

**SOBRE EL AMINOGRAMA DEL HIGO CHUMBO Y DE LA BELLOTA  
Y POSIBILIDADES DE MEJORA DE LA CALIDAD NUTRITIVA DE SUS  
PROTEINAS (\*) (\*\*)**

por

**CONCEPCION VIDAL y G. VARELA**

Ars Pharm. IX, 413 (1968)

**OBJETO**

En España es muy abundante la producción de bellota (*Quercus ilex*). Tradicionalmente este alimento es utilizado en alimentación del cerdo en régimen extensivo con consumo a pie de árbol. Sin embargo, este sistema de explotación presenta muchos inconvenientes, como el que es deficitario en algunos nutrientes, entre ellos la proteína. Por ello y debido además a que, por un lado, están cambiando en nuestro país las técnicas zootécnicas de explotación del cerdo que llevan hacia una estabulación del mismo y, por otro, al auge que tiene hoy día la industria de piensos compuestos, hace que la bellota haya empezado a ser utilizada como componente de piensos compuestos no solamente para el cerdo sino también para otros animales.

Consideraciones paralelas podrían hacerse sobre el fruto del higo chumbo (*Opuntia Ficus Indica*), que es producido en cantidades sustanciales en el sudeste de nuestro país. En el cultivo de la chumbera se buscan, según es sabido, dos objetivos, la defensa del suelo en zonas con una fuerte erosión y la posibilidad de nuevas fuentes alimenticias para el ganado en una región muy deficitaria en alimentos.

Por todo ello, en este trabajo nos proponemos estudiar primeramente la calidad de la proteína de ambos alimentos. Para ello, utilizaremos un analizador automático de aminoácidos que nos permitirá conocer los aminoácidos limitantes y las posibilidades de complementación de ambas proteínas.

Con estos datos trataremos de suplementar cada uno de los dos alimentos con una fuente protéica muy abundante en España y de no muy elevado precio como es la harina de pescado. Prepararemos una serie de dietas ajustadas para la rata, en la que en la proteína total, una parte de la misma será sustituida en proporciones crecientes por proteína de la bellota o del higo chumbo. Las proporciones

---

(\*) Este trabajo fue presentado al VII Simposio Internazionale di "Agrochimica" que se celebró en Salamanca (España) en Mayo de 1968.

(\*\*) Realizado dentro del Programa de Ayuda a la Investigación.  
Concepción Vidal disfrutó de una Beca de Ayuda a la Investigación concedida por el Patronato de Igualdad de Oportunidades.  
El analizador automático de aminoácidos UNICHROM, fue adquirido con cargo al Fondo Nacional para el desarrollo de la Investigación Científica.

que ensayaremos serán el 10, 20 y 25 por ciento de la proteína total. Esta última proporción supone un elevado porcentaje (50 por ciento) de cada uno de estos alimentos en la mezcla total.

Para conocer la calidad nutritiva de los alimentos o de sus mezclas ensayaremos métodos biológicos y químicos. Entre los primeros las llamadas técnicas de Cremer basada en el porcentaje de nitrógeno retenido en el animal del ingerido calculado por análisis de la carcasa y la de Mitchell que conoce el valor biológico de la proteína por el porcentaje de nitrógeno utilizado por el animal, determinado por técnica de balance en ratas en crecimiento. En ambas técnicas determinamos también, en algunos casos, el coeficiente de digestibilidad de la proteína y el coeficiente de eficacia en crecimiento. Todas estas experiencias biológicas se realizan en ratas Nestlé de la cepa de nuestro Laboratorio alojadas en células individuales de metabolismo.

Como técnica química de elección para juzgar la calidad biológica de los alimentos o sus mezclas, utilizamos la determinación de lisina disponible por el método de Carpenter que como es sabido es la más idónea para este objeto.

Creemos que las anteriores consideraciones justifican la realización de este trabajo.

## SITUACION BIBLIOGRAFICA

La utilización de la bellota (*Quercus ilex*) como componente de piensos compuestos para el ganado, es de bastante actualidad y los datos sobre el rendimiento nutritivo de la misma no son muy abundantes.

J. A. TORRENT, G. VARELA y J. BOZA obtuvieron en cerdos un coeficiente de digestibilidad de 50 para la proteína de la bellota decorticada. Posteriormente G. VARELA, J. FONOLLA y J. RUANO encontraron en cerdos una digestibilidad protéica de 60 por ciento para la bellota con cáscara.

En raciones alimenticias para pollos E. ZORITA y R. SANZ ARIAS estudian la posibilidad de sustituir el maíz por harina de bellota hasta un nivel del 15 por ciento. Por otra parte, M. MEDINA, J. B. APARICIO MACARRO recomiendan que la harina de bellota puede entrar a formar parte de la ración de pollos para carne hasta un nivel del 50 por ciento.

OJEDA SAHAGUN y col. observan que en dietas para cerdos el nivel del 15 por ciento de harina de bellota proporcionaba una mayor rentabilidad que incluso la que producía una dieta patrón.

La composición en aminoácidos de la bellota no ha sido apenas estudiada y en nuestra revisión, sólo encontramos los datos que aportan M. L. ORR y B. K. WATT que expresados en g/16 g de N son: Triptófano 1,02, Treonina 3,54, Isoleucina 4,58, Leucina 6,59, Lisina 5,18, Metionina 1,14, Cistina 1,50, Fenilalanina 3,86, Valina 5,86, Arginina 5,89, Histidina 2,05.

El higo chumbo (*Opuntia Ficus Indica*) ha sido objeto de diversos trabajos con miras a su aplicación en ganadería, siendo los resultados esperanzadores. L. GOMEZ GUILLAMON, G. VARELA y J. BOZA, observaron en cerdos que la digestibilidad protéica de dicho alimento era baja, pero el coeficiente de transformación era muy favorable. Por otra parte, como dicho producto tiene un alto contenido en hidratos de carbono (55 por ciento) y la digestibilidad de éstos es muy elevada (84 por ciento), ello permite que se pueda emplear como alimento energético de fácil asimilación. Un hecho que llamó la atención a dichos autores era que el higo chumbo aumentaba la palatabilidad de las raciones en cerdos, contribuyendo a elevarla también cuando se adicionaba a otras mezclas menos palatables.

L. GOMEZ GUILLAMON, OLGA MOREIRAS-VARELA y G. VARELA estudiaron en ratas el efecto en el coeficiente de eficacia en crecimiento de la suplementación a

diversos niveles de la harina de higo chumbo con harina de pescado observando que el nivel del 50 por ciento proporcionaba resultados aceptables.

En vacas L. GOMEZ GUILLAMON, G. VARELA, J. FONOLLA y J. BOZA, encuentran que al entrar el higo chumbo a formar parte de la dieta a un nivel del 20 por ciento, se obtiene el mismo resultado en la composición de la grasa de la leche que cuando dicho nivel del 20 por ciento estaba constituido por cebada, observándose también que el higo chumbo aumentaba la palatabilidad de la dieta.

L. GOMEZ GUILLAMON, G. VARELA y J. BOZA, trabajando en cabras, observan que el hecho de sustituir en las dietas la pulpa de remolacha por higos chumbos se traducía en un aumento de la producción de leche, mientras que no afectaba el contenido de grasa de ella.

Son muy escasos los datos que nos aporta la bibliografía acerca de la composición en aminoácidos del higo chumbo, sólo encontramos los de M. L. ORR y B. K. WATT, que referida a g/16 g de N es la siguiente: Triptófano 0,82, Treonina 4,82, Isoleucina 4,00, Leucina 5,22, Lisina 4,00, Metionina 0,74, Fenilalanina 5,39, Valina 3,74, Arginina 2,86, Histidina 1,47

El hecho de haber utilizado como fuente de suplementación protéica la harina de pescado comercial se debe a la excelente calidad de su proteína, a su bajo costo y a sus disponibilidades en nuestro país. La información bibliográfica sobre dicho alimento es muy amplia y en toda ella se encuentra reflejada su excelente calidad protéica. LEROY da como valores biológicos de harinas de pescado, cifras que se encuentran entre 65-70 por ciento. EKERN y col. obtienen en cerdos digestibilidades protéicas de dicho alimento del orden de 91 por ciento. FELISA S. BURUAGA y G. VARELA obtienen como valor biológico de la proteína de una harina de pescado comercial 87,7 y un coeficiente de digestibilidad de 85,7 por ciento.

Las cifras de lisina disponibles son también muy favorables. K. J. CARPENTER encuentra valores comprendidos entre 6,5-7,2 g/16 g de N; J. OLLEY y col. en un trabajo realizado en 21 harinas de pescado diferentes obtienen cifras entre 5-7,5 g de lisina disponible/16 g de N.

El contenido en aminoácidos de la harina de pescado ha sido también ampliamente estudiado por diferentes autores. J. BUNYAN y A. WOODHAN en un trabajo realizado en tres harinas de pescado comerciales, encuentran que la cantidad en aminoácidos se hallan dentro de los siguientes valores. Lisina 6,7-7,5, Histidina 1,6-2,0, Arginina 5,0-6,8, Aspártico 8,6-9,7, Treonina 3,8-4,4, Serina 3,2-4,7, Glutámico 12,9-13,8, Prolina 3,6-5,5, Glicina 5,1-9,4, Alanina 5,7-6,3, Cistina 0,8-0,9, Valina 4,5-5,3, Metionina 2,2-2,7, Isoleucina 3,8-4,6, Leucina 6,4-7,5, Tirosina 2,8-3,3, Fenilalanina 3,4-4,1, Triptófano 0,8-1,0.

#### METODICA EXPERIMENTAL

En nuestras experiencias hemos trabajado con una harina de bellota decorticada, una harina de higo chumbo, y la suplementación a diferentes niveles de dichos alimentos, la hemos llevado a cabo con una harina de pescado comercial. La composición en sustancia seca de los productos objeto de nuestro estudio es la siguiente

	Harina de bellota decorticada %	Harina de higo chumbo %	Harina de pescado comercial %
Proteína	3,6	5,0	69,0
Grasa	10,6	3,9	9,2
Fibra	2,3	30,0	
Cenizas	1,3	18,0	20,7
M.E.L.N.	81,9	42,9	1,0

La determinación del contenido en aminoácidos de dichos alimentos la realizamos mediante un analizador automático de aminoácidos UNICHROM siguiendo la técnica de MOORE STEIN.

Se efectúa una hidrólisis ácida con  $\text{ClH}$  6N durante 22 horas y después de evaporar a vacío, diluimos con la cantidad necesaria de buffer  $\text{pH} = 2,2$  para que la solución a analizar contenga 0,5-0,6 mg de proteína por ml.

Las condiciones de trabajo que hemos empleado en el analizador han sido las siguientes:

<i>Aminoácidos ácidos y neutros</i>		<i>Aminoácidos básicos</i>
Longitud de columna	52,5 cm	5,2 cm.
Resina... ..	AA <sub>15</sub>	AA <sub>27</sub>
Temperatura ... ..	55°C	55°C
1.º buffer . . . . .	0,2 N $\text{pH} = 3,28$	0,35 N $\text{pH} = 5,28$
Cambio de buffer ... ..	85 minutos	—
2.º buffer .. . . .	0,2 N $\text{pH} = 4,26$	—
Flujo de buffer.. . . .	60 ml/hora	60 ml/hora
Flujo de buffer + ninhidrina ... ..	90 ml/hora	90 ml/hora
Duración del análisis 180 minutos . . . . .		60 minutos

Para la determinación de la cistina hemos seguido la técnica de Moore, es decir, oxidando la muestra con ácido per fórmico, con lo cual la cistina pasa a ácido cisteico, y a continuación se realiza una hidrólisis ácida. Durante esta hidrólisis se deterioran algunos aminoácidos y aunque las condiciones empleadas son las óptimas para evitar destrucciones, es prácticamente imposible eliminar estas pérdidas. Teniendo esto en cuenta en nuestros cálculos, hemos utilizado diferentes factores de corrección obtenidos por pruebas de recuperación y que son las siguientes.

Treonina. . . . .	1,05
Serina .. . . .	1,10
Valina .. . . .	1,08
Isoleucina .. . . .	1,07

Como es sabido el análisis cualitativo se realiza de acuerdo con los tiempos de retención y el cuantitativo procediendo a la integración de las curvas que registra el analizador, habiendo determinado previamente los factores de transformación para cada uno de los aminoácidos con la ayuda de la mezcla patrón.

Para el triptófano hemos efectuado una hidrólisis alcalina con  $\text{NaOH}$ , y a continuación al producto de la hidrólisis, se adiciona paradimetilaminobenzaldehído en solución nitrosa y se determina la diferencia de color existente entre dicha solución y otra que no ha sido sometida a la acción de dicho reactivo. Se lee en el espectrofotocolorímetro  $a = 665 \mu$ .

Con los datos del aminograma se calcula el llamado Índice de Oser modificado por Mitchell (MEAA) y el "Chemical Score" Según es sabido, ambos índices tratan de reflejar por los datos de la composición en aminoácidos y por su comparación con los de la proteína del huevo completo la calidad nutritiva de la proteína de un alimento.

Como ya hemos visto, la cantidad de proteína de la bellota decorticada y del higo chumbo es bastante baja, por lo que independientemente de su calidad en una dieta, sería necesario complementar con otro alimento protéico. Por otro lado, ambas proteínas son deficitarias en algún aminoácido, lo que condiciona que la suplementación se trate de hacer tanto desde el punto de vista cuantitativo como cualitativo. Naturalmente el factor económico de dicha complementación ocupa un lugar primordial.

Tanto en la bellota como en el higo chumbo ensayamos tres niveles de suplementación con harina de pescado comercial, de manera que en la proteína de la mezcla la procedente del pescado resulta al 75, 80, 90 por ciento y el resto hasta 100 corresponde a la proteína de los alimentos objeto de nuestro estudio.

Efectuamos un primer ensayo solamente con la harina de pescado, con el fin de conocer la calidad biológica del alimento que queremos emplear como fuente de suplementación, utilizando el método de Thomas-Mitchell descrito detalladamente en anteriores trabajos publicados por nosotros.

Por dicho método determinaremos el coeficiente de digestibilidad aparente, coeficiente de digestibilidad verdadero, valor biológico y coeficiente de utilización neta de la proteína.

Hemos empleado un lote de nueve ratas de la raza Nestlé de la cepa de nuestro laboratorio, introducidas en jaulas de metabolismo individual.

El período experimental dura diez días, durante los tres primeros el animal se adapta al alimento y en los tres últimos se realiza el control de ingesta y excretas.

La dieta que consumen los animales ha sido convenientemente ajustada en los diferentes nutrientes, de acuerdo con la metódica de la técnica, y en ella la harina de pescado entra a formar parte como única fuente protéica.

Para juzgar la calidad nutritiva de la bellota e higo chumbo empleamos el método de Cremer, de realización menos laboriosa, y hoy día muy aceptado en los laboratorios de Nutrición.

Con cada uno de los alimentos realizamos tres tipos de dietas diferentes en las que la composición en nutrientes es constante, y lo único que varía es la calidad protéica de dichas dietas, las cuales están constituidas de la siguiente forma.

1. <sup>a</sup> dieta.—10 % de proteína de bellota	+ 90 % de proteína de pescado.
2. <sup>a</sup> " —20 % " "	+ 80 % " "
3. <sup>a</sup> " —25 % " "	+ 75 % " "
4. <sup>a</sup> " —10 % " higo chumbo	+ 90 % " "
5. <sup>a</sup> " —20 % " "	+ 80 % " "
6. <sup>a</sup> " —25 % " "	+ 75 % " "

Hemos realizado dos grupos de experiencias unas con harinas de bellota y otra con harina de higo chumbo.

Cada experiencia consta de cuatro lotes de animales y cada uno está formado por cinco ratas machos de 21  $\pm$  1 días, de la cepa de nuestro laboratorio, de la raza Nestlé.

Al comenzar el período experimental se matan los animales de uno de los lotes (lote blanco) y se determina en cada rata la cantidad de nitrógeno del cuerpo del animal. Los otros tres lotes consumen las dietas problemas ajustadas de acuerdo con el proceder de la técnica de Cremer.

Finalizado el período experimental que dura 21 días, se matan los animales y también se determina en ellos la cantidad de nitrógeno.

La diferencia entre el nitrógeno que se encuentra en el lote blanco y el hallado en los diferentes lotes experimentales será la cantidad de nitrógeno retenido para cada dieta problema. Como conocemos la cantidad de nitrógeno ingerido, podremos determinar el valor productivo de la proteína (PPV), es decir, la cantidad de nitrógeno acumulado con relación al ingerido. Paralelamente otro lote consume como única fuente protéica caseína + 0,5 % de DL Metionina, con el fin de referir nuestros datos a los de dicho alimento tipo.

En la técnica de Cremer hemos introducido la modificación de que durante los últimos siete días de la experiencia, hemos recogido heces para poder determinar el coeficiente de digestibilidad aparente del nitrógeno de nuestras dietas.

También hemos controlado el peso, al comienzo y al final de las experiencias para determinar el coeficiente de eficacia en crecimiento (PER).

Por último, hemos efectuado la determinación de lisina disponible de acuerdo con el método de Carpenter. El fundamento de dicho método consiste según es sabido en la reacción del Fluordinitrobenzeno (FDNB) con el grupo  $\text{NH}_2$  libre de las proteínas. La dinitrofenilproteína se hidroliza y la mayoría de los dinitroderivados son extraídos con éter así como el FDNB en exceso. A continuación efectuamos una hidrólisis ácida, y con el fin de evitar interferencias no lisínicas se obtiene un blanco con la adición de metilcloroformiato, el cual destruye la DNP lisina, y el producto resultante de la reacción es extraído con éter. Leemos al espectrofotocolorímetro a  $435 \mu$  y la diferencia de color entre el blanco y el producto de la hidrólisis será la cantidad de lisina disponible. Previamente se ha construido una curva patrón con DNP lisina.

## RESULTADOS EXPERIMENTALES

### *Aminograma de los alimentos ensayados (g/16 g de N)*

	Harina de pescado comercial	Harina de bellota decorticada	Harina de higo chumbo
Lisina	7,50	4,82	2,19
Histidina	1,61	1,99	1,53
Arginina	6,14	6,84	5,97
Aspártico	9,32	15,37	6,52
Treonina	4,08	4,45	3,07
Serina	4,08	4,37	3,37
Glutámico	12,35	14,31	9,60
Prolina	3,36	3,18	5,92
Glicina	5,70	4,77	3,90
Alanina	4,82	5,17	3,45
Cistina	0,92	1,98	1,46
Valina	4,72	6,31	3,57
Metionina	3,16	2,09	1,42
Isoleucina	4,75	4,24	2,80
Leucina	7,33	7,28	4,57
Tirosina	2,70	3,18	2,25
Fenilalanina	3,68	4,77	3,75
Triptófano	0,14	1,46	1,07

*Cálculo de Índice de Oser modificado por Mitchel (MEAA) y de Chemical Score*

	Huevo g/16 g N	Harina de pescado comercial g/16 g N	Harina de bellota g/16 g N	Harina de lino chumbo g/16 g N
Histidina	2,6	1,60	1,90	1,53
Lisina	7,8	7,50	4,80	2,19
Metionina + cistina	5,3	4,10	4,07	2,88
Fenilalanina + tirosina	9,3	6,40	7,95	6,00
Leucina	8,8	7,30	7,28	4,57
Isoleucina	5,9	4,70	4,24	2,80
Valina	7,1	4,70	6,31	3,57
Treonina	4,9	4,10	4,45	3,07

*Resultados*

MEAA	100	76	78	51
Chemical Score	100	61	62	28

Los datos del Triptófano no han sido tenidos en cuenta en el cálculo de los índices químicos debidos a la poca garantía que nos ofrecen los distintos métodos de valoración de este aminoácido.

*Lisina disponible determinada por el Método de Carpenter*

	<i>Lisina disponible g/16 g N</i>
Dieta con 10 % de proteína de bellota + 90 % de proteína de pescado . . . . .	3,76
Dieta con 20 % de proteína de bellota + 80 % de proteína de pescado . . . . .	3,22
Dieta con 25 % de proteína de bellota + 75 % de proteína de pescado . . . . .	3,07
Dieta con 10 % de proteína de chumbo + 90 % de proteína de pescado . . . . .	3,09
Dieta con 20 % de proteína de chumbo + 80 % de proteína de pescado . . . . .	2,98
Dieta con 25 % de proteína de chumbo + 75 % de proteína de pescado . . . . .	2,68

<i>Pruebas biológicas</i>	PPV	PPV referido a la caseína	Coefficiente de eficacia en creci- miento PER	Coefficiente de digesti- bilidad aparente
Dieta con 10 % de proteína de bellota + 90 % de proteína de pescado .. .. .	44,0	78,1	2,45	69,5
Dieta con 20 % de proteína de bellota + 80 % de proteína de pescado .. .. .	34,8	60,2	2,20	54,0
Dieta con 25 % de proteína de bellota + 75 % de proteína de pescado .. .. .	28,2	48,7	1,75	43,8
Dieta con 10 % de proteína de chumbo + 90 % de proteína de pescado .. .. .	44,2	76,4	2,58	75,6
Dieta con 20 % de proteína de chumbo + 80 % de proteína de pescado ... .. .	41,7	72,1	1,85	74,2
Dieta con 25 % de proteína de chumbo + 75 % de proteína de pescado .. .. .	36,0	62,2	1,83	65,0
Pescado ... .. .	55,7	96,2	3,05	84,5
Caseína .. .. .	57,9	100,0	3,17	90,2

Los datos de las experiencias biológicas en la técnica de Cremer son valores medios de los lotes de 5 animales cada uno. Para la harina de pescado son datos medios de lote de nueve animales, de acuerdo con la técnica de Thomas-Mitchell.

#### *Indices de transformación*

Por índice de transformación referido a ratas se entiende según es sabido el valor económico de un gramo de aumento de peso vivo del animal. Conforme sea menor este índice de transformación, la dieta utilizada será más rentable. Por tanto, en nuestro caso, es interesante el cálculo de este coeficiente, ya que nos va a indicar cual es desde el punto de vista económico la mezcla óptima.

	Pesetas
Dieta con el 100 por 100 de proteína de harina de pescado .. .. .	0,1295
Dieta con el 10 por 100 de proteína de bellota .. .. .	0,1084
Dieta con el 20 por 100 de proteína de bellota .. .. .	0,0877
Dieta con el 25 por 100 de proteína de bellota .. .. .	0,0720
Dieta con el 10 por 100 de proteína de higo chumbo .. .. .	0,1618
Dieta con el 20 por 100 de proteína de higo chumbo ... .. .	0,1337
Dieta con el 25 por 100 de proteína de higo chumbo . .. .. .	0,0711

#### DISCUSION DE RESULTADOS

Según se observa en el cuadro correspondiente, la composición en aminoácidos de la bellota decorticada y del higo chumbo es relativamente aceptable, salvo que en ambos alimentos se da una marcada deficiencia en lisina.



El aminograma de la bellota decorticada, se encuentra dentro de los valores que dan M. L. ORR y B. K. WATT. La composición en aminoácidos del higo chumbo utilizado en nuestras experiencias difiere para algunos aminoácidos de los valores que encontraron M. L. ORR y B. K. WATT.

El contenido en aminoácidos de la harina de pescado con la que hemos complementado a diferentes niveles para las pruebas biológicas tanto la harina de bellota como la del higo chumbo, se encuentra dentro de los valores que obtienen entre otros investigadores BUNYAN y WODHAM.

Como hemos dicho, hemos calculado, a partir del aminograma de cada uno de los productos los Índices de Oser modificados por MITCHELL (MEAA) siendo para el pescado 76, para la bellota 78 y para el chumbo 51, así como los Chemical Score correspondiendo 61, 62 y 28 para el pescado, bellota e higo chumbo, respectivamente.

Estos índices en nuestra opinión son demasiados elevados y no pueden ser utilizados "per se" para juzgar la calidad nutritiva de una proteína. En este sentido coincidimos con la opinión de SCHEFFNER que en una reciente revisión sobre el problema indica que es cierto que en la mayoría de los casos existe correlación entre los valores de ambos índices químicos y los datos de valor biológico, pero índices basados en los aminogramas dan valores más elevados que los que realmente corresponden a la calidad de la proteína, ya que no puede tener en cuenta factores digestivos y metabólicos que hacen que en la práctica el rendimiento del animal sea menor que el que correspondería a la composición en aminoácidos de una proteína. Sin embargo, estamos de acuerdo con SCHEFFNER en la utilidad de estos índices, especialmente cuando se trata de complementar proteínas de calidad deficitaria, ya que nos ofrece una visión de cuál es el aminoácido limitante y cuáles resultarían en exceso en la mezcla.

Por todo ello creemos que sería interesante unir el concepto de índice de Oser o al de Chemical Score el de disponibilidad de aminoácidos no referidos exclusivamente como hasta ahora a la lisina sino al resto de los aminoácidos esenciales. En este sentido estamos trabajando actualmente en nuestro laboratorio.

En los ensayos biológicos y como era de esperar, al aumentar el nivel de sustitución de la proteína de pescado por la de los alimentos ensayados disminuye la calidad de la proteína de la mezcla que se refleja en una disminución de los valores de PPV PER y C. D.

En el caso de la bellota, vemos que la sustitución al 10 por ciento de la proteína de la mezcla, como ocurre también en las dietas en las que el 10 y 20 por ciento de sus proteínas procede del higo chumbo, dan lugar a unos valores biológicos muy aceptables y que son ligeramente inferiores de los de las proteínas de origen animal y bastante superiores a los de las proteínas de origen vegetal, y del orden de los que corresponden a las leguminosas.

La sustitución de la proteína de la mezcla por el 20 por ciento de harina de bellota o el 25 por ciento de la harina de higo chumbo dan cifras menores que en el caso anterior, pero también bastante aceptables, ya que están en la línea de las que corresponden a alimentos como la torta de cacahuete. Pero cuando se eleva la cantidad de proteína de bellota al 25 por ciento resulta una mezcla con una calidad protéica no aconsejable para su utilización en alimentación ganadera.

Al sustituir la proteína de pescado por la de bellota e higo chumbo se produce una marcada disminución en el costo de producción del peso vivo en los animales. En lo que respecta a la harina de bellota esta disminución es notable con la presencia de solamente un 10 por ciento de proteína de bellota y disminuye más marcadamente al pasar al 20 por ciento. Es interesante que para este nivel de sustitución de la mezcla el índice de transformación que como se sabe es el valor económico de un gramo de aumento de peso vivo del animal, es muy aceptable.

En el caso de la sustitución de la harina de pescado por la del higo chumbo encontramos un hecho interesante, y es que precisamente al aumentar el nivel de sustitución (25 por ciento) es cuando el índice de transformación es mejor y la calidad nutritiva de la proteína de la mezcla a ese nivel es muy aceptable (PPV 62,2).

En resumen, podemos pensar que juzgando conjuntamente los factores nutritivos y económicos, los niveles óptimos de suplementación para ambos tipos de alimentos tienen lugar en dietas con un 20 por ciento de proteína de bellota y de un 25 por ciento para el caso de la proteína de harina de higo chumbo.

## RESUMEN Y CONCLUSIONES

Hemos determinado mediante un analizador automático el contenido en aminoácidos de la harina de bellota (*Quercus Ilex*) y del higo chumbo (Fruto de *Opuntia Ficus Indica*).

Como para la utilización de ambos alimentos en piensos compuestos para el ganado, es necesario complementar sus proteínas tanto desde el punto de vista cualitativo como cuantitativo, hemos estudiado varias mezclas de ambos con harina de pescado comercial, al objeto de encontrar una mezcla óptima desde el punto de vista nutritivo y económico. Preparamos tres tipos de dietas en las que el 10, 20 y 25 por ciento de la proteína corresponde a la del alimento en estudio y el resto de la proteína que entra a formar parte de la dieta está constituida por la de harina de pescado. Realizamos con dichas mezclas pruebas biológicas y químicas. También calculamos los índices de transformación juzgados por el gasto necesario para un determinado aumento de peso vivo del animal.

De nuestras experiencias concluimos

1.º—El contenido en aminoácidos de la harina de bellota decorticada y de la del higo chumbo es aceptable, siendo ambos deficitarios en lisina.

2.º—Al aumentar la proporción de proteína de pescado sustituida por proteína de bellota o de higo chumbo, disminuye la calidad nutritiva de la dieta juzgada tanto por pruebas biológicas o químicas.

3.º—Las dietas en cuya proteína entre el 20 por ciento de harina de bellota y el 25 por ciento de proteína de higo chumbo muestran una calidad nutritiva muy aceptable (PPV 60 y 62, respectivamente), y los índices de transformación son también muy satisfactorios.

Esta última conclusión puede tener un interés práctico, ya que las citadas proporciones de proteína suponen un 50 por ciento de participación de ambos alimentos en la mezcla final.

## SUMMARY AND CONCLUSIONS

We have determined the amino acid content of acorn flour (*Quercus Ilex*) and of prickly pear (fruit of *Opuntia Ficus Indica*) by means of an automatic analyser.

We have studied various mixtures of both products with commercial fish flour with the object of discovering the best mixture from a nutritive and economic point of view. Biological and chemical tests were carried out with these mixtures, and transformation indexes were also calculated.

From our experiments we have come to the following conclusions

1. The amino acid content of shelled acorn flour and of prickly pear is acceptable, both being deficient in lysine.

2. When the proportion of fish protein substituted by acorn or prickly pear protein is increased, the nutritive quality of the mixture decrease judged by both biological and chemical tests.

3. The diets with 20% acorn flour and 25% prickly pear protein show a very acceptable nutritive quality (PPV 60 and 62 respectively), and the transformation indexes are also very satisfactory

This conclusion can be of practical interest as the proportions of protein quoted represent a 50 % participation of both foods in the final mixture.

## BIBLIOGRAFIA

- 1.—BUNYAN, J., WOODHAM, A. A. "The comparative assessment of protein quality in three fish meals by microbiological and other laboratory tests and by biological evaluation with chicks and rats. *Brit. J. Nutr.* 18, 537 1964.
- 2.—CARPENTER, K. J. "The estimation of the available lysine in animal protein foods" *J. Biochem.* 1960, 77 (Sch. Agric. Univ. Cambridge).
- 3.—CREMER, H. D. "Evaluation of Protein Quality". National Academy of Sciences National Research Council. Washington, D. C.
- 4.—EKERN, A., HOMB, T., HVDSTEN, H., ULVESLI, O. and BREIREM, K. *Fish in Nutrition*, International Congress Washington, D. C. 1961.
- 5.—FELISA SAENZ DE BURUAGA "Técnicas químicas de control de la calidad nutritiva de las proteínas" En prensa. *Anales de Bromatología*.
- 6.—GOMEZ GUILLAMON, L., VARELA, G. y BOZA, J.: Digestibilidad y valor nutritivo en cerdos de la harina de higo de chumbo. *Zootecnia* 10, 1961.
- 7.—GOMEZ GUILLAMON, L., OLGA MOREIRAS-VARELA y VARELA, G. Experiencias de complementación de la harina de higo chumbo con la de pescado. *Avances en alimentación y mejora animal* IV 1963.
- 8.—GOMEZ GUILLAMON, L., VARELA, G., FONOLLA, J. y BOZA, J.. *Ars Pharmaceutica*, 3, 71, 1962.
- 9.—GOMEZ GUILLAMON, L., VARELA, G. y BOZA, J. *Zootecnia* X, 4, 1961. Valor leche del higo chumbo desecado en cabras de raza granadina.
- 10.—LEROY, A. M. Problemas soulevés par l'utilisation des farines de poisson pour l'alimentation des animaux, F.A.O. *Fish in Nutrition*, International Congress Washington D. C.
- 11.—MEDINA BLANCO, M. y APARICIO MACARRO, J. B. "Utilización de harina de bellota en la ración de pollos para carne", *Nutrición Animal*, III, 4, 1965.
- 12.—OJEDA SAHAGUN, E., GARCIA, S. y RUIZ POVEDA, J. "Experiencia sobre alimentación para contrastar la eficacia de la harina de bellota en la especie ovina" *Revista Patronato de Biología Animal*, X, 3, 1966.
- 13.—OLLEY, J. and WATSON, H. "The available lysine content of fish meals" *J. Sci. Food Agric.*, 12, 1961 (Torry Res. Stst. Aberdeen).
- 14.—ORR, M. L. and WATT, B. K.: "Amino Acid content of foods" *Home economics Research Report* N.º 4, 1967 Washington D. C.
- 15.—TORRENT, VARELA, G. y BOZA, J. "Digestibilidad y valor nutritivo de la bellota en cerdos y estudio de la capacidad de asentamiento en encinares" *Boletín del Servicio de Plagas Forestales*, año IV, 8, 1961.
- 16.—VARELA, G., FONOLLA, J. y RUANO, J. "Influencia del maíz sobre la digestibilidad y el valor nutritivo de la bellota en cerdos" *U. S. Feed Grains Council* (boletín informativo), 9, 1965.
- 17.—ZORITA, E. y SANZ ARIAS, R. "La harina de bellota en la alimentación de los pollos de carne" *Nutrición Animal*, III, 2, 1965.
- 18.—SHEFFNER, A. L. "Newer Methods of Nutritional Biochemistry", Edited A. Albanese, Vol. III. Academic Press. New York, London.