES, y col. (1964) determinan la energía contenida en el cuerpo, en la canal y en la lana de 63 óvicos de distinta edad y peso y sometidos a distintos tratamientos nutritivos. Estos autores obtienen las cifras siguientes: energía bruta en la canal (sust. seca sin cenizas) 7778 Kcal., energía bruta en el peso vivo vacío sustancia seca sin cenizas 7661 Kcal.

Basándose en estos datos y en el contenido de grasa y de proteína en el cuerpo y en la canal, calculan los calores de combustión relativos a grasa y proteína, obteniendo las cifras siguientes:

en la canal:	5,327 Kcal / g de proteína
	9,424 Kcal / g de grasa
en el cuerpo:	5,379 Kcal / g de proteína
	9,405 Kcal / g de grasa

JAGUSH y col. (1970, I) determinan directamente la energía bruta contenida en la grasa visible y en el cuerpo magro de corderos con menos de una semana de edad. Estos valores resultan ser:

canal + cabeza + patas:	9,307 Kcal / g. de grasa
cuerpo	9,111 Kcal / g. de grasa

Por otra parte, estos autores calculan el calor de combustión de la proteína, para el que obtienen la cifra: 5,526 Kcal / g.

Basándose en los datos relativos a los calores de combustión de la proteína y de la grasa, y en los datos propios relativos al contenido de ambos constituyentes en el cuerpo, autores como MEYER (1962), REARDON (1969), REID (1968a) y MCGRAHAM (1972) determinan indirectamente el contenido de energía en el cuerpo. Para ello utilizan como calores de combustión de la proteína y de la grasa, respectivamente, las cifras siguientes: 5,570 y 9,354 Kcal / g., 5,322 y 9,367 Kcal. / g., 5,411 y 9,414 Kcal / g. y 5,76 y 9,36 Kcal / g.

Otros autores han aportado también datos relativos a la energía retenida en el cuerpo del animal, así GARDNER (1964), en corderos de 90 días de edad, obtiene resultados de los que deduce que el contenido energético del cuerpo vacío está linealmente relacionado con el peso corporal, y que cada kg. de incremento en el peso del cuerpo vacío supone un aumento de 4,69 Mcal. de energía bruta aproximadamente.

En el trabajo de GRAHAN y SEARLE (1972) los resultados indican que la energía contenida en el cuerpo en forma de proteína, supone el 40% del total del contenido energético en el cordero lactante, el 75% durante el destete y el 25% inmediatamente después, para disminuir progresivamente hasta el 10% en las fases posteriores del crecimiento.

Respecto a la lana, hemos observado que en los trabajos sobre la composición corporal, los resultados se refieren, normalmente, al peso vivo vacío del animal esquilado o al peso de la canal, sin considerar la composición y calor de combustión de la lana, si bien algunos autores como

GARDNER y col. (1964), PALADINES y col. (1964) y GRAHAN y SEARLE (1972) analizan ésta separadamente.

Nos referiremos, por último al método directo de estudio de la composición corporal aplicado a la obtención de datos relativos al peso y la proporción en que entran a formar parte del cuerpo o la canal del animal los tejidos (la grasa, el músculo y el hueso) o las partes comercialmente más interesantes, o las unidades anatómicas individuales (músculos y huesos) que sirven como índices del desarrollo. En estos casos, generalmente se utiliza la canal entera o la media canal, preparada según las normas convencionales de comercialización (LAMBUTH y col., 1970; BARTON y KIRTON, 1962; FOURIE, 1962; RILEY y FIELD, 1969; y FOURIE y col., 1970).

En trabajos como los de BARTON y KIRTON (1958), KIRTON y BARTON (1958); KIRTON y col., (1961); ULYAT y BARTON, (1963); HIGHT y col., (1962); RUSSEL, (1968a y b); GHARAYBEH y col., (1969); OSMAN y col., (1970). ROUSE y col. (1970) y RAY KROMAN (1971), se obtienen datos tanto sobre la composición corporal química como sobre la composición del cuerpo o de la canal, con referencia a los tejidos o partes integrantes. Para ello los autores, utilizan en sus trabajos o bien la canal entera del animal, o bien una de las dos mitades de la misma. En el primer caso, la misma canal es primero disecada y luego analizada; en el segundo caso cada media canal se utiliza con una finalidad distinta.

Respecto al último punto hemos de hacer notar que según KIRTON y col. (1962), el utilizar la canal entera del animal o sólo una de sus mitades, no es una causa de variación significativa en los datos obtenidos en relación con la composición corporal, siempre que se cuente con un número suficiente de animales. Esta premisa es generalmente aceptada hasta el punto de que la mayor parte de los trabajos citados se realizaron con medias canales.

4. PARTE EXPERIMENTAL

4.1. PLANTEAMIENTO DE LA INVESTIGACIÓN

De acuerdo con el título de la Tesis «La composición corporal de los corderos de raza Churra y su evolución en el transcurso del crecimiento», nuestro trabajo se ha dirigido a obtener datos básicos, referidos a corderos de esta raza, en distintas fases de su desarrollo, relativos a los siguientes puntos:

1.º-Proporción del contenido del aparato digestivo y del peso de la canal en relación con el peso vivo del animal en ayunas y esquilado.

2.º-Composición corporal en cuanto al contenido en agua, proteína, grasa, cenizas y energía.

3.º-Composición de la canal en cuanto a los tres tejidos principales, hueso, músculo y grasa.

Como consecuencia del estudio bibliográfico realizado y cuyo resumen se ha expuesto anteriormente, se consideró que los criterios a adoptar para la consecución de los fines perseguidos, a la vista de los medios disponibles, eran los siguientes. Por lo que se refiere a la metodología, preferir el método directo de sacrificio prescindiendo de los métodos indirectos. Esta decisión implica, seguramente, la realización de un trabajo duro y exigente, pero está justificada por la seguridad que ofrece y porque al tratarse de animales de una raza no estudiada con anterioridad y muy diferente en conformación y precocidad de las que han sido objeto de la atención de los investigadores, no se tienen datos básicos relativos al crecimiento y a la composición corporal.

Por las mismas razones se abordó el problema tanto desde el punto de vista de la composición química como de la composición tisular.

Como se ha dicho anteriormente, al hablar del planteamiento del problema, nos hemos limitado a la fase inicial del crecimiento, desde el nacimiento hasta los 20 Kg. de peso vivo, en animales de ambos sexos.

Otro criterio adoptado como consecuencia del estudio bibliográfico, ha sido el de realizar el estudio de las variaciones en la composición corporal en función del peso y no de la edad, de acuerdo con lo que consideramos la opinión predominante en los equipos de investigación que se dedican a este aspecto de la fisiología animal. Ya hemos visto cómo ha sido ampliamente demostrada la íntima relación que existe entre el peso y la composición corporal. Dentro del intervalo que abarca desde el peso al nacimiento hasta los 20 Kg. se ha estudiado la composición en cuatro puntos de la curva de crecimiento, correspondientes aproximadamente a los 5, 10, 15 y 20 Kg. de peso vivo.

Aparte de deducir, a partir de los datos obtenidos, conclusiones respecto a la evolución de la composición corporal en el transcurso del crecimiento, se han perseguido otros dos objetivos principales. En primer lugar, expresar matemáticamente las diversas relaciones existentes entre los distintos componentes tisulares y químicos del cuerpo y de la canal y su interdependencia con el peso vivo. En íntima dependencia con este objetivo, está, asimismo, la pretensión de obtener ecuaciones que definan estas relaciones y que eventualmente, pudieran servir para la *predicción* de la composición corporal a partir del peso vivo, válidas para esta agrupación racial y otras similares de nuestro país.

El último de los objetivos perseguidos cae dentro del campo de la nutrición animal y más en concreto del capítulo referente al establecimiento de necesidades o requerimientos nutritivos. Resulta claro que conocidos los cambios en la composición corporal, es posible deducir la composición de la ganancia diaria y su contenido en energía en una fase dada del desarrollo; a partir de aquí pueden realizarse estimaciones de las necesidades energéticas y proteicas que corresponden a dicha fase. Estas estimaciones de las necesidades nutritivas podrían ser comparadas con los resultados de otras investigaciones simultáneas pero de enfoque muy distinto que se llevan a cabo en nuestro equipo de investigación, sobre los mismos animales.

4.2. MATERIAL Y MÉTODOS

Se han utilizado 49 corderos de raza Churra de Tierra de campos procedentes de un rebaño de Mayorga de Campos (Valladolid). Los corderos, nacidos en el otoño-invierno de 1973-74 estaban sometidos a un régimen de explotación semiextensiva, disfrutando de lactancia natural suplementada con

concentrados a base de cereales propios de la zona además de salidas al campo con el resto del rebaño en el caso de los animales de mayor peso.

Los corderos se adquirieron en cuatro momentos distintos, y con un peso vivo lo más aproximado posible a los cinco, diez, quince y veinte Kgs. respectivamente. Para la determinación de la composición a los 5 kg. se utilizaron 19 animales (9 ♂♂ y 10 ♀♀), diez de los cuales (5 ♂♂ y 5 ♀♀) se destinaron a la determinación de la composición química y de los 9 restantes, seis (3 ♂♂ y 3 ♀♀) a la obtención de datos relativos a los componentes tisulares de la canal. Para los restantes pesos se utilizaron en todos los casos diez animales (5 ♂♂ y 5 ♀♀).

El mayor número de animales en el primer grupo fue debido a las dificultades encontradas en las manipulaciones, para la obtención de muestras representativas, del cuerpo de los animales. Dificultades derivadas del pequeño tamaño de los corderos y del tipo de maquinaria empleada para el picado de sus cuerpos.

La edad de los animales no se conoció con exactitud, pero de acuerdo con la información recogida y los estudios realizados por SANZ ARIAS y col. (1975) con esta raza, puede aceptarse que los pesos de 5, 10, 15 y 20 Kgs. corresponden a corderos de 7, 30, 60 y 90 días de edad respectivamente.

La obtención de muestras para las determinaciones químicas, se hizo de forma similar a la utilizada por SEARLE (1970), que coincide en lo esencial con la mayoría de los autores ya citados, quienes realizan en sus experimentos análisis químicos del cuerpo completo o de la canal.

Antes del sacrificio (después de mantener a los animales en ayuno durante 12-20 horas según los pesos), se procedió al esquileo, pesándose tanto el animal vivo como la lana. El sacrificio se llevó a cabo por degüello, de la forma usual y en el Matadero Municipal de León (*). En el mismo matadero se recogieron, la canal dividida en dos mitades, la piel, las patas, la cabeza y las vísceras. El aparato digestivo se pesaba antes y después de ser vaciado, con el fin de conocer el peso de su contenido.

La canal derecha de seis (3 ♂♂ y 3 ♀♀) de los diez corderos de cada grupo, elegidas al azar, se reservaban para su posterior disección.

Las muestras para el análisis químico del cuerpo de los animales, se obtuvieron a partir de los siguientes grupos de elementos corporales (previamente pesados):

- a) La mitad izquierda del cuerpo del animal, eviscerado y seccionado desde la cabeza hasta el rabo.
- b) Vísceras limpias.
- c) Grasa mesentérica, grasa omental y grasa perirrenal.

* Expresamos nuestro agradecimiento al personal del Matadero Municipal de León y especialmente a los señores Veterinarios don José Teresa Remín, don Jesús Manuel González y don Francisco López Soto, por la colaboración prestada.

De estas tres fracciones las dos primeras fueron picadas, individualmente, en una máquina trituradora de 10 hP (de la Casa Mobba) del tipo de las empleadas en chacinería, utilizando placas con orificios de diversos diámetros según el material aplicado. Cada fracción pasaba cuatro veces sucesivas por la picadora, de modo que en el cuarto pase se podían recoger dos muestras, de 1/2 - 1 Kg. aproximadamente, del material debidamente triturado y mezclado. Las muestras se conservaron en congelación (a 18°C bajo cero) hasta el momento de recoger de ellas las submuestras (una de cada muestra) destinadas a los análisis y determinaciones de laboratorio.

La fracción grasa se conservaba congelada hasta el momento de la toma de muestras para el análisis.

Las seis medias canales derechas de cada grupo (3 ♂ y 3 ♀), que se habían reservado, una vez pesadas, fueron cuidadosamente disecadas con el fin de separar los tres componentes tisulares mayoritarios: hueso, músculo y grasa. Componentes que fueron inmediatamente pesados en una balanza de sensibilidad de 1 gr.

Con el fin de clarificar la metodología seguida en la obtención de los datos de análisis y de disección, y su elaboración hasta llegar a los resultados, creemos conveniente en este punto definir cada uno de los términos que en adelante utilizaremos. Esto parece necesario, debido a que, en los diversos trabajos realizados en torno al tema de la composición corporal, se adoptan términos que a pesar de ser idénticos o similares, no siempre tienen un significado equivalente.

Términos relativos al peso del animal.

Peso vivo = peso del animal vivo, esquilado y tras 12-20 horas de ayuno.

Peso vivo vacío = peso vivo menos el peso del contenido del aparato digestivo. Este se determina como la diferencia entre el peso del aparato digestivo lleno y vacío.

Peso canal = peso de la canal preparada de la siguiente manera. En el animal desangrado por degüello se cortan las extremidades a nivel del carpo y del tarso. A continuación se desuella, se eviscera totalmente incluidos los riñones y se quita el diafragma. Finalmente se separa la cabeza a nivel de la articulación occipito-atloidea y el rabo a nivel de la articulación sacro-coxígea.

Términos relativos a las fracciones del cuerpo destinadas a la obtención de muestras para el análisis químico.

Peso de la mitad del cuerpo eviscerado = peso de la media canal izquierda, más la mitad de la piel, media cabeza y dos extremidades, una anterior y otra posterior, seccionadas a nivel de metacarpo y metatarso respectivamente.

Peso de las vísceras = incluye el peso de todas las vísceras, con el aparato digestivo vacío y limpio y sin la grasa perirrenal, mesentérica y omental.

Peso de la grasa = peso de la grasa perirrenal, mesentérica y omental.

Términos relativos a los componentes de la canal obtenidos por disección.

Músculo = incluye el músculo limpio con su prolongación en los tendones, más el periostio obtenido al raspar los huesos.

Grasa = incluye la grasa subcutánea, la grasa intermuscular, la porción de la grasa intramuscular separable por disección, los vasos, los ganglios, los tendones y la médula espinal.

Hueso = hueso sin periostio más los cartílagos.

A continuación exponemos brevemente el procedimiento seguido para el análisis de las muestras y la elaboración de los datos hasta llegar a los resultados.

La composición química se determinó sobre dos submuestras, de la mitad del cuerpo eviscerado por una parte y de las vísceras por otra, del cuerpo picado de cada cordero. Estas submuestras, de aproximadamente 150 gr. fueron liofilizadas y el liofilizado molido con nieve carbónica. De esta forma, a partir de las muestras originales se dispuso de un material homogéneo susceptible de ser sometido a determinaciones y análisis en el laboratorio.

De la fracción correspondiente a la grasa se recogieron, de cada muestra, dos submuestras que previamente fundidas y homogeneizadas pasaron al laboratorio.

Las determinaciones de la sustancia seca, las cenizas, la grasa y la proteína, se hicieron por duplicado y en cada una de las dos submuestras.

La sustancia seca se calculó a partir de la humedad perdida en la liofilización y la determinada en el liofilizado por la técnica convencional de desecación en la estufa (durante 48 horas a 105°C).

Las cenizas se determinaron por el método tradicional de incineración en estufa, a 550°C durante toda la noche, después de haber sido tratadas a la llama para evitar explosiones y pérdidas de materia.

La determinación de la proteína de las fracciones corporales, mitad del cuerpo eviscerado y vísceras, se realizó por la técnica del macro Kjeldahl, sobre muestras de 1-2 gr. de peso, empleando como catalizador una mezcla de sulfato sódico y sulfato cúprico pentahidratado. Como factor de conversión optamos por utilizar 6,25, una vez que estudiada la bibliografía al respecto comprobamos que, si bien algunos autores disienten, la mayoría (SEARLE, 1970; PANARETTO, 1963; JORDAN, 1964; RATTRAY y col., 1973; ULYATT, 1963; KEENAN, 1969 y ROBBINS, y col., 1974) consideran correcta su aplicación en el análisis de muestras de los tejidos animales.

El nitrógeno de las muestras de la fracción grasa, sólo pudo ser determinado por esta técnica, sobre la muestra desengrasada, al menos parcialmente, tras haber sido extraída con éter durante 5-6 horas en el Soxhlet. Fue necesario hacer esta extracción de grasa previa para evitar la producción excesiva de espuma en los matraces de ataque.

Para el análisis de grasa se siguió el método de ATKINSON y col. (1972) que parece ser más conveniente que los métodos tradicionales cuando se trata de muestras de tejidos animales. Este método se basa en la extracción de la grasa de la muestra (de la que se utiliza una cantidad que contenga como mínimo 0,8 gr. de grasa) con agua-metanol-cloroformo en la proporción de 0,9:1 :1. Del conjunto de la muestra y los reactivos, agitado y centrifugado, se extrae un volumen conocido de la capa de cloroformo, que contiene la grasa, y se obtiene, previa evaporación del cloroformo, el peso de ésta. Por medio de un cálculo sencillo se llega al dato relativo al contenido de grasa de la muestra. En la técnica se introdujeron ligeras variantes referentes al procedimiento de extracción de la capa de cloroformo.

La energía contenida en las muestras se determinó por medio de una bomba adiabática modelo IKA-Kalorimeter (de la casa Janke & Kunkel, K. G.). Para ello se quemaba el número menor de submuestras que proporcionara unas cifras de calor de combustión suficientemente aproximadas (una diferencia entre las cifras menor de 40 cal./ gr. en el caso de muestras procedentes del cuerpo eviscerado y de las vísceras, y menor de 80 cal./ gr. en muestras procedentes de la fracción grasa).

Una vez obtenidos los datos relativos al análisis de las submuestras se calculó la composición corporal de cada animal. Para ello se utilizaron los datos originales del contenido en constituyentes químicos (agua, grasa, proteína y cenizas, expresados en tantos por cien) y el contenido energético de cada una de las fracciones corporales consideradas, y por otra parte los datos relativos al peso de estas fracciones.

De acuerdo con la estimación de SEARLE (1970) se consideró que la pérdida de peso que tiene lugar desde el momento en que se pesa el animal vivo (dato a partir del cual se obtiene el peso vivo vacío) hasta que se pican las fracciones corporales, está constituida en un 80% por agua siendo la composición del 20% restante igual a la del cuerpo.

En lo que respecta a la composición de la canal, referida a los tejidos mayoritarios, su determinación se hizo siguiendo la técnica descrita por FOURIE (1962). Cada media canal se disecó de modo que sus componentes quedaran agrupados en las tres categorías, músculo, grasa y hueso que hemos definido anteriormente. Los pesos de estas tres fracciones son los datos básicos que permiten conocer la composición de la canal una vez hecha la corrección correspondiente al peso perdido durante las manipulaciones. Esta pérdida es debida a la evaporación, que tiene lugar desde que se pesa la canal hasta que

está completamente disecada, por lo que se considera en su totalidad agua, de la que suponemos (de acuerdo con SEEBECK, 1966b) que la mayor parte (el 90%) es adscribible a la fracción muscular y el resto (el 10%) a la fracción grasa.

A partir de los datos individuales, relativos a la composición química y el contenido energético del cuerpo, —tomando como base el peso vivo y el peso vivo vacío— y a la composición de la canal, se calcularon para cada grupo de corderos (de 5, 10, 15 y 20 Kgs. aproximadamente) y para cada subgrupo (machos y hembras), los valores de las medias correspondientes y su error estandar.

Sobre el conjunto de los datos individuales se hizo el análisis estadístico —de regresión y de varianza— siguiendo a BONNIER y TEDDIN (1966), SNEDECOR (1964) y CLARKE (1971). Seguidamente se obtuvieron las ecuaciones de regresión y predicción del tipo $y = a + bx$ que son expresión matemática de las múltiples relaciones entre la composición corporal de los corderos y el peso de su cuerpo y/ o su canal, y se determinó la significatividad de estas relaciones.

5. RESULTADOS Y DISCUSION

En el Apéndice figuran los datos individuales correspondientes a cada uno de los animales estudiados. En la Tabla I, del Apéndice, se han recopilado las cifras referentes al peso vivo, al peso vivo vacío, es decir, sin el contenido del aparato digestivo, y al peso de la canal preparada tal y como se ha descrito anteriormente.

Los datos correspondientes a la composición química del cuerpo, se han recogido en la Tabla II, de dicho Apéndice. En ella el contenido en sustancia seca, cenizas, proteína y grasa, se expresan como porcentaje del peso vivo vacío y de su sustancia seca. La energía contenida en el cuerpo de los corderos figura en la Tabla III, expresada tanto en cifras absolutas de Kcal. en el cuerpo del animal, como en Kcal./ Kg. de sustancia seca y de sustancia fresca.

Así mismo, en dicho Apéndice se incluye finalmente la Tabla IV en la que figuran los resultados individuales obtenidos por disecación. En ella se recogen las cantidades de grasa, músculo y hueso que integran la canal de cada animal.

El Apéndice tiene por finalidad el poner a disposición de los interesados los datos que han servido de base para la presentación y discusión de resultados que realizamos a continuación.

5.1. RELACIÓN ENTRE EL PESO VIVO, PESO VIVO VACÍO Y PESO DE LA CANAL.

Las cifras medias y sus errores estandar referente al peso vivo, peso vivo vacío y al peso de la canal, para cada uno de los cuatro grupos de animales, figuran en la Tabla n.º 1. En ella se incluyen también las medias correspondientes a los animales machos y hembras, por separado. Como es lógico

también se recogen en ella los porcentajes del peso vivo que representan en peso vivo vacío y el peso de la canal.

El primer grupo se subdivide en dos subgrupos, (a) y (b) correspondientes respectivamente a los corderos de cuyas canales se obtuvieron los datos de composición tisular de la canal y a aquellos de cuyos cuerpos se obtuvieron los datos de la composición química.

Como puede verse en la tabla, los pesos vivos, que se pretendía fueran aproximadamente de 5, 10, 15 y 20 Kgs. fueron realmente de 4,37 (a), 5,30 (b), 9,08, 14,99 y 18,27.

La contribución del peso vivo vacío al peso vivo se hace en general menor al aumentar éste, lo que refleja el progresivo e importante desarrollo del aparato digestivo, no sólo en cantidades absolutas, sino también en relación al resto del cuerpo en esta fase de la vida de los rumiantes. Esto es más notable en las primeras etapas del crecimiento cuando algunas partes del aparato digestivo adquieren y desarrollan de forma acelerada su funcionalidad.

El rendimiento a la canal es claramente muy bajo en la primera fase del crecimiento (5 Kgs. de peso vivo), máxima a los 9 Kgs. y próxima a ésta aunque ligeramente inferior a los 15 y 18 Kgs., debido también al considerable crecimiento heterogónico de las dependencias del primer tramo del tracto gastrointestinal.

TABLA 1

Peso vivo (PV), Peso vivo vacío (PVV) y Peso de la canal (P C) en cantidades absolutas y porcentajes.

Grupo	Sexo	PV	PVV		PC		
		(Kg)	(Kg)	% PV	(Kg)	% PVV	% PV
1 ^o (a)*	m,h	4,37±0,13	4,98±0,34	96,06	2,10±0,09	49,9	48,3
»	m	4,24±0,24	4,02±0,26	94,9	2,01±0,18	50,0	47,4
»	h	4,47±0,16	4,38±0,16	98,0	2,21±0,09	50,4	49,4
1 ^o (b)**	m,h	5,30±0,22	5,16±0,18	97,4	2,71±0,11	52,5	51,1
»	m	5,50±0,23	5,35±0,17	97,3	2,79±0,06	52,2	50,8
»	h	5,11±0,39	4,98±0,34	97,5	2,63±0,22	52,8	51,5
2 ^o	m,h	9,01±0,30	8,54±0,28	94,8	4,89±0,19	58,4	55,3
»	m	8,92±0,34	8,50±0,38	95,3	4,97±0,17	58,4	55,7
»	h	9,10±0,53	8,57±0,47	94,2	4,99±0,32	58,3	54,9
3 ^o	m,h	14,98±0,34	13,41±0,29	89,5	7,59±0,18	56,6	50,6
»	m	15,17±0,55	13,47±0,12	88,4	7,64±0,16	57,0	50,4
»	h	14,80±0,49	13,42±0,69	90,7	7,53±0,34	56,1	50,9
4 ^o	m,h	18,26±0,36	17,98±0,27	90,8	9,36±0,16	56,4	51,2
»	m	17,98±0,27	16,42±0,23	91,3	9,25±0,12	56,3	51,4
»	h	18,55±0,68	16,75±0,52	90,3	9,47±1,76	56,5	51,0

* El subgrupo (a) del primer grupo está formado por los 9 corderos utilizados en la obtención de datos relativos a la composición de la canal.

** El subgrupo (b) del primer grupo está formado por los 10 corderos utilizados en la obtención de datos relativos a la composición (constituyentes químicos) corporal.

En la figura n.º 1 puede apreciarse claramente la relación entre el peso vivo, el peso vivo vacío y el peso a la canal y su variación con el aumento de peso vivo.

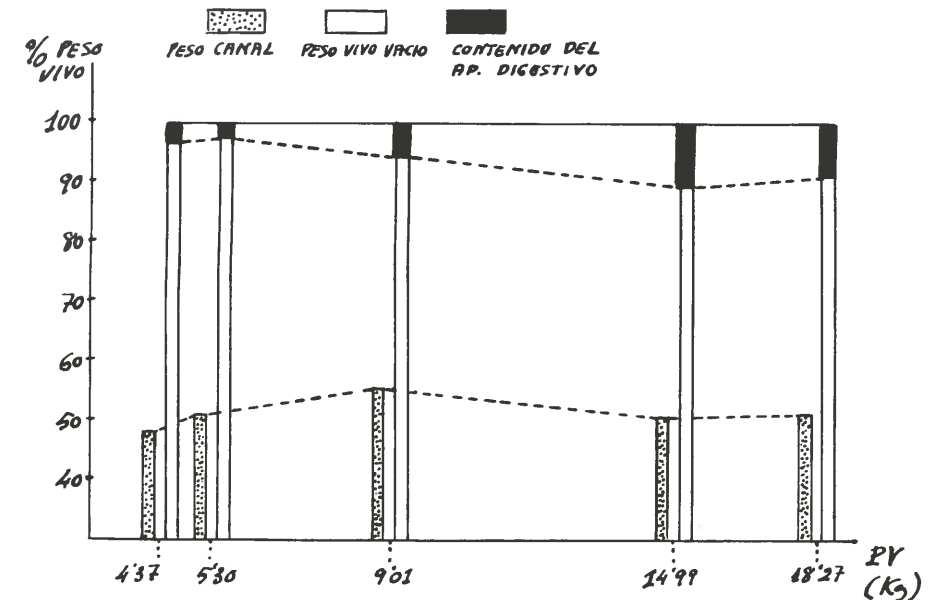


Figura n.º 1.—Representación gráfica de la partición del peso vivo en cuatro fases del desarrollo.

El contenido del aparato digestivo representa un porcentaje máximo del peso vivo (12 %) cuando éste está próximo a los 15 Kg., reduciéndose posteriormente.

Por lo que respecta al peso de la canal, con relación al peso vivo, se observa que es más elevado cuando los animales tienen aproximadamente 10 Kgs. de peso. En los animales recién nacidos, el rendimiento a la canal es muy escaso debido al considerable desarrollo durante la vida intrauterina, de la cabeza y las partes distales de las extremidades que, como ya hemos visto, son las de crecimiento más precoz y, por otra parte, no entran en la constitución de la canal. Al nacimiento el tronco está relativamente poco desarrollado. El hecho de que el rendimiento a la canal disminuya al pasar de los 10 a los 15 Kg. de peso vivo, encuentra una explicación razonable en el considerable desarrollo del aparato digestivo coincidiendo con el destete.

Como puede comprobarse no existen diferencias significativas entre los sexos, por lo que respecta a la partición del peso vivo a los cuatro pesos considerados. Por el contrario las diferencias en cuanto al rendimiento a la canal entre los grupos, son muy considerables, especialmente entre los 5 y los 10 Kg. de peso vivo ($P < 0,01$) y entre los 10 y los 15 Kg. ($P < 0,001$).

En la figura 2 se ha representado gráficamente la regresión del peso de la canal sobre el peso vivo, en la que cada punto corresponde a un animal. Puede apreciarse el considerable ajuste y por tanto la posibilidad de predicción a partir de la ecuación correspondiente. En la Tabla n.º 3 figuran los valores obtenidos para F y P relativos al test de significación.

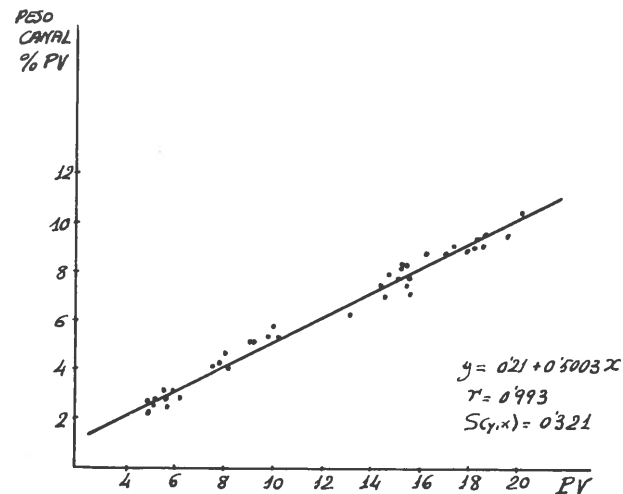


Figura n.º 2.—Regresión del peso a la canal sobre el peso vivo.

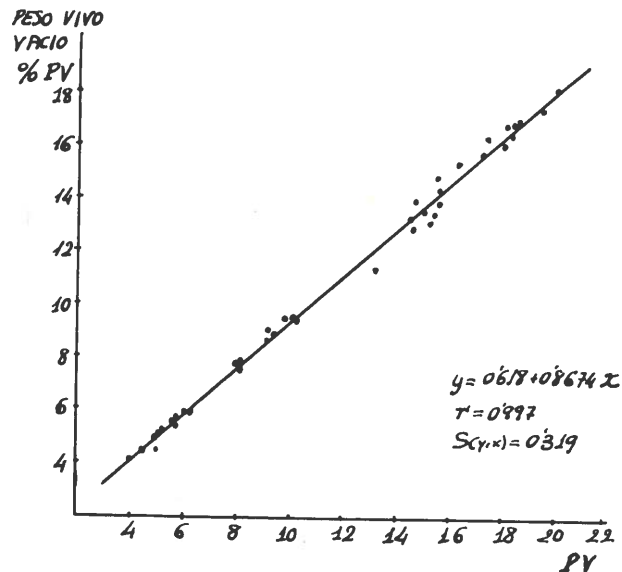


Figura n.º 3.—Regresión del peso vivo vacío sobre el peso vivo.

En la Figura n.º 3 se ha representado la recta de regresión del peso vivo vacío sobre el peso vivo y en ella se incluye la ecuación correspondiente y el valor del coeficiente de correlación. Resulta evidente la posibilidad de predicción, especialmente si se consideran los valores de F y de P que asimismo figuran en la Tabla n.º 4.

5.2. COMPOSICIÓN QUÍMICA DEL CUERPO.

Los resultados relativos a la composición corporal en cuanto a los principales componentes químicos, han sido recopilados en las tablas 2 y 3. En la primera de ellas figuran los porcentajes de humedad, sustancia seca, cenizas, proteína y grasa referidos al peso vivo vacío para cada grupo de animales. La energía contenida en el cuerpo figura asimismo en esta tabla bajo dos formas: como Kcal. del total del cuerpo del animal y como Kcal. por kilogramo de sustancia fresca.

Una mera observación de la tabla permite inmediatamente algunas deducciones sobre la evolución de los distintos componentes en el transcurso del crecimiento. El contenido en agua del organismo se reduce progresivamente pasando de un 70% aproximadamente en los animales recién nacidos a poco más del 60% cuando su peso alcanza los 18 Kg. Esta reducción tiene lugar de un modo bastante regular aunque es luego mayor en la primera fase del desarrollo. Como es lógico el contenido en sustancia seca del organismo aumenta pasando de ser algo menos del 30% al nacimiento a algo más del 38% a los 18 Kg. de peso vivo.

TABLA 2
Composición del peso vivo vacío (PVV) expresada en tantos por cien de la sustancia fresca.

	1º Grupo Media E.S.	2º Grupo Media E. S.	3º Grupo Media E. S.	4º Grupo Media E. S.
PVV (Kg)	5,16±0,19	8,54±0,28	13,41±0,29	16,58±0,27
PV (Kg)	5,30±0,22	9,01±0,30	14,98±0,24	18,27±0,36
PC (Kg)	2,71±0,11	4,98±0,18	7,59±0,18	9,36±0,16
Composición del PVV.				
Humedad	70,7±0,42	67,1±0,59	63,8±0,72	61,7±1,01
Sust. seca	29,3±0,42	32,9±0,59	36,2±0,71	38,3±1,01
Cenizas	4,5±0,13	4,9±0,10	4,4±0,03	3,9±0,18
Proteína	16,4±0,31	17,0±0,20	16,1±0,17	15,2±0,23
Grasa	8,2±0,46	11,2±0,64	16,3±0,89	19,8±1,24
Energía				
(Kcal. total)	8404±361	16278±834	30653±1650	41984±1569
(Kcal/Kg)	1629	1906	2286	2532

PV = peso vivo; PC = peso de la canal.

Estas variaciones en el contenido hídrico del organismo son naturalmente un hecho biológico básico que ha sido observado para todas las especies. La proporción de agua en nuestros animales es similar, aunque ligeramente inferior a la determinada por BURTON y REID (1969) en los corderos de raza Shropshire, quienes para animales de 12,30, 14, 27, 17,20 y 18,97 Kg. de peso vivo vacío citan valores de 72,8, 65,8, 63,5 y 66,2% respectivamente.

Se manifiesta asimismo con toda claridad el incremento de la grasa depositada en el organismo, mientras que al nacimiento los animales contienen solamente un 8% de grasa, a los 18 Kgs. el porcentaje es ya del 20%. Como es lógico el contenido energético refleja tanto la disminución del agua como el aumento de la grasa, de forma que, por Kg. de sustancia fresca, la energía acumulada aumenta aproximadamente en un 55%. Esta observación concuerda perfectamente con la de REID y col. (1968), quienes llegan a la conclusión de que la grasa guarda una relación inversa con el agua y su concentración aumenta de forma notable con el peso del animal.

Las variaciones relativas en cuanto a la proteína y las cenizas de la sustancia fresca del animal son mucho menores y quedan en parte enmascaradas por la evolución del contenido de agua y de grasa. Véanse las figuras 4 y 5.

La evolución del contenido en proteína y cenizas se pone de manifiesto más claramente expresando la composición corporal en porcentaje de la sustancia seca. En la Tabla 3 figuran los datos correspondientes. El contenido en proteína, que es del 56% en los animales de 5 Kg., se reduce rápida y regularmente llegando a los 18 Kg. de peso vivo a representar solamente el 40% de la sustancia seca. En contraposición con este hecho tiene lugar un incremento muy marcado de la deposición de grasa que pasa en el mismo intervalo del 28% al 51%.

TABLA 3
Composición del peso vivo vacío expresada en tantos por cien de la sustancia seca.

	1º Grupo Media E. S.	2º Grupo Media E. S.	3º Grupo Media E. S.	4º Grupo Media E. S.
Sust. Seca (% del PVV)	29,3±0,42	32,9±0,59	36,2±0,72	38,3±1,01
Composición del PVV				
Cenizas	15,1±1,25	15,0±0,36	12,2±0,35	10,3±0,39
Proteína	56,2±1,20	51,8±1,06	44,6±1,21	40,7±1,52
Grasa	28,1±1,40	33,8±1,44	44,8±1,59	51,4±1,92
Energía (Kcal/Kg SS)	5559±47	5766±68	6256±124	6600±108

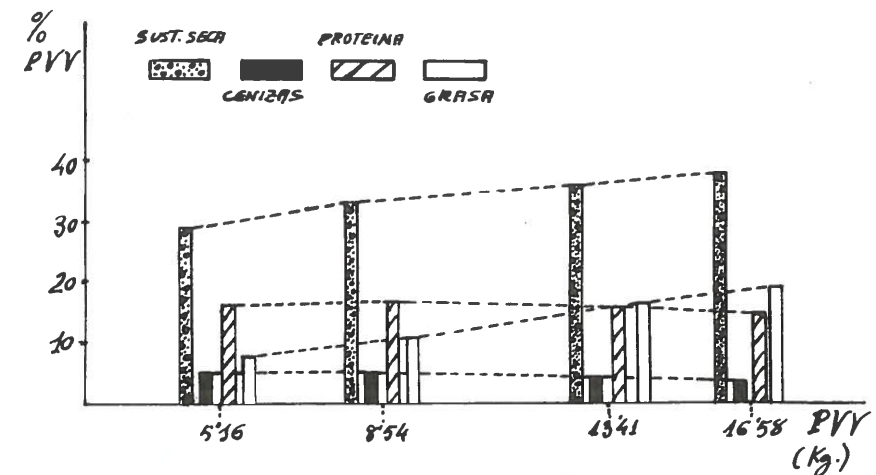


Figura nº 4.—Variaciones en la composición corporal referidas a la sustancia fresca del peso vivo vacío.

El contenido en sustancia mineral se reduce constantemente a medida que los animales crecen. Este hecho se explica bien teniendo en cuenta el desarrollo precoz del esqueleto en relación con el músculo y la grasa. De acuerdo con nuestros datos la proporción de cenizas, que es relativamente alta al nacimiento, se mantiene hasta los 10 Kg. de peso vivo, reduciéndose después considerablemente hasta ser sólo el 10% en la última fase estudiada. Como es lógico la reducción porcentual de las cenizas y de la proteína a expensas de la grasa, repercute en el contenido energético que pasa de 5.500 Kcal./Kg. en la primera edad a 6.600 Kcal./Kg. en los animales de mayor peso. Véase la figura 6.

Los valores de energía, determinados por medio de la bomba calorimétrica, deberían ser similares a los obtenidos a partir de las cantidades de proteína y grasa retenida y sus respectivos calores de combustión. Según PALADINES y col. (1964) estos son, 9,4 Kcal / g. para la grasa y 5,4 Kcal / g. para la proteína. Utilizados para los cuatro grupos aquí estudiados dan una energía (Kcal / g. de sustancia seca) de, 5676, 5974, 6619 y 7029, cifras superiores a las halladas por nosotros. La diferencia, al menos en parte, podría deberse a una ligera sobreestimación del contenido de grasa en las muestras por la técnica de análisis; sobreestimación que no fue posible corregir y que además del efecto mencionado, produciría el ligero exceso en la suma de porcentajes de los distintos componentes corporales en los tres últimos grupos, excesos tanto mayores precisamente cuanto mayor es la proporción de grasa (99,8%, 100,2%, 100,6% y 100,5 % para los grupos del 1 al 4).

Nuestros resultados, comparados con los de otros autores parecen indicar en nuestros corderos un engrasamiento más rápido y un menor porcentaje de

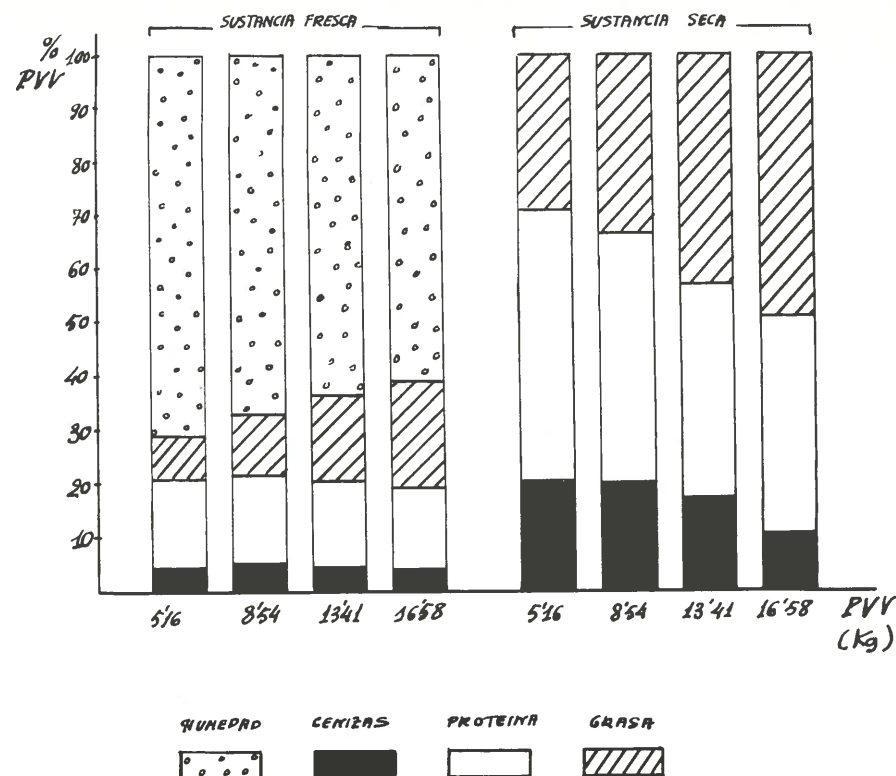


Figura n.º 5.—Proporciones relativas de los componentes corporales en sustancia fresca y sustancia seca del peso vivo vacío.

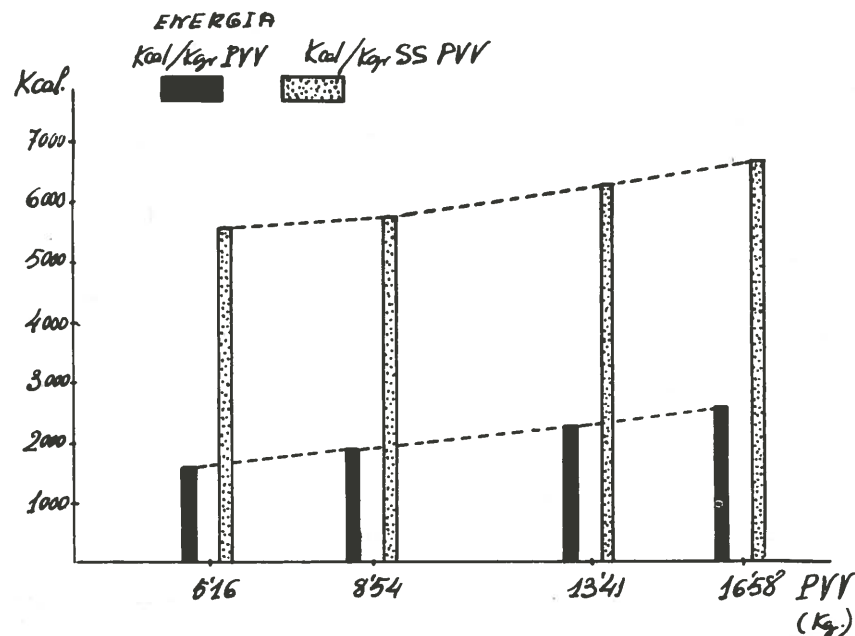


Figura n.º 6.—Evolución del contenido de energía en el cuerpo al aumentar el peso vivo vacío.

proteína en el primer período del crecimiento. Para corderos de 20 Kg. REID y col. (1968a) encuentran unos valores de composición corporal de 71-62% agua, 4,5-17,5% grasa, 16,5-19% proteína y 39,7-48,9 Mcal. Nuestros resultados para corderos de 18,5 Kg. indican menos proporción de agua (61,7%), más de grasa (19,8%) y menos de proteína (15,2%). Los resultados de BURTON y REID (1969) con corderos de 12-20 Kg. de peso vivo, difieren de los nuestros en el mismo sentido.

Como se puede ver en el cuadro 1, en el que figuran los datos comparables relativos a la composición química del cuerpo de corderos, BURTON y REID en el trabajo citado obtienen a todos los pesos considerados, cifras más altas para el contenido de agua y de proteína y más baja para el de grasa, en comparación con nuestros resultados. También los datos de JAGUSH y col. (1970) relativos al cordero de peso vivo comprendido entre los 3 y los 9 Kg. aproximadamente, indican un superior contenido en agua y proteína y una proporción notablemente menor de grasa en el cuerpo.

En el cuadro se incluyen, además de los ya comentados, los resultados de SEARLE (1970) que no pueden ser comparados directamente con los nuestros ya que la proporción de los componentes corporales está referida al peso vivo de los corderos.

Estudiando las cifras de composición de los animales machos en comparación con las correspondientes de las hembras, se observa en principio una mayor proporción de sustancia seca en el cuerpo de las hembras a los dos últimos pesos considerados, mientras que a los dos primeros es menor. Se aprecia así mismo un mayor porcentaje de proteína y menor de grasa en los machos en los dos últimos pesos. Estos resultados parecen indicar lo que tan ampliamente ha sido admitido como usual: un desarrollo diferencial en machos y hembras debido a un mayor desarrollo del tejido graso en éstas. No obstante por medio del análisis estadístico se comprobó que las diferencias señaladas no son significativas. Esto podría explicarse considerando el tipo de crecimiento que parecen tener los corderos de raza Churra, con dos etapas, una primera corta de crecimiento rápido con primordial desarrollo muscular (aproximadamente hasta los 12 Kg.) y otra larga de crecimiento lento. Quizá a pesos ligeramente superiores a los estudiados en este experimento, fueran significativas las diferencias de composición entre los sexos.

El análisis estadístico de los datos se resume en las Tablas núms. 4 y 5 correspondientes a los análisis de regresión y de varianza respectivamente. En la Tabla n.º 4 se dan las ecuaciones de predicción de los componentes corporales expresados en porcentaje del peso vivo vacío (sustancia fresca) y de la sustancia seca del mismo. Así mismo, las correspondientes a la predicción del contenido en energía expresado en Kcal. totales y Kcal. por Kg. de sustancia seca del peso vivo vacío. Se incluyen también en la tabla los coeficientes de correlación y regresión, la desviación estandar de la recta y el

CUADRO 1

Composición corporal									
Peso vivo (Kg)	Peso vivo vacío (Kg)	agua		grasa		proteína		energía (Mcal. total.)	AUTOR y raza estudiada
		Kg	%PVV	Kg	%PVV	Kg	%PVV		
3,9-5,9	2,9-4,3	0,1-0,3		0,7-1,1					SEARLE (1970) (Merino y Corriedale) JACUSCH y col. (1970) (Border Leicester × Me- rino × Dorset Horn.)
3,1-8,9	4,2	74,1	2,8		18,6				
5,3	5,2	70,7	8,2		16,4			8,4	Datos propios (Churra)
11,0-12,4	7,3-8,6	1,1-1,4		1,9-2,2					SEARLE (Ibid.)
	12,3	8,96	0,63	2,11	17,1	17,6			BURTON y REID (1969)
	14,3	9,39	1,75	2,40	16,8	30,0			(Shropshire)
9,0	8,5	67,1	11,2		17,0	16,3			Datos propios
15,0	13,4	63,8	16,3		16,1	30,7			»
	17,2	10,93	2,62	2,86	16,6	41,1			BURTON y REID (Ibid.)
	18,9	12,56	2,42	3,20	16,8	40,4			»
15,0-23,9	10,6-14,6	1,1-4,8		2,2-3,4					SEARLE (Ibid.)
	20,0	12,4-14,4	62 a	3,3-3,8	16,5 a	38,7-48,9			REID (1968a)*
		71	17,5	19,0					
18,3	16,6	61,7	19,8		15,2	42,0			Datos propios

* En este caso, las cifras relativas a los porcentajes de agua, grasa y proteína fueron calculados por nosotros a partir de las cantidades absolutas (Kg).

test de significación. Este último indica que todas las regresiones son significativas ($P < 0,001$) si bien la del contenido en cenizas, expresado en porcentaje del peso vivo vacío (sustancia fresca), lo es a un menor nivel ($P < 0,01$).

TABLA 4
Ecuaciones de regresión

X	Y	Recta de regresión	R	R ²	Desv. st.	F	P
PVV (Kg)	Humedad (% PVV)	$Y = 74,226 - 0,76807X$	-0.844	0.712	1,148	459,482	$P < 0,001$
»	Sust. seca (% PVV)	$Y = 25,775 + 0,76807X$	+0.844	0.712	2,233	94,104	$P < 0,001$
»	Cenizas (% SS PVV)	$Y = 18,427 - 0,47274X$	-0.882	0.778	1,136	133,328	$P < 0,001$
»	Cenizas (% PVV)	$Y = 5,098 - 0,05937X$	-0.499	0.249	0,473	12,483	$P < 0,01$
»	Proteína (% SS PVV)	$Y = 63,547 - 1,40459X$	-0.857	0.734	5,356	36,281	$P < 0,001$
»	Proteína (% PVV)	$Y = 17,388 - 0,11148X$	-0.527	0.278	0,826	14,438	$P < 0,001$
»	Grasa (% SS PVV)	$Y = 17,102 + 2,05542X$	+0.887	0.787	4,902	138,812	$P < 0,001$
»	Grasa (% PVV)	$Y = 2,870 + 1,00993X$	+0.886	0.750	2,453	141,224	$P < 0,001$
»	Energía (Kcal. PVV)	$Y = 2929,930X - 7697,315$	+0.977	0.954	12824,1	32,109	$P < 0,001$
»	Energía (Kcal/Kg SS)	$Y = 4952,163 + 99,99243X$	+0.898	0.806	256,854	111,141	$P < 0,001$
PV (Kg)	Peso Vivo Vacío (Kg)	$Y = 0,618 + 0,86743X$	+0.997	0.994	0,319	7714,27	$P < 0,001$
»	Peso de la canal (Kg)	$Y = 0,21 + 0,5003X$	+0.993	0.986	0,321	2549,02	$P < 0,001$

R = Coeficiente de correlación; F = test de significación; P = probabilidad; PVV = peso del cuerpo vivo vacío; PV = peso del cuerpo vivo.

TABLA 5
Análisis de varianza de la composición corporal

Sustancia seca (% Peso Vivo Vacío)				
Causa de la variación	g.l.	Suma Cuadrados	Cuadrado medio	F
Entre pesos	3	475,08	158,36	31,12***
Entre sexos	1	1,98	1,98	0,39
Interacción	3	13,64	4,55	0,89
Error	33	167,91	5,09	
Total	39	658,608		
Cenizas (% Sustancia Seca Peso Vivo Vacío)				
Causa de la variación	g.l.	Suma Cuadrados	Cuadrado medio	F
Entre pesos	3	49,66	16,55	11,43***
Entre sexos	1	0,31	0,31	0,22
Interacción	3	129,95	43,32	29,92***
Error	33	47,80	1,45	
Total	39	227,72		

TABLA 5
(Continuación)

Proteína (% Sustancia Seca Peso Vivo Vacío)				
Causa de la Variación	g.l.	Suma Cuadrados	Cuadrado medio	F
Entre pesos	3	1557,72	519,24	33,32***
Entre sexos	1	1,29	1,29	0,08
Interacción	3	57,51	19,17	1,23
Error	33	514,26	15,58	
Total	39	2130,79		

Grasa (% Sustancia Seca Peso Vivo Vacío)				
Causa de la variación	g.l.	Suma Cuadrados	Cuadrado medio	F
Entre pesos	3	3324,48	1108,16	42,39***
Entre sexos	1	2,12	2,12	0,08
Interacción	3	59,92	19,97	0,76
Error	33	862,61	26,14	
Total	39	4249,124		

Energía (Kcal/Kg. Sust. Seca Peso Vivo Vacío)				
Causa de la variación	g. l.	Suma Cuadrados	Cuadrado medio	F
Entre pesos	3	6699834,36	2233278,12	24,842***
Entre sexos	1	37244,46	37244,46	0,41
Interacción	3	135793,27	45264,42	0,50
Error	33	2966597,02	89896,87	
Total	39	9839469,11		

g. l. = grados de libertad; F = Test de significación; *** = Probab. < 0.001.

Las figuras 7-15 corresponden a las representaciones gráficas de las rectas de regresión.

El análisis de varianza proporciona un conocimiento de las causas a que es debida la variación de la composición corporal de los corderos estudiados. Los resultados del mismo indican que sólo el peso, y en el caso de las cenizas la interacción peso-sexo, es causa significativa ($P < 0,001$) de la variación.

En cuanto al problema de la influencia del sexo sobre la composición, se realizó, para mayor seguridad, un estudio estadístico usando el test de significación de la «t de Student» para las diferencias entre las medias de cada sexo

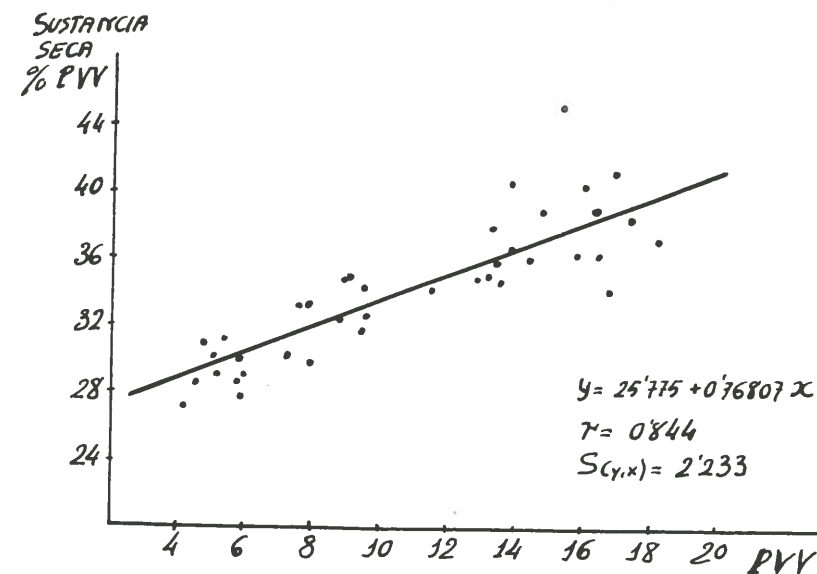


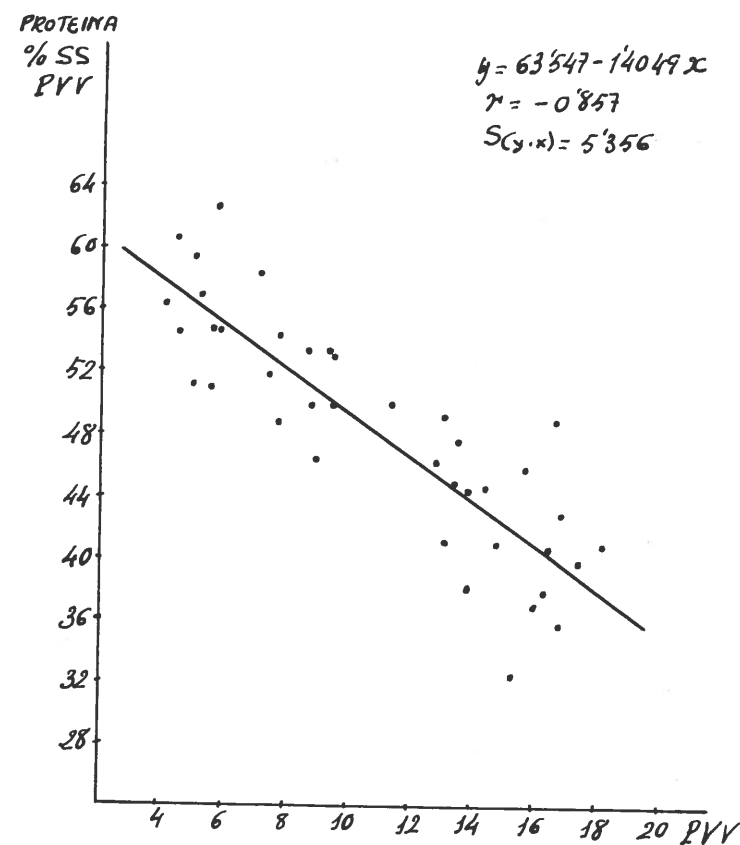
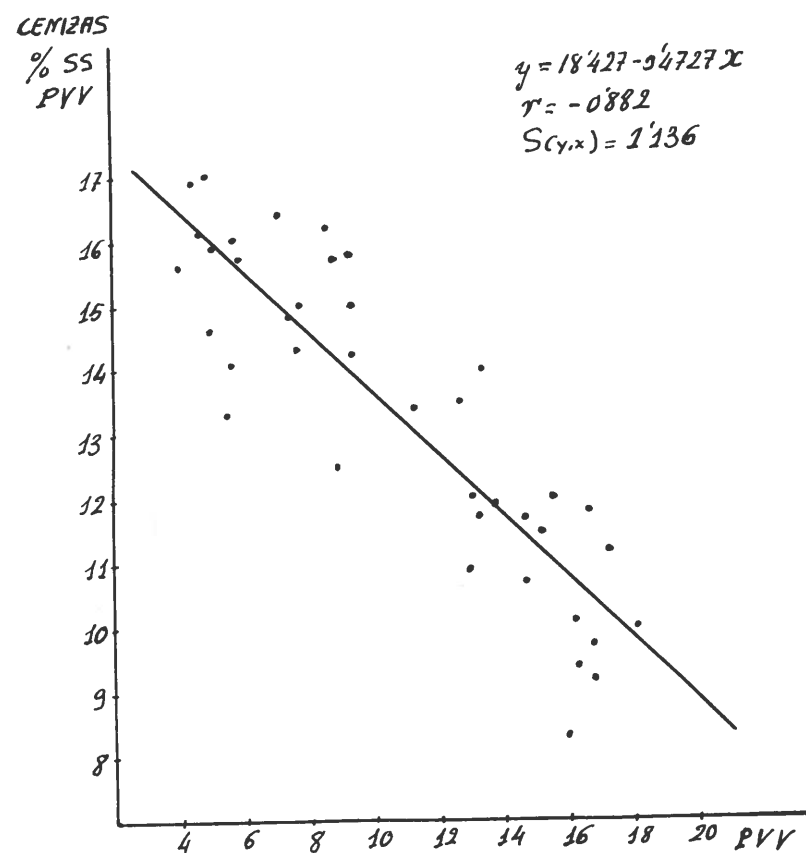
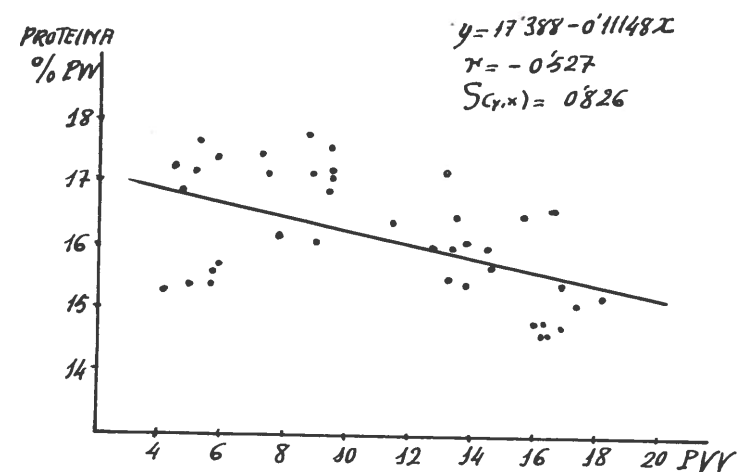
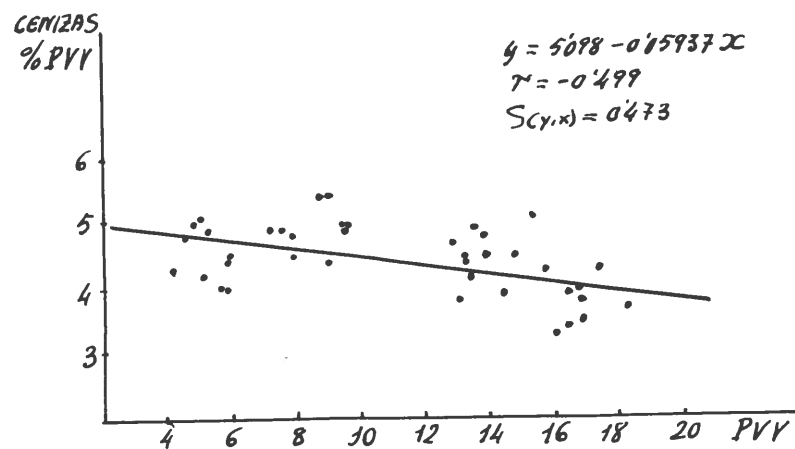
Figura n.º 7.—Regresión de la sustancia seca sobre el peso vivo vacío.

dentro de cada grupo. Los resultados de este estudio indicaron que las diferencias debidas al sexo no son significativas en el caso que nos ocupa.

Aparte de este último hallazgo, la conclusión a nuestro juicio más importante del análisis estadístico, es confirmar la estrecha relación existente entre la composición corporal por una parte y por otra el peso vivo del animal y el peso vivo vacío. El nivel de significación encontrada indica, fuera de toda duda, que al aumentar el peso aumentan la sustancia seca, la grasa y la energía contenidos en el organismo, en tanto que disminuyen el agua, la proteína y el contenido mineral.

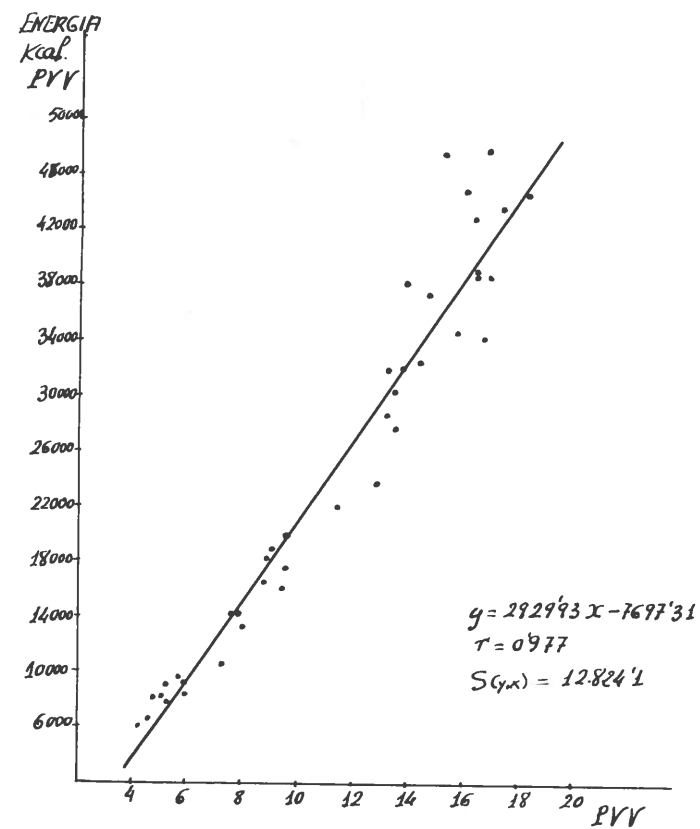
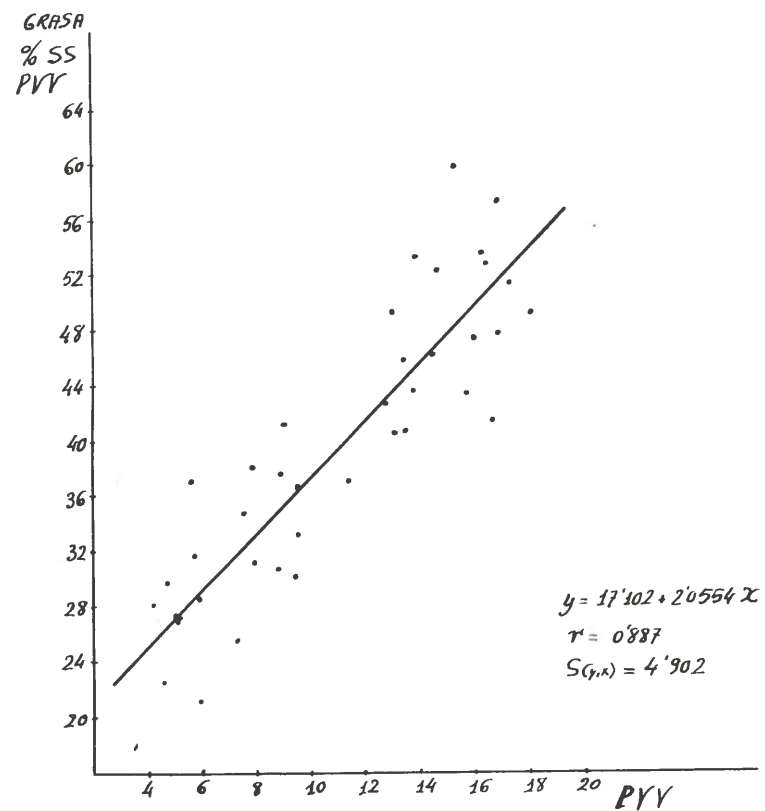
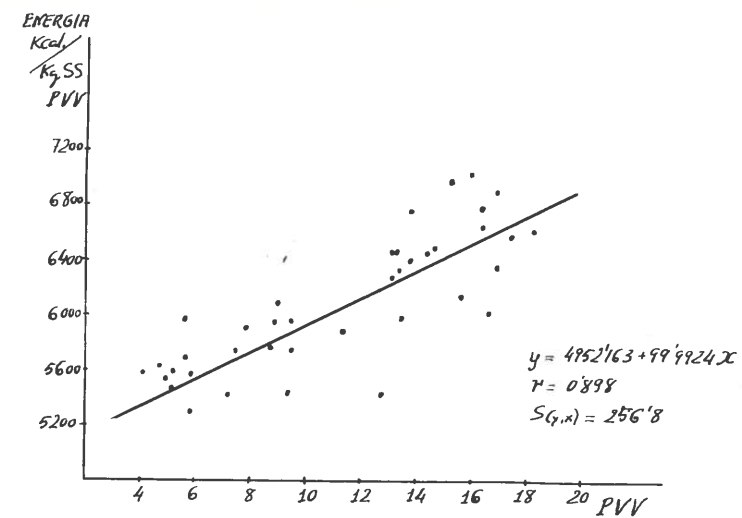
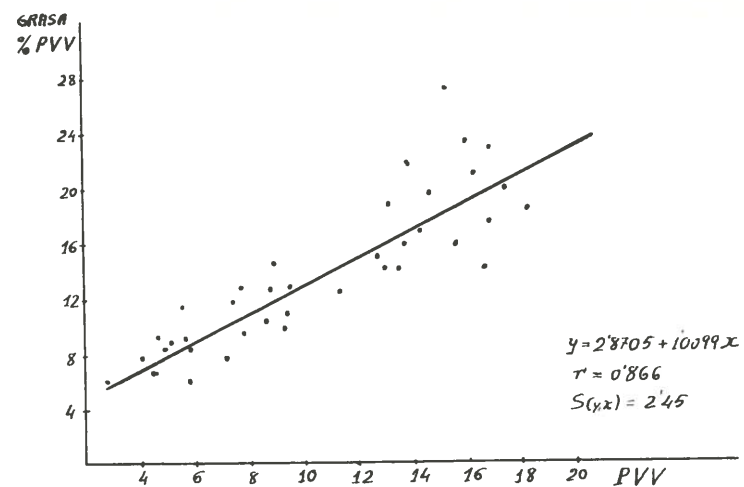
En general pues, los resultados se ajustan al modelo de variación de la composición corporal que se deduce de los resultados de autores como REID y col. (1968a y b), Mc GRAHAN (1970), JAGUSH (1970) y RATTRAY (1974). Las ecuaciones de predicción son similares a las de estos autores si bien los coeficientes de regresión son, en algunos casos, ligeramente inferiores en nuestro estudio, posiblemente debido al menor número de animales utilizados.

Los coeficientes de correlación que figuran en la Tabla 4 son todos superiores a 0,8 y en algunos casos muy próximos a la unidad. Sólo constituye una excepción el coeficiente de correlación de las cenizas con el peso vivo vacío, que no llega a 0,5. Pero esto no es sorprendente puesto que autores como REID (1971) y RATTRAY (1974) han obtenido coeficientes de orden similar.



Figuras núms. 8 y 9.—Regresión de las cenizas, en sustancia fresca y sustancia seca, sobre el peso vivo vacío.

Figuras núms. 10 y 11.—Regresión de la proteína, en sustancia fresca y sustancia seca, sobre el peso vivo vacío.



Figuras núms. 12 y 13.—Regresión de la grasa, en sustancia fresca y sustancia seca, sobre el peso vivo vacío.

Figs núms. 14 y 15.—Regresión de la energía total y por Kg. de sustancia seca, sobre el peso vivo vacío.

5.3. COMPOSICIÓN TISULAR DE LA CANAL.

Como ya se ha indicado, los resultados obtenidos al separar por disección el hueso, el músculo y la grasa que integran la canal de cada uno de los animales, figuran en la Tabla IV del Apéndice.

Las cifras medias del peso absoluto de los tres tejidos para cada uno de los grupos se incluyen en la Tabla 6 que figura a continuación. En la misma se incluyen los errores estandar de las medias y el porcentaje que representan la grasa, el músculo y el hueso en el total de la canal. Así mismo en la Tabla se incluyen por separado los resultados medios correspondientes a cada sexo para los cuatro pesos estudiados.

La evolución relativa de los distintos tejidos en el transcurso del crecimiento queda patente de un modo gráfico en la figura n.º 16.

Tanto en la Tabla como en la Figura puede apreciarse que la proporción de músculo y hueso en la canal descende al aumentar el peso del animal en tanto que la proporción de grasa se incrementa.

TABLA 6
Composición de la canal
Cantidades absolutas y porcentajes de los componentes tisulares separados por disección

Grupo	Sexo	Peso Canal	Grasa		Músculo		Hueso	
		(Kg)	(Kg)	%	(Kg)	%	(Kg)	%
1º	m,h	2,108±0,94	0,226±0,026	10,6	1,384±0,105	64,4	0,542±0,037	25,1
1º	m,	2,012±0,185	0,196±0,026	9,5	1,296±0,198	62,5	0,584±0,021	28,0
1º	h,	2,206±0,088	0,257±0,080	11,5	1,472±0,090	66,1	0,499±0,070	22,3
2º	m,h	4,982±0,185	0,803±0,048	14,8	3,447±0,107	63,8	1,151±0,046	21,3
2º	m,	4,970±0,170	0,771±0,097	15,4	3,318±0,088	62,1	1,201±0,047	22,5
2º	h,	4,995±0,128	0,834±0,034	14,3	3,576±0,183	65,6	1,101±0,078	20,1
3º	m,h	7,586±0,178	1,432±0,151	19,5	4,519±0,090	61,5	1,394±0,061	19,0
3º	m,	7,643±0,163	1,507±0,252	19,9	4,541±0,614	61,4	1,502±0,079	18,7
3º	h,	7,530±0,339	1,358±0,080	19,1	4,414±0,110	61,7	1,285±0,028	19,3
4º	m,h	9,356±0,157	2,311±0,160	24,0	5,639±0,140	59,7	1,546±0,081	16,4
4º	m,	9,246±0,122	2,181±0,211	25,2	5,625±0,025	58,9	1,468±0,125	16,6
4º	h,	9,466±1,763	2,350±0,166	22,8	5,654±0,311	61,1	1,624±0,103	16,1

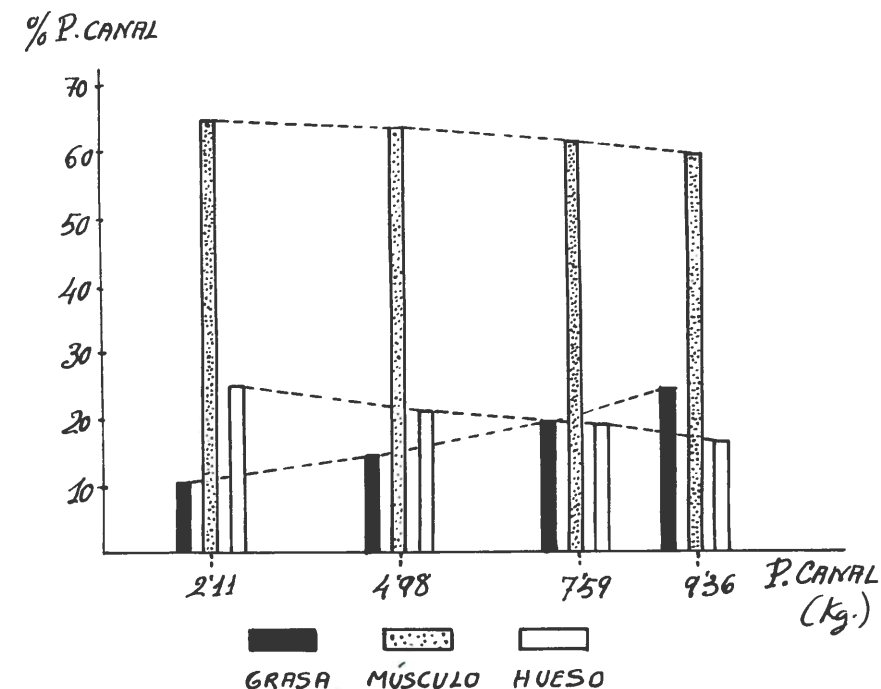


Figura n.º 16.—Representación gráfica de la partición del peso de la canal en cuatro fases del desarrollo.

Poco después del nacimiento la canal está constituida, aproximadamente, por un 11% de grasa, un 64% de músculo y un 25% de hueso. Por el contrario cuando los animales se aproximan a los 20 Kg. de peso vivo, el tejido graso representa ya un 24% del peso de la canal, mientras que la masa muscular ha descendido ligeramente (60% aprox.) y el esqueleto representa a este peso solamente un 16% del total. Para los tres tejidos esta evolución se realiza de un modo regular de forma que para las etapas intermedias las cifras también son intermedias. Las diferencias entre ambos sexos por lo que respecta a la composición tisular no parecen ser consistentes en el material estudiado por nosotros. Ello puede interpretarse en el sentido de que el dimorfismo sexual no se manifiesta a este respecto en la raza Churra en esta fase inicial del desarrollo. Habida cuenta de que en las condiciones normales de explotación los animales se sacrifican a un peso vivo muy inferior a los 20 Kg. no parece existir ninguna superioridad de uno de los sexos por lo que respecta a la calidad de las canales del cordero lechal.

Las relaciones mutuas entre los distintos tejidos y su variación en el transcurso del crecimiento se hacen más evidentes cuando uno de ellos se toma como unidad de comparación. Con este fin se ha confeccionado la Tabla n.º 7. En ella puede apreciarse cómo la razón músculo: grasa, se reduce desde

algo más de 6, a los 5 Kg. aproximadamente, hasta 2,5 a los 20 Kg. aproximadamente. Análogamente el hueso, cuyo peso inicial era 2,4 veces el de la grasa, sólo representa al final el 70% de ésta. El mayor desarrollo del músculo en la vida postnatal queda claramente manifiesto cuando se observa que poco después del nacimiento la masa muscular pesa solamente 2,6 veces más que el esqueleto, aumentando hasta 3,6 veces al final del período estudiado.

Los resultados reflejan claramente el proceso del desarrollo de los tejidos y sistemas del animal de acuerdo con el esquema tradicional de Hammond. El esqueleto, la masa muscular y la grasa (subcutánea, intramuscular e intermuscular) tienen un período de máximo desarrollo en fases sucesivas del crecimiento del animal y precisamente en el orden en que se citan.

TABLA 7
Relación entre grasa, músculo y hueso de la canal

Razón	1º Grupo	2º Grupo	3º Grupo	4º Grupo
Músculo: Grasa	6,1 : 1	4,3 : 1	3,2 : 1	2,5 : 1
Hueso: Grasa	2,4 : 1	1,4 : 1	1,0 : 1	0,7 : 1
Músculo : Hueso	2,6 : 1	3,0 : 1	3,2 : 1	3,6 : 1

Los resultados obtenidos por disección de la canal guardan un evidente paralelismo con los derivados de la composición química del cuerpo. Músculo, grasa y hueso de la canal corresponde, «grosso modo», a proteína, grasa y cenizas del cuerpo. No obstante para poder conocer la relación exacta entre componentes tisulares y químicos habría sido necesario determinar la composición química de la canal, lo que no fue posible por dificultades prácticas.

Debido a que los trabajos relativos a la composición de la canal, se han llevado a cabo, generalmente, con corderos de pesos superiores a los estudiados aquí, la discusión de nuestros resultados sólo puede ser hecha comparando datos referentes a canales de distintos pesos. La comparación, no obstante, permite hacer ciertas deducciones.

Según KEMP y BARTÓN (1969), los porcentajes de hueso, músculo y grasa en la canal de 126 corderos neozelandeses, de pesos a la canal comprendidos entre 7,98 y 23,90 Kg., son para las canales de tipo medio 17,3, 52,3 y 30,1% respectivamente.

Nuestros resultados, correspondientes a los corderos de mayor peso, se aproximan más a los estimados por KEMP y BARTON y en el mismo trabajo, para canales de 20,4 Kg por medio de la ecuación de FIELD y col. (1963). Las cifras obtenidas para el contenido en hueso, músculo y grasa son respectivamente, 15,3, 55,8 y 28,0. Teniendo en cuenta que nuestros datos se refieren a canales de aproximadamente 9 Kg. de peso, es fácil deducir de esta comparación que la proporción de la grasa disecable es notablemente mayor en nuestros corderos.

La evolución del contenido en los tres tejidos mayoritarios al aumentar el peso es similar en nuestros corderos y en los corderos Southdown y Ronney (FOURIE y col., 1970). Estos autores obtienen para canales de 5 Kg. de peso las cifras siguientes, relativas a la proporción de grasa, músculo y hueso respectivamente: 15, 5-17, 7%, 57, 4-58, 6%, y 12, 9-16, 2%. En canales de 10 Kg. las proporciones correspondientes son de 20, 8-24, 1%, 54, 6-55, 9% y de 10, 3-13, 4%. Nuestros datos indican una mayor proporción del hueso y del músculo para el primer peso de la canal y un mayor contenido en hueso y en grasa en la canal de 10 Kg. de peso.

De la composición corporal de la canal se deduce, por lo que acabamos de ver, un engrasamiento más precoz de nuestros corderos en comparación con los de otras razas. Puesto que los datos relativos a la composición química del cuerpo apuntaban en el mismo sentido, consideramos que tal deducción está justificada.

En los corderos de raza Churra, por tanto, el aumento del contenido de grasa en detrimento del contenido de proteína (y músculo), es muy importante a partir de los 10-15 Kg. de peso vivo. Por esta razón parece justificado que nuestros corderos sean sacrificados cuando alcanzan un peso vivo próximo a los 12 Kg., peso en torno al cual el rendimiento y el valor nutritivo del animal parecen ser máximos.

No obstante es posible que un destete precoz y una alimentación basada en dietas líquidas de adecuada formulación pudiera permitir el aprovechamiento al máximo de la etapa de crecimiento más activa, hasta los 14-15 Kg. proporcionando canales de carne blanca de mucho mayor valor alimenticio que las actuales procedentes de animales sacrificados a los 8-10 Kg. de peso vivo.

5.4. COMPOSICIÓN DE LA GANANCIA EN PESO

Una de las más directas aplicaciones de los resultados obtenidos es la posibilidad de conocer la cantidad de los distintos componentes químicos retenidos en la ganancia en peso de los corderos entre dos puntos (dos pesos) de su curva de crecimiento. Siempre que se conozca la correspondencia peso-edad, es posible calcular la composición del incremento en peso vivo que corresponde a un período de tiempo determinado.

Con este fin se han realizado los cálculos precisos para estimar la composición de la ganancia en peso. En la Tabla n.º 8 se dan las ganancias de cada componente corporal en peso vivo y peso vivo vacío para cada uno de los tres intervalos de peso considerados. En la Tabla n.º 9 figura la cantidad de los distintos componentes depositada por cada 100 g. de ganancia en peso vivo.

La relación entre grasa y proteína, como componentes de la ganancia ponderal, es de aproximadamente la unidad hasta que los corderos tienen un peso vivo de 9 Kg.; aumenta hasta hacerse de casi dos a los 15 Kg. y más de tres a los 18,5 Kg. Esta tendencia es similar a la que se deduce de los

resultados referidos por GRAHAN (1970), según los cuales la relación grasa: proteína, sería de 1:1 hasta los 15 Kg. de peso vivo para llegar a 7:1 por encima de los 30 Kg. de peso vivo, si bien en nuestro caso el incremento de la grasa es más rápido al principio.

TABLA 8
Ganancia en peso y su composición
Incremento en peso vivo, peso vivo vacío y componentes corporales expresado en cantidades absolutas y en porcentajes de la ganancia en peso vivo vacío.

Ganancia (G)	Intervalos de peso vivo (Kg)		
	5.3-9.0	9.0-15.0	15.0-18.3
Peso vivo (Kg)	3.71	5.98	3.28
Peso vivo vacío (Kg)	3.38	4.88	3.28
Humedad (Kg)	2.07	2.83	1.59
Humedad (% de G)	61.5	58.0	50.2
Sust. seca (Kg)	1.30	2.05	1.58
Sust. (% de G)	38.5	42.0	49.8
Cenizas (Kg)	0.19	0.17	0.06
Cenizas (% de G)	5.5	3.5	1.8
Cenizas (% de SS de G)	14.3	8.4	3.6
Proteína (Kg)	0.61	0.71	0.34
Proteína (% de G)	17.9	14.6	10.9
Proteína (% de SS de G)	46.6	34.8	21.9
Grasa (Kg)	0.52	1.23	1.19
Grasa (% de G)	15.3	25.2	37.5
Grasa (% de SS de G)	39.8	59.9	75.4
Energía retenida (Kcal)	7637	14766	12056
Energía (Kcal/Kg de G)	2262	3028	3803
Energía (Kcal/Kg SS de G)	5874	7207	7637

TABLA 9
Componentes depositados por cada 100 gr. de ganancia en peso vivo (excluido el contenido del aparato digestivo).

Componente	Intervalos de peso vivo (Kg)		
	5.3-9.0	9.0-15.0	15.0-18.3
Peso vivo vacío	91	82	96
Humedad	56	47	49
Sustancia seca	35	34	48
Cenizas	5	3	2
Proteína	16	12	11
Grasa	14	24	36
Energía (Kcal)	205	247	367

Nuestros resultados son similares a los de NORTON y col. (1970) con corderos de peso vivo desde 5 Kg. que ganan 200 g / día durante tres semanas con un contenido del 28,5% de proteína en la dieta. La ganancia de nuestros corderos resulta ser más rica en grasa y cenizas y menos en agua.

5.5. ESTIMACIONES DE LAS NECESIDADES PROTÉICAS Y ENERGÉTICAS DE LOS CORDEROS EN CRECIMIENTO.

La determinación de las necesidades nutritivas de los corderos en crecimiento por el método factorial exige el conocimiento de múltiples datos relativos al metabolismo, que aún no han sido en su totalidad estudiados en corderos en este primer período del crecimiento, ni por supuesto en razas similares a la Churra.

Por ello lo que aquí se intenta es estimar unas necesidades aproximadas utilizando los datos conocidos de la forma más correcta posible.

El método factorial para el establecimiento de las necesidades nutritivas se basa en la adición de todas las pérdidas metabólicas del nutriente en cuestión o de la energía y la cantidad que el cuerpo del animal retiene (en el caso del crecimiento) o que aparece en la producción (leche, por ejemplo).

Es evidente que dentro de este contexto, las necesidades proteicas y los requerimientos energéticos son los dos aspectos más importantes en alimentación animal.

Consideraremos en primer lugar las necesidades proteicas que se expresan universalmente como proteína digestible en la dieta.

Los datos básicos que es preciso conocer son los siguientes:

Nitrógeno Endógeno Urinario (NEU) gr. / día.

Nitrógeno Metabólico Fecal (NMF) gr. / día.

Proteína retenida en la lana (Pl) gr. / día.

Proteína retenida en el cuerpo (Pc) gr./día.

Valor Biológico de la Proteína (VB).

A partir de ellos y según la fórmula propuesta por el Agricultural Research Council Británico (1965), tenemos:

Necesidades
Proteína
Digestible

}

= (NEU + NMF) × 6,25 + Pl + Pc × 100 / VB (1)

Por medio de la cual se obtiene la cantidad mínima diaria de «proteína digestible» que el animal debe recibir con la dieta.

Los cálculos, tanto para la proteína digestible como para la energía metabolizable, se han realizado para dos períodos consecutivos del crecimiento comprendidos entre los intervalos de peso desde los cinco hasta los 12,5 Kg. de peso vivo y desde los 12,5 hasta los 18,5 Kgs. de peso vivo, considerando

una ganancia diaria en peso de 195 gr. para el primer período y de 174 gr. para el segundo. Esta es la ganancia en peso, media para estos dos períodos, que se deduce de los datos de SANZ ARIAS y col. (1975) sobre el crecimiento de corderos de raza Churra y que concuerdan con nuestras observaciones.

A continuación detallamos los cálculos, indicando la procedencia de los datos utilizados.

Necesidades proteicas.

La primera fase del crecimiento estudiada abarca desde los 5 a los 12,5 Kg. y las cifras se refieren por tanto a un animal de peso intermedio cuyo incremento medio diario en peso vivo durante el intervalo es de 195 gr. (SANZ ARIAS y col., 1975).

NEU = 0,73 gr./día (Agricultural Research Council, 1965 y WALKER, 1964).

NMF = 0,71 gr./ día. A esta cifra se llega admitiendo que el NMF es igual a 0,29 gr. por 100 gr. de sustancia seca ingerida (WALKER, 1964) y que la sustancia seca ingerida al día por estos corderos es de aproximadamente 244 gr. (SANZ ARIAS y col., 1975).

Pl = 3,5 gr./ día, que resultan de considerar un incremento diario en el peso del vellón de 5 gr./día (datos propios) que equivalen a 3,5 gr. de lana limpia (70%) que pueden considerarse prácticamente como proteína en su totalidad (A.R.C., 1965).

Pc = 27,5 gr./ día, dada una retención de 14,1 gr. de proteína por cada 100 gr. de ganancia en peso vivo (datos propios, véase anteriormente Tabla n.º 9).

VB de la proteína = 80 %, dado que es la cifra que se admite para la proteína de la leche, (A. R. C., 1965).

Sustituyendo en la ecuación (1), se tiene:

$$\left. \begin{array}{l} \text{Necesidades} \\ \text{Proteína} \\ \text{Digestible} \end{array} \right\} = (0,73 + 0,71) \times 6,25 + 3,5 + 27,5 \times 100 / 80 = 50 \text{ gr / día.}$$

La segunda fase del crecimiento estudiada abarca desde los 12,5 Kg a los 18,5 Kg de peso vivo y las cifras se refieren a un animal de peso intermedio cuyo incremento medio diario en peso vivo durante el intervalo es de 174 gr. (SANZ ARIAS, Ibid.).

NEU = 0,99 gr / día (A. R. C., Ibid.).

NMF = 2,52 gr / día, considerando una ingestión de 631 gr. de sustancia seca al día.

Pl = 3,5 gr/día (A. R. C., Ibid.)

Pc = 19,5 gr / día, según datos propios, considerada una retención de 11,3 gr. de proteína por cada 100 gr. de ganancia en peso vivo (véase Tabla 9).

VB de la proteína = 65% (este es el valor biológico que el A.R. C. estima para la proteína de las dietas normalmente suministradas a los corderos en recría).

Sustituyendo en la ecuación (1), tenemos:

$$\left. \begin{array}{l} \text{Necesidades} \\ \text{Proteína} \\ \text{digestible} \end{array} \right\} = (0,99 + 2,52) \times 6,25 + 3,5 + 19,5 \times 100 / 65 = 69 \text{ gr / día.}$$

En las tablas de necesidades más usuales, alemanas, inglesas y norteamericanas, no figuran datos relativos a las necesidades de proteína digestible de animales de los pesos estudiados por nosotros.

La explicación de esta laguna es doble y se basa en la radical diferencia que existe en el manejo del ganado lanar entre estos países y el nuestro. Por una parte, los animales se crían en lactancia natural pues las ovejas no se ordeñan —mientras que nuestras ovejas se ordeñan para la producción quesera—. Por otra parte, los corderos son sacrificados a pesos muy superiores, en comparación con lo que es usual en nuestro país. Por ello las necesidades no se establecen más que a partir de los 20 ó incluso 30 Kg de peso vivo, dado que el peso adulto del animal o el peso en el momento del sacrificio son muy superiores a los que alcanzan los corderos de raza Churra.

Por lo tanto nuestros datos pueden suponer una aportación original al conocimiento de las necesidades del ganado lanar en esta primera etapa del desarrollo.

No obstante el Agricultural Research Council ha propuesto cifras indicativas de las necesidades en proteína utilizable para corderos cuyo peso vivo está comprendido entre los 5 y los 20 Kg y que crecen a dos ritmos diferentes de 100 y 200 gr de ganancia diaria. Con el fin de comparar nuestras estimaciones con las cifras propuestas por el citado organismo, es necesario, por una parte, convertir la proteína digestible en proteína utilizable, y por otra, ajustar nuestros datos de composición a ganancias diarias de 100 y 200 gr. de peso vivo.

Para convertir las necesidades de proteína digestible en necesidades de proteína utilizable, basta con suprimir en la ecuación (1) el término referente al NMF, con lo que queda:

$$\left. \begin{array}{l} \text{Necesidades} \\ \text{proteína} \\ \text{utilizable} \end{array} \right\} = (\text{NEU} \times 6,25 + \text{Pl} + \text{Pc}) \times 100 / \text{VB} (2)$$

Resulta evidente que el cálculo de las necesidades en proteína utilizable es más simple ya que no interviene la cantidad de sustancia seca ingerida (de la que depende el NMF).

En cuanto a la proteína contenida en 100 gramos de ganancia en peso, las cifras obtenidas a partir de nuestros datos son de aproximadamente 14,1 gr. para el intervalo de 5 a 12,5 Kg de peso vivo y de aprox. 11,3 para el intervalo de 12,5 a 18,5 Kg de peso vivo (véase Tabla 9).

Sustituyendo en la ecuación (2), tendremos:

En el caso de corderos de 5 a 12,5 Kg de peso vivo.

a) Para una ganancia en peso de 100 gr. diarios:

$$\left. \begin{array}{l} \text{Necesidades} \\ \text{proteína} \\ \text{utilizable} \end{array} \right\} = (0,73 \times 6,25 + 3,5 + 14,1) \times 100 / 80 = 27,8 \text{ gr / día.}$$

b) Para una ganancia en peso de 200 gr. diarios:

$$\left. \begin{array}{l} \text{Necesidades} \\ \text{proteína} \\ \text{utilizable} \end{array} \right\} = (0,73 \times 6,25 + 3,5 + 28,2) \times 100 / 80 = 45,3 \text{ gr / día.}$$

En el caso de los corderos de 12,5 a 18,5 Kg de peso vivo.

a) Para una ganancia en peso de 100 gr:

$$\left. \begin{array}{l} \text{Necesidades} \\ \text{proteína} \\ \text{utilizable} \end{array} \right\} = (0,99 \times 6,25 + 3,5 + 11,3) \times 100 / 65 = 32,2 \text{ gr / día.}$$

b) Para una ganancia en peso de 200 gr.:

$$\left. \begin{array}{l} \text{Necesidades} \\ \text{proteína} \\ \text{utilizable} \end{array} \right\} = (0,99 \times 6,25 + 3,5 + 22,6) \times 100 / 65 = 49,6 \text{ gr / día.}$$

En el cuadro 2, recogemos nuestros datos y los del Agricultural Research Council con el fin de establecer más fácilmente la comparación.

Como puede observarse en el cuadro, nuestros corderos tienen, durante los dos períodos del crecimiento considerados, menores requerimientos de proteína utilizable. La diferencia es muy pequeña considerando una ganancia diaria en peso de 100 gr., pero notable cuando la ganancia diaria es de 200 gr., que es muy próxima a la que realizan nuestros corderos.

CUADRO 2

peso vivo (Kg)	Necesidades de prot. utilizable (gr/día) Ganancia diaria en peso (gr/día)		
	100	200	
5-10	30	55	A. R. C.
5-12,5	28	45	Datos propios
15-20	35	60	A. R. C.
12,5-18,5	32	50	Datos propios

Necesidades energéticas

Por lo que se refiere a las necesidades energéticas, su estimación por el método factorial se realiza a partir de los siguientes datos básicos:

Metabolismo de ayuno (MA), Kcal / Kg peso vivo.

Energía gastada en la actividad corporal o incremento de actividad, (IA), Kcal / Kg peso vivo.

Energía retenida en el cuerpo y la lana durante el crecimiento, (Ec), Kcal / día.

Eficiencia de utilización de la energía metabolizable para el mantenimiento (Km).

Eficiencia de utilización de la energía metabolizable para el crecimiento (Kc).

A partir de ellos y según la fórmula propuesta así mismo por el Agricultural Research Council (Ibid.), tenemos:

$$\left. \begin{array}{l} \text{Necesidades} \\ \text{energía} \\ \text{metabolizable} \end{array} \right\} = (MA + IA) \times \text{Kg peso vivo} \times Km + Ec + Kc \quad (3)$$

Esta fórmula, evidentemente, nos da la energía metabolizable que el animal precisa para sus funciones tanto de mantenimiento como de producción, en nuestro caso el crecimiento.

La primera fase del crecimiento estudiada abarca desde los 5 a los 12,5 Kg y las cifras se refieren a un animal de peso intermedio cuyo incremento medio diario en peso vivo durante el intervalo es de 195 gr. (SANZ ARIAS y col., 1975).

Metabolismo de ayuno = 61 Kcal / Kg peso vivo (este dato ha sido calculado por WALKER, 1964, a partir de los resultados de BLAXTER de 1962).

Energía gastada en la actividad corporal = 9,15 Kcal / Kg peso vivo, considerando que este incremento de actividad representa un 15% del metabolismo de ayuno, (A. R. C., Ibid.).

Energía retenida en el cuerpo = 440 Kcal / día, teniendo en cuenta que para este período la retención de energía es de 226 Kcal por cada 100 gramos de ganancia del peso vivo (datos propios, ver Tabla 9).

Energía retenida en la lana = 34 Kcal. tomando como calor de combustión de la lana la cifra de 6,8 Kcal /gr. (PALADINES, 1964).

Km = 74% (A.R.C., Ibid.)

Kc = 85% (A. R. C., Ibid.)

Sustituyendo en la ecuación (3), se tiene:

$$\left. \begin{array}{l} \text{Necesidades} \\ \text{energía} \\ \text{metabolizable} \end{array} \right\} = (61 + 9,15) \times 8,75 \times 100 / 74 + (440 + 34) \times 100 / 85 = 1387 \text{ Kcal / día.}$$

Para el estudio de la *segunda fase* del crecimiento que abarca de los 12,5 Kg a los 18,5 Kg de peso vivo, las cifras se refieren a un animal de peso intermedio cuyo incremento diario en peso vivo es de 174 gr. (SANZ ARIAS y col. 1975).

MA = 56 Kcal / día (A. R. C., Ibid.).

IA = 8,4 Kcal / día » » » »

Ec = 534 Kcal / día, teniendo en cuenta que para este período la retención de energía es de 307 Kcal / 100 gr de ganancia.

El = 34 Kcal / día (tomando como calor de combustión de la lana el mismo que en el apartado anterior).

Km = 74% (A. R. C., Ibid).

Kc = 85% (A. R. C., Ibid).

Sustituyendo en la ecuación (3), tenemos:

$$\left. \begin{array}{l} \text{Necesidades} \\ \text{energía} \\ \text{metabolizable} \end{array} \right\} = (56 + 8,4) \times 15,3 \times 100 / 74 + (534 + 34) \times 100 / 55$$

$$= 2303 \text{ Kcal / día.}$$

Debido al escaso número de trabajos realizados en torno a las necesidades energéticas de los corderos en las primeras etapas del crecimiento, es realmente difícil establecer comparaciones con nuestros resultados. De hecho, no conocemos otros datos relativos al primer período considerado.

No obstante, nuestra estimación de las necesidades energéticas relativas al segundo período considerado, pueden ser cotejadas con las cifras propuestas en 1965 por el Agricultural Research Council, Ibid.

Este organismo, para corderos de 20 Kg de peso vivo alimentados con raciones normales cuyo contenido energético es de 3 Mcal / Kg sustancia seca, estima unas necesidades de 2320 Kcal / día cuando la ganancia diaria en peso del animal es de 200 gr.

Esta cifra es similar a la obtenida por nosotros (2303 Kcal / día) para corderos que, además de tener un peso vivo menor (12,5-18,5), crecen con una ganancia diaria en peso menor (174 gr.).

De cuanto hemos visto en este último capítulo, parece claro deducir que nuestros corderos tienen un requerimiento menor de proteína utilizable y mayor de energía metabolizable, en comparación con animales de otras razas. Ello es consecuencia lógica de la evolución de la composición corporal en el transcurso del crecimiento en los corderos de raza Churra según se infiere de los resultados obtenidos mediante el análisis químico del cuerpo entero y por disección de la canal.

6. CONCLUSIONES

Primera

El aumento de peso vivo de los corderos va asociado con cambios en la composición corporal. Los datos del análisis químico han puesto de manifiesto que entre los 5 y los 18 Kg. de peso vivo, el contenido hídrico se reduce desde el 71 hasta el 62%, del peso vivo vacío, aproximadamente. La proporción de grasa varía en sentido inverso, pasando en el mismo intervalo del 8 al 20%. El porcentaje de proteína disminuye ligeramente desde el 16 hasta el 15 y lo mismo el de cenizas que pasa del 4,5 al 3,9.

El contenido energético aumenta desde 1629 hasta 2132 Kcal / Kg. de peso vivo vacío, en el mismo intervalo.

Las cifras correspondientes a los 9 y 15 Kg. de peso vivo son intermedias entre los extremos señalados, es decir, los cambios en la composición corporal son secuenciales y el análisis estadístico señala que están estrecha y significativamente relacionados con el peso vivo.

Segunda

De forma paralela a la evolución de la composición química del cuerpo, tiene lugar la evolución de la composición tisular de la canal. El porcentaje de músculo en la canal se reduce al aumentar el peso vivo del animal desde el 64,4% a los 5 Kgs. de peso vivo hasta el 59,7% a los 18 Kg. Análogamente el porcentaje de hueso disminuye de forma notable —desde un 25,1 hasta un 16,4— como consecuencia del desarrollo precoz del esqueleto, en comparación con el músculo y la grasa. Por el contrario, la proporción de grasa aumenta desde el 10,6% hasta el 24,0% del peso de la canal, en el mismo intervalo. La evolución de las relaciones músculo:grasa —que pasa de 6,1:1 a 2,5:1— y de músculo:hueso —que pasa de 2,6:1 a 3,6:1— indican claramente cómo el hueso, el músculo y la grasa alcanzan su máximo desarrollo en este mismo orden.

Tercera

La comparación de nuestros resultados con los obtenidos por otros autores para diversas razas, señala un engrasamiento precoz y progresivo de los corderos de raza Churra.

La deposición de grasa es ya considerable a los 15 Kg. de peso vivo y va asociada con una menor proporción de músculo y de hueso. Se considera que este hecho puede tener implicaciones por lo que respecta a los métodos de cría y al momento óptimo del sacrificio.

Cuarta

Las necesidades proteicas y energéticas, estimadas por el método factorial, a partir de los datos relativos a la composición de la ganancia en peso, resultan ser los siguientes:

– 50 gr de proteínas digestible y 1,4 Mcal. de energía metabolizable por animal y día para corderos de 5 a 12 Kg. de peso vivo que crecen a un ritmo de 195 gr. diarios.

– 69 gr. de proteína digestible y 2,3 Mcal. de energía metabolizable para corderos de 12 a 18 Kg. de peso vivo, cuya ganancia diaria es de 175 gr.

7. RESUMEN

La investigación ha tenido por objeto determinar las variaciones en la composición corporal en los corderos de raza Churra durante el crecimiento. Para ello se realizó inicialmente una amplia revisión bibliográfica, relativa a la metodología e interpretación de los resultados en este tipo de trabajos, que sirvió de base al planteamiento experimental.

Se sacrificaron 49 corderos de raza Churra de Tierra de Campos distribuidos en cuatro grupos (19 en el primero y 10 en cada uno de los restantes) de peso vivo próximo a los 5, 10, 15 y 20 Kg. respectivamente.

En muestras representativas de todo el cuerpo se determinaron, agua, proteína, grasa, cenizas y energía y en las medias canales de los animales de cada grupo se separaron por disección el hueso, el músculo y la grasa.

Los datos de composición química indican que entre los 5 y los 20 Kg. de peso vivo, la proporción de grasa aumenta desde el 8,2% hasta el 19,8% del peso vivo vacío y el contenido energético lo hace desde 1,6 Mcal. hasta 2,4 Mcal/Kg. En el mismo intervalo de peso el porcentaje de agua se reduce desde 70,7 hasta 61,7, el de proteína desde 16,4 hasta 15,2 y el de cenizas desde 4,5 hasta 3,9.

No se observaron diferencias significativas entre los dos sexos por lo que respecta a la composición corporal.

La evolución de las proporciones de músculo, grasa y hueso en la canal de los corderos, guarda relación con las de los componentes químicos del cuerpo. La relación ponderal músculo-grasa se hace cada vez más estrecha pasando de 6:1 a los 5 Kg. de peso vivo, a 2,4:1 a los 20 Kg. La evolución relativa de la masa muscular y del esqueleto queda reflejada en el hecho de que la relación músculo: hueso pasa desde 2,6:1 hasta 3,6:1 en el mismo intervalo.

A partir de la composición corporal de la ganancia diaria de peso se han estimado, por el método factorial, las necesidades de proteína digestible y energía metabolizable de los corderos. Para el período comprendido entre los 5 kg. y los 12,5 Kg de peso vivo, se han obtenido las cifras de 50 gr de proteína

digestible y 1,4 Mcal. de energía metabolizable por animal y día. Cuando la ganancia diaria es del orden de los 200 gr. Para los animales de peso vivo comprendido entre los 12,5 y 18,5 Kg., se estiman unas necesidades de 69 gr de proteína digestible y 2,3 Mcal. de energía metabolizable por día, para animales cuya ganancia diaria es del orden de los 175 gr.

RÉSUMÉ

L'objet de l'investigation a été de déterminer les variations dans la composition corporelle chez les agneaux de race Churra pendant la période d'accroissement. A cette fin l'on revisa d'abord largement la bibliographie existante sur la méthodologie et interprétation des résultats dans cette classe de travail, ce qui servit de base à notre plan ou programme expérimental.

On a sacrifié 19 agneaux de race Churra de «Tierra de Campos», distribués en quatre groupes (19 agneaux dans le premier groupe et 10 agneaux dans chacun des trois autres groupes) avec un poids vivant d'environ 5, 10, 15 et 25 Kg., respectivement.

Dans des échantillons représentatifs de tout le corps on a déterminé la teneur en eau, protéine, graisse, cendres et énergie, et dans les demi-carasses de chaque groupe on a séparé par dissection l'os, le muscle et la graisse.

Les données de la composition chimique indiquent qu'entre 5 et 20 Kg. de poids vivant, la proportion de graisse augmente du 8,2% jusqu'au 19,8% du poids vivant vide, et la teneur énergétique de 1,6 Mcal/Kg jusqu'à, 2,4 Mcal/Kg. Dans le même intervalle de poids le pourcentage d'eau est réduit de 70,7 jusqu'à 61,7 celui de protéine de 16,4 jusqu'à 15,2 et celui de cendres de 4,5 jusqu'à 3,9.

On n'a pas observé de différences significatives entre les deux sexes quant à leur composition corporelle.

L'évolution des proportions du muscle, de la graisse et des os dans la carcasse des agneaux est en relation avec celle des composants chimiques du corps. Le relation pondérale muscle-graisse devient de plus en plus petite, passant de 6:1 aux 5 Kg poids du corps vivant à 2,4:1 aux 20 Kg poids du corps vivant. L'évolution relative de la masse musculaire et du squelette reste expliquée dans le fait de ce que la relation muscle-os passe de 2,6:1 jusqu'à 3,6:1 dans un même intervalle.

A partir de la composition corporelle du gain en poids par jour, on a calculé par la méthode factoriale les nécessités ou besoins de protéine digestible et d'énergie métabolisable des agneaux. Pour la période comprise entre les 5 et les 12,5 Kg de poids de corps vivant, on a obtenu les chiffres de 50 g de protéine digestible et de 1,4 Mcal. d'énergie métabolisable par animal et par

jour. Quand le gain par jour est d'environ de 200 grammes pour les animaux ayant un poids de corps vivant entre les 12,5 et 18,5 Kg, on calcule des nécessités de 69 grammes de protéine digestible et 2,3 Mcal. d'énergie métabolisables par jour pour des animaux dont le gain par jour est d'environ 175 grammes.

SUMMARY

The purpose of our research was to determine the variations in the corporal composition in lambs of Churra race during their growth. For such purpose we have firstly carried out an extensive review of the existing literature on the methodology and interpretation of the results obtained in this kind of work used as the background of our experimental planning.

49 lambs of Churra race from «Tierra de Campos» were slaughtered and distributed into four groups (19 lambs in the first group and 10 lambs in each of the three other groups, weighing about 5, 10, 15, and 20 Kg body weight, respectively.

We have determined water, protein, fat, ash, and energy contents in some samples representing the whole body, and the muscle and the fat contained in the half carcasses of the animals of each group were separated by dissection.

The data of chemical composition indicate that the portion of fat increases from 8.20% to 19.8% empty body weight, and the energy contents increases from 1,6 Mcal / Kg to 2,4 Mcal / kg, between 5 Kg and 20 Kg body weight. In the same interval of weight the percentage of water contents falls from 70.7 down to 61.7, that of protein from 16.4 down to 15.2 and that of ash from 4.5 to 3.9.

Concerning the corporal composition no significant differences were observed between both sexes.

The evolution of the proportions between the muscle, fat, and bone, in the lambs carcasse is related to that of chemical components of the body. The ponderable ratio muscle / fat becomes more and more close: from 6:1 at 5 Kg body weight to 2.4:1 at 20 Kg body weight. The relative evolution of muscular mass and that of skeleton is shown by the fact that muscle bone ratio is from 2.6:1 up to 3.6: 1 in the same interval.

From the corporal composition of the daily weight increase the needs of digestive protein and of metabolisable energy in lambs have been estimated by factorial method. For the period between 5 Kg and 12.5 Kg body weight, we have obtained 50 g of digestive protein and 1.4 Mcal of metabolisable energy daily per animal. When the daily increase is about 200 g in animals weighing between 12.5 and 18.5 Kg, the needs are 69 g of digestive protein and 2.3 Mcal of metabolisable energy daily for animals whose daily increase in body weight is about 175 g.

BIBLIOGRAFIA

- Agricultural Research Council (1965). *The Nutrient Requirements of Farm Livestock. Núm. 2. Ruminants*. Technical Reviews and summaries. A. R. C. London.
- ALTMAN, A. L., D. S. DITTMER (Eds.) (1962) (*Growth. Including. Reproduction and Morphological Development*. Feder. Amer. Soc. Experimental Biology, Washington, D. C.
- ARNETT, E. M., M. STREM, N. HEFFINGER, J. LIPOWITZ and D. MCGUIRE, (1960). Deuterium analysis; a simple and precise method. *Science*, 131, (3414), 1680-1681.
- ARNETT, E. M. and P. McDUGGLEBY (1963). A rapid and simple method of Deuterium Determination. *Analytical chemistry*, 35 (10), 1420-1424.
- ATKINSON, T., V. R. FOWLER, G. A. GARTON and A. K. LOUCH (1972). A rapid method for the Accurate Determination of Lipid in Animal Tissues. *Analyst*, 97, 562-568.
- BARTON, R. A. and KIRTON, A. H. (1958). Carcass weight as an index of carcass components with particular reference to fat. *J. Agric. Sci.*, 50 (3), 331-334.
- BARTON, R. A. and A. H. KIRTON (1958).—The leg and the loin as indices of the composition of New Zealand lamb and mutton carcasses. *N. Z. J. Agric. Res.*, 1 (5), 783.
- BENSADOUN, A., B. D. H. VAN NIEKERK, O. L. PALADINES, and J. T. REID, (1963).—Evaluation of antipyrine, N-acetyl-4-aminoantipyrine and shrunk body weight in predicting the chemical composition and energy value of the sheep body. *J. An. Sci.*, 22 (3), 604-612.
- BERTALANFFY, L. V. (1949).—Problems of organic growth. *Nature*, 163, 156-158.
- BLAXTER, K. L. (1962).—*The energy metabolism of ruminants*. Hutchinson and CO. (Pub.) LTD. London.
- BOCCARD, R. et J. M. DUPLAN (1961).—Etude de la production de la viande chez les ovins. III. Note sur l'influence de la vitesse de croissance sur la composition corporelle des agneaux. *Ann. Zootech.* 10 (1), 31-38.
- BONNIER, G. and O. TEDIN (1966).—*Bioestadística. Los métodos estadísticos para la valoración de experimentos biológicos*. Trad. de la 1.^a edic. sueca. Ed. Acribia. Zaragoza.
- BRODY, S. (1945).—*Bioenergetics and Growth, with special reference to the efficiency complex in domestic animals*. N. Y., Reinhold, 1023. Ref. MITCHEL (1962), Ibid.
- BURTON, J. H. and J. T. REID (1969).—Interrelationships among Energy input, body size, age and body composition of sheep. *J. Nutr.* 97, 517-524.
- CLARKE, G. M. (1971).—*Statistics and Experimental Design. Contemporary biology*. Esward Arnold (Pub.) LTD. London.
- CRADDOCK, B. F., R. A. FIELD and M. L. RILEY (1974).—Effect of protein and Energy levels on lamb carcass composition. *J. An. Sci.* 39 (2), 325-330.
- DUANE, S. (1966).—Techniques for estimating lam carcass composition. *J. An. Sci.* 25, 492-496.
- DUMONT, B. L. (1955).—L'utilisation de l'antipyrine pour la mesure «in vivo» de l'eau totale du corps chez les ovins. *Annales de Zootechnie*, 4, 315-319.
- ELSLEY, F. W. and I. McDONALD (1964).—The effect of plane of nutrition on the carcasses of pigs and lambs when variations in fat content are excluded. *An. Prod.*, 6, 141-154.
- FIELD, R. A. (1963).—Indices for lamb carcass composition. *J. An. Sci.* 22 (1), 218-221.
- FIELD, A. C., N. F. SUTTLE and R. G. GUNN (1968).—Seasonal changes in the composition and mineral content of the body of hill ewes. *J. Agric. Sci. Camb.*, 71, 303-310.
- FOOT, J. Z. and F. D. GREENHALGH (1970).—The use of deuterium oxide space to determine the amount of body fat in pregnant Blackface ewes. *Brit. J. Nutri.*, 24, 815-825.
- FORBES, G. B. (1963).—Nutritional implication of the whole body counter. *Nutritional Rev.*, 21 321-324.
- FOURIE, P. D. (1962).—Growth and development of sheep. I. A. carcass dissection technique. *N. Z. J. Agric. Res.*, 5 190-222.
- FOURIE, P. D. A. H. KIRTON and K. E. JURY (1970).—Growth and development of sheep. II. Effect of breed and sex on the growth and carcass composition of the South down and Romney and their cross. *N. Z. J. Agric. Res.* 13 (4), 753-770.
- FULLER, M. F., R. A. HOUSEMAN and A. CADENHERD. 1970).—The estimation of the body composition of living pigs by 42 K dilution. *Proc. Nutr. Soc.*, 29 357.
- GARDNER, R. W., D. E. HOGUE and A. BENSADOUN, (1964).—Body composition and efficiency of growth of suckling lambs as affected by level of feed intake. *J. An. Sci.*, 23 (4), 943-952.
- GARRET, W. N., J. H. MEYER and G. P. LOFGREEN (1959).—An evaluation of the antipyrine dilution techniques for the determination of total body water in ruminants. *J. An. Sci.*, 18 (1), 116-126.
- GARRET, W. N. and N. HINMAN (1969).—Reevaluation of the relationship between carcass density and body composition of beefsteers. *J. An. Sci.*, 28 (1), 1-5.
- GHRAYBEH, H. R., W. R. MCMANUS, G. W. AARNOLD, and M. L. DUDZINSKI, (1969).—Body

- composition of young sheep. I. Body composition in Merino and Border Leicester Merino hoggets in relation to and at common empty body weight. *J. Agric. Sci.*, **72**, 65-75.
- GOMPertz, B. (1825).—On the nature of the function expressive of the law of human mortality, and on a new method of determining the value of life contingencies. *Phil. Trans. Roy. Soc.*, 513-585. Ref. LAIRD, A. K. (1965b). Ibid.
- GRAHAM, NMcC (1970).—Energy Metabolism of farm animals. *European Association for Animal Production, EAAP, Publ.* **13**, 105-108.
- GRAHAM, N. and T. W. SEARLE (1972).—Growth in sheep. II. Efficiency of energy and nitrogen utilisation from birth to two years. *J. Agric. Sci., Camb.* **79**, 383-389.
- GRAYSTONE, J., J. SEITCHIK, R. MILCH, G. P. SHULMAN and D. B. CHEEK (1967).—Measurement of D_2O in plasma water by freezing point elevation, falling drop, infra-red absorption, and gas chromatography. *J. Lab. and Clin. Med.* May, 885-892.
- HAFEZ, E. S. E. (1963).—Physio-genetics of prenatal and postnatal growth. *J. An. Sci.*, **22** (3), 779-791.
- HAFEZ, E. S. E. and I. A. DYER (1969).—*Animal growth and nutrition*. Lea and Febiger, Philadelphia.
- HAMMOND, J. (1932).—*Growth and Development of Mutton Qualities in sheep*. Oliver and Boyd Pub., Edinburgh.
- HAMMOND, J. (1955).—*Progress in the physiology of Farm animals* vol. 2, Butterworths Scientific Pub. London.
- HAMMOND, J., I. HOHANSSON and F. HARING (Eds.) (1958).—*Handbook of animal breeding. Vol. 1. Biological principles of animal performance*. Verlag Paul Parey, Hamburg and Berlin.
- HANSARD, S. L. (1964).—Total body water in farm animals. *Amer. J. Phys.*, **206** (6), 1369-1372.
- HIGHT, G. K., R. A. BARTON and F. COCKREM (1962).—A note on a comparison between the carcass composition of open and woolly-faced Romney ewes. *N. Z. J. Agric. Res.*, **5** (5), 501-506.
- HINKS, C. E. and J. H. D. PRESCOTT (1974).—A note on the prediction of carcass composition in beef cattle. *Anim. Prod.*, **19**, 115-117.
- HOUSEMAN, R. A., I. McDONALD and K. PENNIE (1973).—The measurement of total body water in living pigs by deuterium oxide dilution and its relation to body composition. *British J. Nutri.*, **30**, 149-156.
- HUXLEY, J. S. (1932).—*Problems of Relative Growth*. N. Y., Dial Press. Ref. MITCHELL (1962). Ibid.
- JAGUSCH, K. T., B. W. NORTON and D. M. WALKER (1970).—Body composition studies with the milk-fed lamb. I. Chemical composition and calorific content of the body and organs of newly-born lambs. II. The effect of the age of the lamb and the protein content of the diet on the chemical composition of the body and its organs. *J. Agric. Sci., Camb.* **75**, 273-277, 279-285.
- JAGUSCH, K. T. and A. M. NICOL (1970).—Pasture type and lamb carcass composition: a comparison of experimental design. *Proc. N. 7. Soc. An. Production.*, **30**, 116-122.
- JOHNSON, J. E. and G. M. WARD (1966).—Body composition of live animals as determined by $40K$. *J. Dairy Sci.*, **49**, 1163-1165.
- JORDAN, W. A., G. I. PRITCHARD, D. P. HEANEY and H. F. JEFFERS (1964).—Prediction of fat-to-protein ratio in lamb carcasses. *Canadian J. An. Sci.* **44**, 102-104.
- JUDGE, M. D., M. STOB, W. V. KESSLER and J. E. CHRISTIAN (1963).—Lamb carcass and live lamb evaluation by $40K$ and carcass measurements. *J. An. Sci.*, **22** (2), 418-421.
- KALETA, Z. (1968).—Use of tritiated water in metabolic studies. *Acta Physiologica Polonica*, XIX (3), 394-399.
- KEENAN, D. M., W. R. McMANUS and M. FREER (1969).—Changes in the body composition and efficiency of mature sheep during losses and regain of live weight. *J. Agric. Sci., Camb.* **72**, 139-147.
- KEMP, J. D. and R. A. BARTON (1965).—A comparison between two methods of chemically analysing lamb cuts and carcasses, and a proposal for estimating ash from regression equations. *N. Z. J. Agric. Res.*, **8** (1), 58-62.
- KEMP, J. D. and R. A. BARTON (1969).—Composition of cuts and carcasses of New Zealand lamb when graded by United States grade Standards. *J. An. Sci.*, **28** (3), 324-330.
- KEMP, J. D. (1970).—Relationships of lamb carcass measurements and sample cut composition to carcass side composition. *J. An. Sci.*, **31**, (4), 686-689.
- KINSMAN, D. M. (1967).—Some growth and carcass characteristics of lambs. *J. An. Sci.*, **26** (4), 897.
- KIRTON, A. H. and R. A. BARTON (1958).—Specific gravity as an index of the fat content of mutton carcasses and various joints. *N. Z. J. Agric. Res.*, **1** (5), 633-641.
- KIRTON, A. H. and R. A. BARTON (1958).—Live weight loss and its components in Romney ewes subjected to 1- thyroxine therapy and low plane of nutrition. I. Effects on live weight, carcass weight and carcass composition. *J. Agric. Sci.*, **51** (3), 265-281.
- KIRTON, A. H., M. J. ULYATT and R. A. BARTON (1959).—Composition of some Fat-free Carcasses and Bodies of New Zealand Sheep. *Nature*, **184** (28), 1724-1725.
- KIRTON, A. H., A. M. PEARSON, R. H. NELSON, E. C. ANDERSON and R. L. SCHUCH (1961).—Use of naturally occurring $40K$ to determine the carcass composition of live sheep. *J. An. Sci.* **20** (3), 635-639.
- KIRTON, A. H., R. A. BARTON and A. L. RAE (1962).—The efficiency of determining the chemical composition of lamb carcasses. *J. Agric. Sci.*, **58** 381-386.
- KOSANOVIC, N. D. VUKAVIC and S. SAVIC (1970).—The optimum ratio of Energy to protein for intensive growth of early-weaned lambs. *Zborn. Rad. Inst. Stocarstvo Novisad*, **3**, 45-50.
- KRAYBILL, H. F., O. G. HANKINS, and H. L. BITTER (1951).—Body composition of cattle. Estimation of body fat from measurement in vivo of body water by use of antipyrine. *J. Appl. Physiol.*, **3**, 681-689.
- KRAYBILL, H. F., O. G. HANKINS and H. L. BITTER (1952).—Body composition of cattle. II. Determination of fat and water content from measurement of body specific gravity. *J. Appl. Physiol.*, **4**, 575-583.
- LAIRD, A. K. (1965a).—Dynamics of normal growth. *Growth*, **29**, 233-248.
- LAIRD, A. K. (1965b).—Dynamics of relative growth. *Growth*, **29**, 249-263.
- LAIRD, A. K. (1966).—Postnatal growth of birds and mammals. *Growth*, **30**, 349-363.
- LAMBUTH, T. R., J. D. KEMP and H. A. GLIMP (1970).—Effect of rate of gain and slaughter weight on lamb carcass composition. *J. An. Sci.*, **30** 27-35.
- LAWRIE, R. A. (19666).—*Ciencia de la carne*. Trad. de la ed. inglesa. E. Acribia, Zaragoza.
- LOHMAN, T. G. (1971).—Biological variation in body composition. *J. An. Sci.*, **32** (4), 647-653.
- MAYNARD, L. A. and J. K. LOOSLI (1969).—*Animal nutrition*. 6th ed. Mc Graw-Hill Book Company, Inc. N. Y.
- MCC GRAHAM, N. and T. W. SEARLE (1970).—Energetic efficiency of lambs and weaners. *Proc. Aust. Soc. Anim. Product.*, **8**, 263-266.
- McMEEKAN, C. P. (1940).—*J. Agric. Sci.*, **30** 276-511. Ref. REID and col. (1968b). Ibid.
- MENDEZ, J. (1970).—Total body water by D_2O dilution using saliva samples and gas chromatography. *J. Apply Physiology*, **28** (3), 354-357.
- MEYER, J. H. (1962).—Removing sources of error in lamb feeding experiments. *J. An. Sci.*, **21** (1), 127-131.
- MINISTERIO DE AGRICULTURA (1970).—*Censo de la Ganadería española*. Secretaría General Técnica. Marzo.
- MITCHELL, H. H. (1962).—*Comparative nutrition of man and animals. Vol. 1*. Academic. Press. New York and London.
- MORGAN, J. A. and J. B. OWEN (1972).—The nutrition of artificially reared lambs. II. The effect of feed restriction at three stages of growth on growth and carcass composition. *Anim. Prod.* **15**, 293-300.
- MORLEY, F. H. W. (1954).—Selection for economic characters in Australian Merino Sheep. IV. The effect of inbreeding. *Aust. J. Agr. Res.*, **5**, 305. Ref. HAFEZ (1963). Ibid.
- MORROS, J. (1961).—*Elementos de fisiología*. Ed. Científico Médica. Barcelona.
- NEEDHAN, A. E. (1964).—*The growth process in animals*. Sir Isaac Pitman and sons, Ltd. London.
- NELSON, J., Z. L. CARPENTER and C. W. SPAETH (1970).—Estimation of lamb carcass composition by use of specific gravity measurements. *J. An. Sci.*, **31** (6), 1081-1088.
- NICOL, A. M., G. G. THOMSON and J. W. McLEAN (1968).—The prediction of carcass composition of lambs from live weight and red cell volume. *N. Z. J. Agric. 7. Res.*, **11**, 330-340.
- NORTON, B. W., K. T. JAGUSCH and D. M. WALKER (1970).—Body composition studies with the milk-fed lamb. *J. Agric. Sci., Camb.*, **75**, 288-292.
- OLIVER, W. M. (1967).—Qualitative and quantitative characteristics of ram, wether and ewe lamb carcasses. *J. An. Sci.*, **26** (2), 307-310.
- OLSSON, K. E. (1970).—Determination of total body water and its turn over rate. *Acta Chir. Scand.*, **136**, 647-656.
- ORSKOV, E. R. and J. J. ROBINSON (1972).—Recent advances in ewe and lamb nutrition. *Rep. Rowett Inst.*, **28**, 116-129.
- OSMAN, A. H., S. A. EL SHAFIE and A. G. H. KHATTAB (1970).—Carcass composition of fattened rams and wethers of Sudan Desert Sheep. *J. Agric. Sci., Camb.*, **75**, 257-263.
- PALADINES, O. L., J. T. REID, A. BENSADOUN and B. D. H. Van NIEKERK (1964).—Heat of Combustion values of the Protein and Fat in the Body and Wool of Sheep. *J. Nutrition*, **82**, 145-149.
- PALSSON, H. and Y. B. VERGES (1952).—Effects of plane of nutrition on growth and development of carcass quality in lambs. I. The effect of high and low plane of nutrition at different ages. II. Effects on lambs of 30 lb. carcass weight. *J. Agric. Sci.*, **42** (1), 110-111.
- PANARETTO, B. A. (1962).—Body composition in vivo. I. The estimation of total body water with antipyrine and the relation of total body water to total body fat in rabbits. *Aust. J. Agric. Res.*, **14** 594.

PANARETTO, B. A. (1963).—The composition of mature goats and its relationship to the AP, tritiated water, and N-acetyl-4-aminoantipyrine spaces. *Aust. J. Agric. Res.*, **14**, 926.

PANARETTO, B. A. (1964).—Body composition in vivo. VI. The composition of ewes during prolonged undernutrition. *Aust. J. Agric. Res.*, **15**, 771-787.

PANARETTO, B. A. and D. A. LITTLE (1964).—Body composition in vivo. VI. The relation between red cell volume and total body water in ewes. *Aust. J. Agric. Res.*, **16**, 661-665.

PANARETTO, B. A. (1968).—Body composition in vivo. IX. The relation of body composition to the tritiated water spaces of ewe and wethers fasted for short periods. *Aust. J. Agric. Res.*, **19**, 267-272.

PARKS, J. R. (1970).—Growth curves and the physiology of growth. *Amer. J. Physiol.*, **219**, 833-843.

PEARSON, A. M. (1963).—Implications of research on body composition for animal biology: an introductory statement. *Annals of the New York Academy of Sciences.*, **110** (5), 291-301.

POMEROY, R. W. (1941).—*J. Agric. Sci.*, **31**, 50. Ref. REID (1968b), Ibid.

RATTRAY, P. V., W. N. GARRETT, H. H. MEYER, G. E. BRADFORD, N. E. EAST and N. HINMAN (1973).—Body and carcass composition of Targhee and Finn-Targhee lambs. *J. An. Sci.*, **37** (4), 892-897.

RATTRAY, P. V., W. N. GARRETT, N. HINMAN and N. E. EAST (1974). Effects of level of nutrition, pregnancy and age on the composition of the wool-free ingesta-free body and carcass of sheep. *J. An. Sci.*, **39** (4), 687-693.

RAY, E. E. and R. P. KROMANN (1971).—Effect of sex, age of lamb and length of feeding upon energy metabolism and carcass traits of lambs. *J. An. Sci.*, **32** (4), 721-726.

REARDON, T. F. (1969).—Relative precision of the tritiated water and slaughter techniques for estimating energy retention in grazing sheep. *Anim. Prod.*, **11**, (4), 453-460.

REASER, P. B. (1958).—Determination of Deuterium Oxide in Water by Measurement of Freezing Point. *Science*, **123**, 415-416.

REID, J. T., C. C. BALCH, M. J. HEAD, and J. W. STROUD (1957).—Use of AP and N-acetyl-4-amino-antipyrine in the measurement of Body Water and the intraluminal water of the gastro-intestinal tract of Living Cattle. *Nature*, **179** (18), 1034.

REID, J. T., A. BENSADOUN, L. S. BULL, J. H. BURTON, P. A. GIEESON, T. K. HAN, Y. D. JOO, D. E. JOHNSON, W. R. MC MANUS, O. L. PALADINES, J. W. STROUD, H. F. TYRRELL, R. D. H. VAN NIEKERK, G. H. WELLINGTON, (1968a).—Some peculiarities in the body composition of animals. In: *Body Composition of Animals and Man. Nat'l. Acad. Sci. Nat. Res. Council. Publ. n. 1598*, 19-43.

REID, J. T., A. BENSADOUN, L. S. BULL, J. H. BURTON, P. A. GIEESON, T. K. HAN, Y. D. JOO, D. E. JOHNSON, W. R. MC MANUS, O. L. PALADINES, J. W. STROUD, H. F. TYRRELL, R. D. H. VAN NIEKERK, G. H. WELLINGTON, and J. D. WOOD (1968b). (Changes in body composition and meat characteristics accompanying growth of animals. *Proceedings of the 1968 Cornell Nutrition Conference for Feed Manufacture*, Buffalo, N. Y., 18-37.

REYNOLDS, P. J., J. L. LINDAHL, and G. M. SIDWELL, (1968).—Effect of breed group and diet on lamb carcass chemical composition. *J. An. Sci.*, **27** (4).

RILEY, M. L. and R. A. FRIED (1969).—Predicting carcass composition of ewe, wether and ram lambs. *J. An. Sci.*, **29** (4), 567-572.

ROBBINS, C. T., AARON, N. MOEN and J. THOMAS REID (1974).—Body composition of white-tailed deer. *J. An. Sci.*, **38** (4), 871-876.

ROBINSON, T. J. (1960).—Las hormonas en la producción ovina. *Ganadería*, XVIII (210), 791-799.

ROBINSON, D. W. (1971). Cellular basis for changes in body composition. *J. An. Sci.*, **33** (2), 416-420.

ROUSE, C. H., D. G. TOPEL, R. L. VETTER, R. E. RUST, and T. W. WICKERSHAM (1970). Carcass composition of lambs at different stages of development. *J. An. Sci.*, **31** (5), 846-855.

RUSSEL, A. J. F., R. G. GUNN and J. M. DONEY (1968).—Components of weight loss in pregnant Hill ewes during winter; Relationships between chemical and physical composition of scottish Blackface ewes. *Anim. Prod.*, **10** 43-51, 53-58.

RUTTER, W. (1973).—A note on the progressive carcass weight changes of fattening store lambs. *Anim. Prod.*, **16**, 95-98.

SANZ ARIAS, R., F. J. OVEJERO y E. ZORITA (1975).—Evolución del peso vivo de los corderos de raza Churra desde el nacimiento hasta las veinte semanas. *Avances de Alimentación y Mejora Animal*, XVI, (2), 77-82.

SEARLE, T. W. (1970a). Body composition in lambs and young sheep and its prediction in vivo from tritiated water space and body weight. *J. Agric. Sci., Camb.*, **74**, 357-362.

SEEBECK, R. M. (1966).—Composition of dressed carcasses of lambs. *Proc. Aust. Soc. Anim. Prod.*, **6**, 291-297.

SEEBECK, R. M. (1968).—Developmental studies of body composition. *Animal breeding abstracts*, **36** (1) 167-181.

SLEN, S. B. and BANKY, E. C. (1961).—Wool and body growth in lambs during the first 14 months of life. *Can. J. An. Sci.*, **41**, 78-88.

SMINCKEL, P. G. and B. F. SHORT (1961).—The influence of nutritional level during pre-natal and early post-natal life on a adult fleece and body characters. *Austral. J. Agric. Res.*, **12**, 176-202.

SOBERMAN, R. J. (1950).—Use of antipyrine in measurement of total body water in animals. *Proc. Soc. Exp. Biol. Med.*, **74**, 789-792.

SNEDECOR, G. W. (1964).—*Métodos estadísticos aplicados a la investigación agrícola y biológica*. Compañía editorial continental. México.

SPEDDING, C. R. W. (1965).—*Sheep production and grazing management*. Bailliere Tindall and Cox, London.

TILL, A. R. and A. M. DOWNES (1962).—The measurement of total body water in the sheep. *Austral. J. Agric. Res.*, **13**, 335-342.

TITUS, H. W. (1959).—Some applications of the equation of the curve of diminishing increment in animal nutrition. *Limestone Products Corporation of American*, Newton, N. J., 28.

TULLOH, N. M. (1963).—Relation between Carcass Composition and Live Weight of Sheep. *Nature*, **187** (4869), 809-810.

TULLOH, N. M. (1964).—The carcass composition of sheep, cattle and pigs as functions of body weight. In *Symposium Carcass composition and appraisal of meat animals*. Tech. Conf., Melbourne, 1963. Ed. D. E. Tribe, East Melbourne, C. S. I. R. O., 5-1 a 5-16.

ULYARR, M. J. and R. A. BARTON (1963).—A comparison of the chemical and dissectible carcass composition of New Zealand Romney Marsh ewes. *J. Agric. Sci.*, **60**, 285-289.

VAN NIEKERK, B. D. H., J. T. REID, A. BENSADOUN and O. L. PALADINES (1963).—Urinary Creatinine as an Index of body composition. *J. Nutrition*, **79** (4), 463-473.

WALKER, D. M. and G. J. FAICHNEY (1964).—Nitrogen balance studies with the milk-fed lamb. I. Endogenous urinary nitrogen, metabolic faecal nitrogen and basal heat production. *Brit. J. Nutr.*, **18**, 187.

WALLACE, L. R. (1948).—*J. Agric. Sci.*, **38**, 367, Ref. REID (1968b), Ibid.

WALSH, G. C., B. M. CARRUTHERS, M. SERAGLIA and M. OLSON (1968).—Determination of total body water by Deuterium Oxide dilution and cryoscopy. *J. Lab. and Clinical Med.*, **72** (5), 836-841.

WELLINGTON, G. M., J. T. REID, L. T. BRATZLER and J. I. MILLER (1956).—Use of antipyrine in nutritional and meats studies with cattle. *J. An. Sci.*, **15** (1), 76-85.

WENTZEL, A. D., J. M. IACONO, T. H. ALLEN and J. E. ROBERTS (1958).—Determination of heavy water body fluids by direct introduction of water into a mass spectrometer; measurement of total body water. *Physics in Medicine and Biology*, **3** (1), 1-15.

WHITING, F. S. B. SLEN and L. M. BEZEAU (1954).—The influence of the amount, of protein and energy in the ration of replacement ewe lambs on body weight gains and wool production. *Canad. J. An. Sci.*, **39**, 64-70.

WHITING, F., C. C. BALCH and R. C. CAMPLING (1960).—Some problems in the use of antipyrine and N-acetyl-4-amino-antipyrine in the determination of body water in cattle. *Brit. J. Nutrition*, **14**, 519-533.

WIENER, G. and S. HAYTER (1974).—Body size and conformation in sheep from birth to maturity as affected by breed, crossbreeding, maternal and other factor. *Anim. Prod.*, **19**, 47-65.

YOUNG, J. Z. (1959).—*The Life of the Vertebrates*. Oxford, Charendon Press. Ref. NEEDHAN (1964). Ibid.

AGRADECIMIENTOS

Deseo hacer constar mi agradecimiento al Prof. Dr. Eduardo Zorita por su dirección y estímulo constantes durante la realización de esta Tesis.

Así mismo, al Dr. F. Javier Ovejero por la colaboración y ayuda prestada durante la fase experimental del trabajo.

A los señores Tomé García y Martínez del Campillo por su colaboración en la laboriosa preparación de las muestras.

A la señorita Campelo Moreira, que mecanografió el manuscrito original.

Al señor Herranz García y a la señora Martínez Valderrábano que han contribuido a la realización de los análisis.

APENDICE

TABLA I

Datos individuales del peso vivo, peso vacío y peso de la canal.

Grupo	Nº animal	Sexo	Peso vivo (Kg)	Peso vivo vacío (Kg)	Peso Canal (Kg)
1º (a)	1	♂	3,96	3,92	1,89
»	2	»	4,96	4,78	2,56
»	3	»	4,06	3,79	1,82
»	4	»	3,99	3,62	1,78
»	5	♀	4,42	4,41	2,23
»	6	»	4,81	4,70	2,41
»	7	»	4,26	4,14	2,04
»	8	»	4,00	3,89	1,93
»	9	»	4,85	4,73	2,31
1º (b)	10	♂	5,73	5,59	3,21
»	11	»	6,28	5,87	2,95
»	12	»	5,17	5,12	2,62
»	13	»	5,05	4,96	2,70
»	14	»	5,26	5,21	2,78
»	15	♀	5,88	5,70	3,03
»	16	»	6,14	5,86	3,21
»	17	»	4,13	4,10	2,07
»	18	»	4,54	4,50	2,30
»	19	»	4,83	4,74	2,53
2º	20	♂	8,15	7,86	4,72
»	21	»	9,20	8,96	5,24
»	22	»	8,15	7,46	4,20
»	23	»	9,90	9,50	5,44
»	24	»	9,20	8,74	5,25
»	25	♀	8,00	7,77	4,30
»	26	»	9,38	8,95	5,25
»	27	»	7,70	7,19	4,20
»	28	»	10,30	9,44	5,39
»	29	»	10,10	9,51	5,84
3º	30	♂	14,45	13,18	7,18
»	31	»	15,25	13,14	8,16
»	32	»	15,05	13,48	7,81
»	33	»	15,50	13,42	7,57
»	34	»	15,60	13,81	7,19
»	35	♀	14,70	12,78	7,13
»	36	»	13,20	11,36	6,41
»	37	»	15,70	14,66	8,31
»	38	»	15,60	14,37	7,85
»	39	»	14,80	13,95	7,96
4º	40	♂	18,70	16,93	9,63
»	41	»	18,30	16,39	9,37
»	42	»	18,20	16,74	9,10
»	43	»	17,50	16,32	9,22
»	44	»	17,20	15,72	8,92
»	45	♀	19,65	17,40	9,65
»	46	»	18,10	15,99	9,01
»	47	»	20,20	18,24	10,57
»	48	»	16,30	15,26	8,93
»	49	»	18,50	16,87	9,17

APENDICE

TABLA II

Datos individuales de la composición corporal. Sustancia Seca (SS) cenizas, proteína y grasa expresadas como % del peso vivo vacío (PVV) y de su sustancia seca.

Grupo	Sexo	Nº an.	SS%	Cenizas		Proteína		Grasa	
				PVV	% PVV	% SS	% PVV	% SS	% PVV
1º	♂	10	30,2	4,0	13,3	15,4	51,0	11,2	37,1
»	»	11	28,8	4,5	15,7	15,7	54,7	8,2	28,6
»	»	12	29,0	4,2	14,6	17,2	59,3	7,9	27,1
»	»	13	30,0	5,1	17,0	15,4	51,2	8,3	27,4
»	»	14	31,2	4,9	15,9	17,7	56,8	8,6	27,7
»	♀	15	28,5	4,0	14,1	15,6	54,8	9,0	31,8
»	»	16	27,8	4,4	16,0	17,4	62,6	5,9	21,2
»	»	17	27,3	4,3	15,6	15,3	56,3	7,6	28,1
»	»	18	28,5	4,8	16,9	17,3	60,6	6,5	22,6
»	»	19	31,0	5,0	16,1	16,9	54,5	9,2	29,8
2º	♂	20	29,9	4,5	15,0	16,2	54,2	9,3	31,3
»	»	21	34,8	4,4	12,5	16,1	46,3	14,4	41,3
»	»	22	33,2	4,9	14,8	17,2	51,9	11,5	34,7
»	»	23	32,5	4,9	15,0	17,2	53,0	10,7	33,1
»	»	24	33,5	5,4	15,7	17,8	53,1	10,2	30,6
»	♀	25	33,4	4,8	14,3	16,2	48,6	12,7	38,2
»	»	26	34,6	5,4	15,7	17,2	49,8	12,7	36,8
»	»	27	30,1	4,9	16,4	17,5	58,3	7,7	25,7
»	»	28	31,7	5,0	15,8	16,9	53,2	9,6	30,2
»	»	29	35,2	5,0	14,2	17,6	50,1	12,8	36,4
3º	♂	30	37,8	4,5	12,0	15,5	41,0	18,7	49,4
»	»	31	34,8	3,8	10,9	17,2	49,3	14,0	40,3
»	»	32	34,6	4,9	14,0	16,5	47,8	14,0	40,4
»	»	33	35,7	4,2	11,7	16,0	44,8	16,4	45,8
»	»	34	36,4	4,5	12,4	16,1	44,3	15,9	43,5
»	♀	35	34,7	4,7	13,5	16,0	46,2	14,8	42,6
»	»	36	33,0	4,4	13,4	16,4	49,9	12,3	37,2
»	»	37	38,8	4,5	11,7	15,7	40,6	19,5	50,2
»	»	38	36,0	3,9	10,7	16,0	44,5	16,7	46,3
»	»	39	40,5	4,8	11,9	15,4	38,0	21,5	53,1
4º	♂	40	41,2	3,8	9,2	14,7	35,8	13,6	57,4
»	»	41	36,1	3,4	9,4	14,6	40,5	19,1	52,9
»	»	42	34,1	4,0	11,8	16,6	48,7	14,0	41,1
»	»	43	39,0	3,9	10,1	14,8	37,9	20,9	53,5
»	»	44	36,1	4,3	12,0	16,5	45,7	15,7	43,6
»	♀	45	38,3	4,3	11,2	15,1	39,4	19,7	51,4
»	»	46	40,3	3,3	8,3	14,8	36,7	23,1	57,3
»	»	47	37,1	3,7	10,0	15,2	40,9	18,3	49,3
»	»	48	45,0	5,2	11,5	14,6	32,4	27,0	59,9
»	»	49	36,0	3,5	9,7	15,4	42,7	17,2	47,9

APENDICE

TABLA III
Energía contenida en el cuerpo de corderos de distintos pesos.

Grupo	Nº animal	Sexo	Energía en el PVV (Kcal)	Energía en 1 Kg	
				PVV	SS PVV
1º	10	♂	9955	1782	5908
»	11	»	9419	1605	5570
»	12	»	8108	1588	5475
»	13	»	8300	1673	5552
»	14	»	9070	1742	5578
»	15	♀	9223	1619	5679
»	16	»	8589	1466	5269
»	17	»	6236	1521	5583
»	18	»	6874	1528	5353
»	19	»	8267	1745	5624
2º	20	♂	13416	1707	5702
»	21	»	18985	2118	6083
»	22	»	14210	1905	5741
»	23	»	17740	1867	5739
»	24	»	16808	1924	5750
»	25	♀	15274	1966	5895
»	26	»	18427	2060	5952
»	27	»	11698	1626	5401
»	28	»	16243	1720	5422
»	29	»	19984	2101	5972
3º	30	♂	32115	2437	6449
»	31	»	28719	2186	6275
»	32	»	27920	2071	5983
»	33	»	30400	2265	6335
»	34	»	32205	2332	6402
»	35	♀	24022	1880	5417
»	36	»	22054	1942	5889
»	37	»	37362	2549	6565
»	38	»	33414	2325	6465
»	39	»	38317	2749	6782
4º	40	♂	48061	2839	6888
»	41	»	39307	2398	6651
»	42	»	34348	2052	6011
»	43	»	43028	2637	6767
»	44	»	34848	2217	6146
»	45	♀	43886	2523	6577
»	46	»	45232	2829	7032
»	47	»	44709	2452	6610
»	48	»	47830	3135	6968
»	49	»	38589	2288	6349

APENDICE

TABLA IV
Cantidades de grasa, músculo y hueso en la canal.

Grupo	Nº animal	Sexo	Peso (Kg)			
			Canal	Grasa	Músculo	Hueso
1º	1	♂	1,894	0,168	1,170	0,556
»	2	»	2,562	0,250	1,686	0,625
»	4	»	1,775	0,170	1,033	0,572
»	5	♀	2,232	0,314	1,310	0,609
»	6	»	2,410	0,267	1,623	0,520
»	7	»	2,042	0,191	1,482	0,369
2º	21	♂	5,235	0,965	3,160	1,110
»	23	»	5,443	0,796	3,393	1,254
»	24	»	5,249	0,693	3,330	1,226
»	26	♀	5,248	0,805	3,393	1,050
»	28	»	5,386	0,656	3,465	1,266
»	29	»	5,842	0,902	3,942	0,999
3º	32	♂	7,813	1,361	4,855	1,597
»	33	»	7,569	1,636	4,620	1,313
»	34	»	7,192	1,503	4,378	1,313
»	35	♀	7,132	1,162	4,624	1,345
»	36	»	6,409	0,935	4,245	1,229
»	39	»	7,955	1,998	4,393	1,564
4º	40	♂	9,634	2,585	5,587	1,462
»	42	»	9,098	2,038	5,298	1,762
»	43	»	9,218	2,407	5,390	1,421
»	46	♀	9,010	2,084	5,673	1,253
»	47	»	10,566	2,604	6,273	1,689
»	49	»	9,174	1,873	5,614	1,688