

LOS SUBPRODUCTOS DE CITRICOS EN ALIMENTACION ANIMAL. I. PRODUCCION, TIPOS, COMPOSICION Y VALOR NUTRITIVO.

Autores: * M.^a A. Pulgar Gutiérrez, * F. Hernández Ruipérez, ** T. Martínez Alvarez, ** I. Reguera Acevedo.

Dirección: * Dep. de Producción Animal. Nutrición y Alimentación Animal. Fac. de Veterinaria. Univ. de Murcia. ** Servicios Territoriales de la Consellería de Agricultura y Pesca de Alicante. Generalitat Valenciana.

INTRODUCCION

Podemos definir como «subproductos» los restos de cosechas o los residuos obtenidos por industrias dedicadas a la transformación de productos agrarios.

Su utilización evita el problema de competitividad de materias primas para la alimentación humana y animal, palía los problemas de contaminación ambiental que causa su acumulación y abarata los costos de producción al ser, en general, recursos más baratos que las materias primas convencionales.

En el caso de los subproductos agrícolas, sus características de alimento fibroso, la estacionalidad de su producción, la dificultad de conservación o la falta de técnicas adecuadas para realizarla, reducen su uso a la zona de producción y a su administración como alimento de volumen a especies ruminantes.

El aprovechamiento de los subproductos industriales ha de tender sin duda a su incorporación en el alimento concentrado y a su integración como una materia prima más de la industria de piensos para lo cual es necesario una tipificación de los mismos.

En este trabajo se realiza una revisión bibliográfica sobre un grupo de subproductos industriales de amplia utilización en los países mediterráneos como son los subproductos cítricos.

Su producción, obtención, tipificación, composición y valor nutritivo son indicados en los apartados siguientes.

DATOS DE PRODUCCION

Según los datos del «Anuario de Producción», FAO 1987, se comprueba la privilegiada situación de España como segundo productor mundial de mandarina (1.133 miles de Tm.), tercer productor de naranja (2.530 miles de Tm.), y cuarto productor mundial de limón (584 miles de Tm.).

La evolución de la producción nacional de cítricos desde 1960-1988 ha sido positiva ya que excepto en el caso del naranjo amargo y limero en los que la producción ha disminuido o se ha estancado, el resto de las producciones de otros cítricos (Naranja, Mandarina, Limonero y Pomelo) muestran aumentos significativos.

La producción total así como la distribución geográfica de la misma se señala en el cuadro I comprobándose que prácticamente la totalidad de la producción cítrica se ubica en la Comunidades Valenciana, Región de Murcia y Andalucía.

Esta producción tiene dos destinos fundamentales, consumo fresco o transformación, siendo estos valores los que más nos interesan para este trabajo dado que «transformación» indica destino hacia industrias de zumos donde mayoritariamente se obtienen «subproductos». Del total de la producción cítrica nacional se estima que un 9,09 % se destina a transformación. En el cuadro II se señalan diferencias en el porcentaje de fruta destinada a industrias de transformación según el tipo de cítrico. La naranja amarga es el cítrico que en mayor proporción se destina a industrialización (67,69 %), seguido del pomelo (12,9 %), mandarina (11,94 %), limón

Cuadro I.—Producción nacional de cítricos y distribución Geográfica. Temporada 88/89 (Tm)

	NARANJA	MANDAR.	LIMON	POMELO	NARANJA AMARGA	LIMERO Y OTROS
Total (Tm)	2.236.709	1.255.339	733.000	23.130	14.772	463
C. Valenciana	1.743.990	1.177.999	321.938	13.000		
	77,90 %	93,80 %	43,90 %	56,10 %		
R. de Murcia	84.973	25.999	286.680	4.499		
	3,70 %	2,07 %	39,10 %	19,45 %		
Andalucía	358.336	35.323	111.613	5.442	14.589	399
	16,02 %	2,80 %	15,20 %	23,50 %	98,70 %	86,10 %
Otras Comunid.	49.410	16.018	12.772	189	183	64
	2,20 %	1,20 %	1,70 %	,81 %	1,20 %	13,80 %

Fuente: Elaboración propia a partir de los datos del Anuario de Estadística Agraria. MAPA 1988.

Cuadro II.—Destino de la producción nacional de cítricos (Campaña 88/89)

	PRODUCCION		%
	Tm	Tm	
NAVEL			
Navelina	903.057		
Navel	734.646	15.000	2,04
Navelate	66.412	5.000	7,52
BLANCAS SELECTAS			
Salustiana	155.763	30.000	19,26
Otras Blan. Sel.	49.382	42.000	85,05
BLANCAS COMUNES	45.082	26.000	56,67
SANGUINAS	22.223	7.933	35,69
TARDIAS			
Verna	53.511	21.000	39,24
Valencia late	206.611	18.000	8,71
TOTAL NARANJA	2.236.709	164.933	7,37
NARANJO AMARGO	14.772	10.000	67,69
Satsuma	350.000	125.000	35,71
Clementina	865.492	25.000	2,88
Otras mandarinas	39.847		
TOTAL MANDARINAS	1.255.339	150.000	11,94
Verna	439.955	32.075	7,29
Mesero	261.332	24.945	9,54
Otros limones	31.713	2.980	9,39
TOTAL LIMONERO	733.000	60.000	8,18
POMELO	23.130	3.000	12,90
LIMERO Y OTROS CITRICOS	463		
TOTAL CITRICOS	4.263.413	387.933	9,09

Fuente: Elaboración propia a partir de los datos del Anuario de Estadística Agraria. MAPA 1988.

(8,18 %) y naranja (7,37 %). Los porcentajes de naranjas destinadas a la transformación llega al 85 % del total de producción en la var. blancas selectas, 56,67 % var. blancas comunes y 39,14 % var. Verna.

El porcentaje de mandarina dedicada a transformación aumenta en la var. Satsuma, el 35,75 % de su producción es destinada a industrias donde se obtiene gran cantidad de subproducto.

La producción de subproducto en Tm. se puede estimar a partir de los datos anteriores y del «rendimiento» del proceso industrial que se realice sobre el cítrico. El rendimiento varía según especie de cítrico, variedad y tamaño.

Los residuos de la citroindustria son elevados, del orden del 50 % de la fruta tratada, tras neutralización y desecación el rendimiento oscila entre el 8-10 % de la fruta tratada como pienso (Carpena, 1963).

El volumen que representa la corteza de mandarina satsuma obtenida en su industrialización es del 30 %, Guzmán *et al.* (1973). Velloso (1985) señala un rendimiento en la obtención del subproducto de naranja del 52 % tras la etapa de extracción del zumo. Según industrias de la región murciana el rendimiento en la obtención del subproducto húmedo de limón oscila entre 65-75 % del total de la fruta procesada.

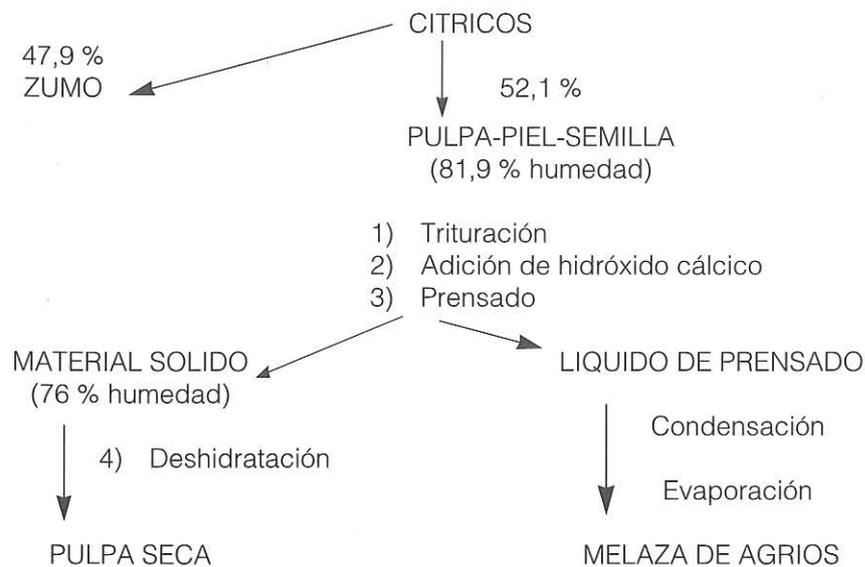
OBTENCION Y TIPOS DE SUBPRODUCTOS

El proceso de obtención de los subproductos de cítricos es bastante similar en todos los países como demuestran los autores que a continuación señalaremos.

Sin embargo, hemos encontrado diferencias entre el aprovechamiento de cítricos en España con respecto a otros países donde se obtienen gran diversidad de subproductos para uso en alimentación animal, habiéndose logrado el aprovechamiento completo del cítrico dentro de la misma industria de transformación del fruto, cerrando el ciclo de producción y obteniendo un mayor rendimiento del proceso. En estas industrias, el procesado industrial del subproducto se realiza en la misma industria de procesado de la fruta, estando ambos procedimientos en total integración.

La mayoría de trabajos que estudian el procesado integral de los cítricos y de sus subproductos han sido realizados por investigadores de la Estación Agrícola Experimental del Institute of Food and Agricultural Sciences de la Universidad de Florida.

Hendrickson y Kesterson (1965) indican el esquema de producción de la pulpa seca y de la melaza de agrios, como sigue:



A la vista del esquema general todos los autores están de acuerdo en denominar «pulpa fresca» al residuo que queda tras la obtención del zumo y que está compuesta no solo de pulpa (flavedo, albedo y membranas carpelares), sino también de restos de cáscara o piel y semillas.

Para obtener la «pulpa desecada» el proceso continúa con las siguientes fases:

1) **Picado:** Resulta necesario para que el hidróxido sódico tome contacto con toda la masa del subproducto.

2) **Adición de hidróxido o óxido cálcico:** se realiza fundamentalmente para:

- facilitar la eliminación de zumo residual
- neutralizar la acidez de los ácidos libres
- reducir la viscosidad del subproducto
- aglomerar las sustancias pécticas.

La cal añadida varía con el tipo y condiciones de humedad de la pulpa variando los niveles de calcio en la pulpa seca del 1-2 %, Ammerman *et al.*(1968).

Hillis *et al.*(1968) indican que el óxido de magnesio podría ser utilizado del mismo modo que la cal, consiguiendo los efectos deseados en ambos casos.

3) **Prensado:** Con la adición de cal se consigue el aumento de los líquidos de drenado para la obtención de «melazas», que contienen del 9 al 15 % de sólidos solubles de los cuales del 60 al 75 % son azúcares, Hendrickson y Kesterson (1964). El prensado facilita conseguir la mayor cantidad de líquido de drenado, espeso, viscoso de color pardo oscuro y sabor amargo, que tras **concentración** podrá ser vendido en la propia industria como melazas para usarlas en alimentación animal, Becker *et al.*(1946).

Además del líquido de prensado se obtiene el residuo del material más sólido con menos humedad que la pulpa fresca, aunque todavía elevada por lo que se hará necesario la deshidratación o desecación del subproducto para la obtención de la «pulpa desecada de cítricos».

4) **Deshidratación:** El proceso más usual es la desecación directa en desecador de tambor o llama Becker (1948), se consigue así un subproducto con menos problemas de

conservación y mejor manejo que la pulpa húmeda.

Shoemyen (1969) señala la obtención de la pulpa a partir de la pulpa húmeda sin tratar con cal y mezclada con melazas, tras un prensado por extrusión a baja presión por un procedimiento continuo.

Otras variantes del proceso serían la separación de alguna de las fracciones que integran la pulpa, tal es el caso de las semillas, que en ocasiones se recogen por separado y se someten a un proceso de extracción de aceite.

El proceso de obtención de la pulpa ha sido estudiado no sólo en las industrias de obtención de zumos sino también en las de clasificación de fruta para el consumo, que eliminan cítricos defectuosos o de escasa calidad, Braddock y Kesterson (1978); Kesterson y Braddock (1976).

Las variaciones en el tipo de subproducto obtenidos, así como en su forma de presentación en el mercado es indicada por Chapman *et al.*(1983), que esquematiza el proceso señalando y definiendo los subproductos que se usan en alimentación animal (cuadro 3). Se definen como principales subproductos:

1. **Pulpa húmeda o fresca:** Residuo total obtenido de la fruta fresca tras la extracción del zumo.

2. **Pulpa seca de cítricos:** Residuo sólido (incluye semillas y piel) que queda después de la extracción del zumo de frutas. Una vez desecado se observan dos fracciones que se separan fácilmente mediante tamizado y que componen el material fino (45,63 %) y el material grosero (54,37 %) en el que se encuentra un 4,75 % de semillas y el 49,62 % de piel y pulpa.

Las diferencias en el procesado, tipo y variedad de fruta, la adición o no de las melazas, la deshidratación con prensado y adición de cal o sin prensado, son responsables de las variaciones en la forma física y contenido en nutrientes de la pulpa desecada de cítricos.

Las limitaciones que en el transporte ocasiona el volumen de la pulpa han hecho necesario el granulado de la misma, que

reduce su volumen y facilita el transporte, manejo y administración de la misma.

3. **Harina desecada de cítricos**: Obtenida por tamizado de la pulpa seca, se compone de pequeñas partículas de piel, pulpa y semillas.

El método de deshidratación influye en la composición, siendo el método de deshidratación al vapor el que da lugar a una harina de mejor calidad, a diferencia de los métodos de secado con llama directa que producen más residuos quemados.

4. **Harina de semillas de cítricos**: Es el residuo que queda tras la extracción del aceite de la semilla cuando éstas son separadas previamente de la pulpa.

5. **Melazas de cítricos**: Resultan de la condensación de los jugos obtenidos en la fase de prensado de la pulpa fresca.

Los citados autores señalan la necesidad de una uniformidad en las denominaciones de los diferentes subproductos, por lo que realizan una propuesta de nomenclatura para subproductos de cítricos en la que se indicará el origen y el tipo de procesado que se ha seguido en su obtención, entre otros factores.

El uso de este sistema u otro similar podría ser de gran valor en el establecimiento de una mejor tipificación de los subproductos, pudiendo dar a cada uno su utilización más correcta, y evitando así que se hable de «pulpa de cítricos» de modo genérico al hablar de cualquier subproducto, sin saber realmente el proceso seguido en su obtención, usando en ocasiones cifras medias de composición para subproductos que aún siendo de cítricos, son muy diferentes en características físicas y de composición.

La **Tipificación** permitirá el uso de subproductos a nivel de formulación de raciones en la industria de alimentos completos concentrados, en este sentido Cid y Pulgar (1987), reiteran la necesidad de tipificación de los subproductos industriales con el fin de un mejor aprovechamiento e intento de abaratar gastos en alimentación.

Situación en España y perspectivas de futuro

Los subproductos obtenidos en las industrias cítricas españolas hacen referencia casi

exclusivamente a la «pulpa de cítricos». El esquema de obtención es similar al seguido en otros países.

Sánchez-Vizcaíno (1968) indica que el subproducto completo obtenido tras la selección, lavado, cepillado, raspado y exprimido para la obtención de zumo puede usarse para alimentación animal de dos formas:

a) subproducto completo tras trituración y desecado al sol. Se obtiene así un alimento de olor desagradable, ácido, de aspecto no uniforme y que fácilmente se enmohece.

b) subproducto completo que sufre un procesado industrial de acondicionamiento y deshidratación, y que incluye la trituración, neutralización, prensado y desecación. El método usual de desecación es el método Vim Sun con aparato rotativo cilíndrico a llama directa de fuel oil.

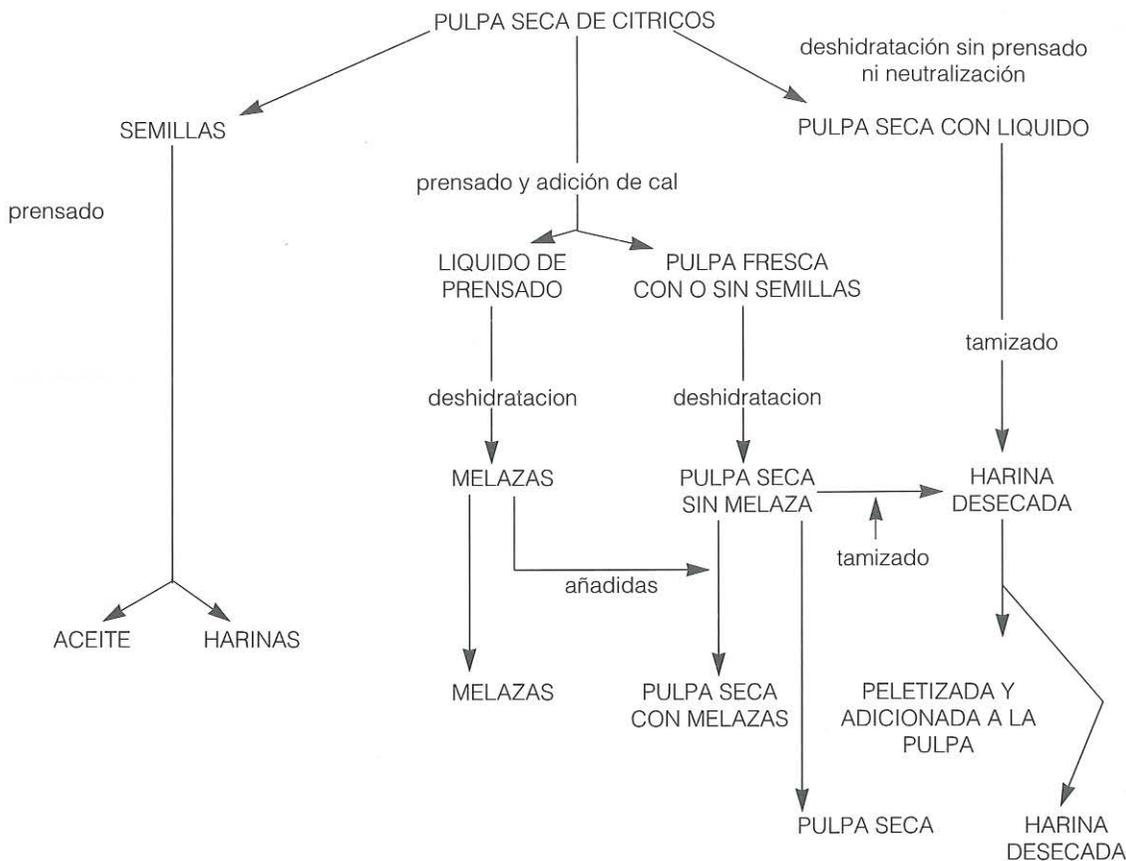
Todos los autores coinciden en definir la pulpa de cítricos como el subproducto semi-sólido constituido por flavedo, albedo, membranas carpelares, pulpa y líquidos residuales tras la obtención del zumo.

En el caso de la industrialización de la mandarina satsuma para la elaboración de conservas de segmentos en almíbar, el subproducto corresponde realmente sólo a parte de piel del fruto dado que la membrana de los segmentos es un material no recuperable por la índole de los procesos que intervienen en su separación, Guzmán *et al.* (1973).

En general, España cuenta aproximadamente con unas cincuenta industrias elaboradoras de productos derivados de agrios; estas industrias se limitan en sus fabricaciones a la obtención de aceites esenciales, zumos naturales y concentrados, faltando en ellas el aprovechamiento integral del subproducto, a diferencia de lo que sucede en industrias cítricas de otros países. El aprovechamiento integral de la pulpa de cítricos incluiría la obtención de productos de cada una de sus fracciones, corteza, pulpa y semillas, tal y como se indica en el cuadro IV.

Además de los subproductos que se destinan directamente a la alimentación animal, también se producen residuos aun no suficientemente estudiados en cada uno de los otros procesos de obtención de pectinas,

Cuadro III.—Tipos de subproductos cítricos



Autor: Chapman et al.(1983).

Cuadro IV.—Aprovechamiento integral de la pulpa de cítricos

PROCEDENCIA	PRODUCTOS Y SUBPRODUCTOS	DESTINO
A) CORTEZA	Piel Escarchada	Medicina,
	Piel Desechada	cocina, etc.
	Piel Ensilada	Alimentación Animal
	Líquido de prensado	Ferment. de licores,
	Melazas alim. animal	
B) PULPA	Harina desechada tras extracción del aceite	Alimentación Animal
	Piel Desechada	Obtención de Péctinas
	Glucóxidos	Medicina y Farmacia
	Ac. cítrico y vitaminas	Medicina y Farmacia
	Aceite Esencial	Cosmética
C) SEMILLAS	Pulpa Desechada	Alimentación Animal
	Pulpa y Piel	Obtención de Péctinas
	Aceite	Industria (Detergente, Cosmética, etc.)
	Harina	Alimentación Animal

Fuente: Elaboración propia a partir de Parekh et al.(1959).

glucóxidos, aceites, etc., susceptibles de utilización en alimentación animal.

En toda industria agrícola que desee obtener un rendimiento óptimo, es necesario el aprovechamiento de los subproductos, tanto en la industrialización de la naranja, Lafuente (1980), como en el limón.

En las industrias cítricas los principales componentes susceptibles de ser recuperados serían:

a) Los aceites esenciales, Carpena y Laencina (1968); Laencina (1969); Guzmán *et al.*(1973), de gran interés en la industria cosmética y farmacéutica.

b) Los citroflavonoides, Carpena y Tomás (1970). En el limón, la *hesperidina*, conjuntamente con el *eriodictiol* se denomina vitamina P que ha sido estudiada dada su importante función como protectora de la resistencia y permeabilidad capilar; siendo considerados sus beneficiosos efectos de orden médica y nutricional en enfermos sometidos a situaciones de stress, Robbins (1980).

También es señalada por diversos autores las propiedades antioxidantes de la corteza seca de limón, la vit. P actuaría conjuntamente con la vit. C, como parte del sistema óxido-reductor, Kerr Wilson *et al.*(1976); Kroyer (1986).

c) Obtención de pectina: A partir de cortezas ya tratadas a las que se les ha extraído el aceite esencial, Royo Irazo *et al.*(1975).

La pectina tiene aplicación en diversos campos, por lo que ha alcanzado una gran difusión, siendo la industria alimentaria la principal consumidora para la preparación de jaleas, mermeladas y confituras. Por sus propiedades de embeber y retener agua, debida en parte a la estructura y situación de la pectina en la corteza, algunos autores señalan la posible utilización de la misma como fibra dietética, Yoshida y Ueda (1984), comprobando el efecto protector de las mucosas gástricas e intestinal.

Pese al gran interés de la instalación de una planta de extracción de pectinas de la corteza de cítricos, en España únicamente existen plantas que preparan la corteza para dicha extracción y la exportan a terceros

países que se encargan de realizar el proceso de obtención de pectinas.

La corteza de naranja es susceptible de utilización como sustrato de cultivo de ciertas levaduras y hongos que con su crecimiento proporcionen un alimento de mayor contenido en proteína. Los microorganismos utilizados a tal fin han sido *Candida utilis*, Hernández *et al.*(1975); Lequerica y Lafuente (1977) *Aspergillus niger*, Lequerica *et al.*(1980), *Sporotrichum pulverulentum*, Karapinar y Okuyan (1982).

Debido a la alta calidad de los frutos cítricos españoles el 10-20 % de la producción se dirige a la fabricación de derivados.

En la actualidad, la creciente producción y saturación de los mercados consumidores del fruto fresco obliga a un aumento considerable en el porcentaje de industrialización para poder aprovechar los excedentes y consecuentemente a una mayor obtención de subproductos, susceptibles de aprovechamiento en alimentación animal y para lo cual es imprescindible un buen conocimiento de su composición y valor nutritivo.

COMPOSICION QUIMICA Y VALOR NUTRITIVO

La apariencia física y composición química de los subproductos de cítricos es variable, dependiendo de gran número de factores indicados en el Cuadro V, y que comentaremos a continuación.

A) Factores que modifican la composición química y el valor nutritivo de los subproductos:

1) Especie del cítrico del que se ha obtenido el subproducto, naranja, limón, etc. (Cuadros VI y VII).

2) Estación de producción y condiciones climáticas durante su cultivo. Los niveles de nutrientes varían según el año o estación, siendo la humedad el factor más variable. La composición expresada en base a sustancia seca indica ligeras diferencias en los niveles según año y estación aunque no son significativas, Ammerman *et al.*(1976). Los tratamientos fitosanitarios que el fruto sufre duran-

Cuadro V.—FACTORES QUE MODIFICAN LA COMPOSICION QUIMICA Y EL VALOR NUTRITIVO DE LOS SUBPRODUCTOS CITRICOS

- 1) ESPECIE
- 2) ESTACION DE PRODUCCION Y CONDICIONES CLIMATICAS Y FITOSANITARIAS DURANTE SU CULTIVO
- 3) VARIEDAD DE CITRICO Y PROPORCION DE LAS DIFERENTES FRACCIONES QUE INTEGREN EL SUBPRODUCTO
- 4) PROCESO INDUSTRIAL SEGUIDO EN SU OBTENCION, dependiendo de:
 - 4.1) Cantidad de semillas que permanezcan en la pulpa
 - 4.2) La extracción o permanencia de las melazas
 - 4.3) La cantidad de cal añadida en la neutralización
- 5) METODO DE DESECACION O DESHIDRATAACION
- 6) TEMPERATURA DE DESHIDRATAACION

Cuadro VI.—Composición química de los subproductos de cítricos (% MS)

	S,S	P,B	E,E	F,B	E,L,N	Cenizas	Referencia
PULPA DESECADA							
PULPA DE CITRICOS	87,71	6,69	4,46	13,29	70,29	5,27	Cottyn <i>et al.</i> (1969)
	91,42	6,16	3,74	12,28	64,56	4,86	Chapman <i>et al.</i> (1972)
	82,95	8,12	3,19	11,24	73,13	4,28	Bhattacharya <i>et al.</i> (1973)
	89,70	6,40	1,50	13,20	71,80	7,10	Economides <i>et al.</i> (1974)
	91,52	6,80	4,08	13,32	70,38	5,42	Ammerman <i>et al.</i> (1976)
	89,71	6,33	2,04	10,06	67,43	3,85	Velloso (1985)
PULPA DE NARANJA	85,57	7,02	4,02	11,35	72,62	4,98	Sánchez-Vizcaíno (1969)*
	91,05	7,09	3,05	11,77	68,05	10,04	Sánchez-Vizcaíno (1969)
	86,70	5,25	2,76	10,34	61,90	6,44	Gallarati <i>et al.</i> (1973)
	90,61	10,20	5,87	15,37	60,80	7,46	Accardi <i>et al.</i> (1976)
	91,87	7,90	3,15	13,28	71,76	4,15	Sánchez <i>et al.</i> (1978)
	91,85	7,23	2,13	12,16	73,29	5,32	Lanza <i>et al.</i> (1979)
PULPA DE LIMON	89,09	5,57	1,05	9,57	74,38	9,43	Leto <i>et al.</i> (1984)
	92,90	6,40	1,20	15,00	65,20	5,10	Morrison (1951)
	89,93	11,02	2,91	12,95	60,97	12,25	Sánchez <i>et al.</i> (1970)*
	91,60	5,90	2,90	14,70	17,00	5,50	González <i>et al.</i> (1974)
	90,40	7,44	5,06	23,92	55,11	4,13	Accardi <i>et al.</i> (1976)
	—	8,95	3,57	18,19	73,29	5,00	Lanza <i>et al.</i> (1979)
	85,11	5,78	1,07	12,23	67,52	13,40	Leto <i>et al.</i> (1984)
	85,11	5,78	1,07	12,23	67,52	13,40	Alicata <i>et al.</i> (1985,1986)
	92,10	5,80	2,58	18,60	69,31	3,71	Pulgar (1989)
OTROS SUBPRODUCTOS							
HARINA DE CITRICOS	93,99	7,16	2,62	14,32	63,18	6,71	Chapman <i>et al.</i> (1983)
	92,01	7,01	3,51	13,01	69,51	7,01	Devendra (1973)
HARINA DE SEMILLAS	—	25,00	—	—	—	—	Harris (1975)
	85,00	40,00	6,70	8,80	37,50	7,00	Gohl (1978)
CORTEZA DE CITR.	15,10	6,00	1,50	12,70	75,70	4,10	Economides <i>et al.</i> (1974)
	17,40	10,35	—	12,76	69,62	5,13	Yang <i>et al.</i> (1984)
MELAZAS DE CITRICOS	71,00	4,00	—	0	—	—	Chapman <i>et al.</i> (1983)
	—	4,50	—	0	—	—	Harris (1975)
	71,00	5,80	0,30	0	87,30	6,60	Gohl (1978)
	45,00	10,6	—	—	53,80	14,60	Chen <i>et al.</i> (1981)

*Desecado al sol

Cuadro VII.—Composición en minerales de los subproductos de cítricos

(% MS)					(ppm)						REFERENCIA
Ca	P	K	Na	S	Mg	Cu	Zn	Mn	Co	Fe	
PULPA DESECADA											
PULPA DE CITRICOS											
1,43	0,11	1,09	0,09	0,06	0,12	6,19	9,94	5,7	0,07	98,72	Chapman <i>et al.</i> (1972)
1,18	0,18	0,64	0,10	—	0,08	—	47,9	22,07	—	—	Bhattacharya <i>et al.</i> (1973)
2,05	0,11	0,79	0,20	—	0,29	7,00	11,00	9,00	0,18	446,00	Economides <i>et al.</i> (1974)
1,06	0,10	—	—	—	—	4,75	6,97	44,66	3,98	59,24	Velloso (1985)
PULPA DE NARANJA											
3,49	0,11	0,49	0,06	—	0,10	—	—	40,00	—	296,00	Sánchez-Vizcaíno (1969)*
4,26	0,11	0,62	0,005	—	0,23	—	—	38,00	—	269,00	Sánchez-Vizcaíno (1969)
1,81	0,27	0,69	0,02	0,12	0,12	13,72	29,17	12,81	0,61	154,00	Gallarati <i>et al.</i> (1973)
0,85	0,25	0,70	0,03	0,13	0,13	10,11	11,63	11,50	0,58	162,00	Lanza <i>et al.</i> (1979)
PULPA DE LIMON											
2,55	0,64	1,48	0,14	—	0,82	—	—	11,00	—	291,00	Sánchez <i>et al.</i> (1970)*
1,09	0,13	—	—	—	—	—	—	32,50	—	130,00	Pulgar (1989)
OTROS SUBPRODUCTOS											
HARINA DE CITRICOS											
1,66	0,09	—	—	—	—	—	—	—	—	—	Devendra (1973)
HARINA DE SEMILLAS											
1,20	0,70	0,45	—	0,10	0,08	—	—	—	—	—	Harris (1975)
1,13	0,08	—	—	—	—	—	—	—	—	—	Gohl (1978)
CORTEZA DE CITRICOS											
0,84	0,08	0,89	0,29	—	0,12	7,00	8,00	8,00	0,24	197,00	Economides <i>et al.</i> (1974)
0,97	0,12	1,65	0,12	—	0,12	—	88,01	—	—	8,18	Yang <i>et al.</i> (1984)
MELAZA DE CITRICOS											
0,80	0,06	—	—	—	—	—	—	—	—	—	Chapman <i>et al.</i> (1983)
1,20	0,12	0,09	—	0,05	0,14	—	—	—	—	—	Harris (1975)
1,13	0,08	—	—	—	—	—	—	—	—	—	Gohl (1978)
2,48	0,18	3,80	—	—	0,26	18,00	43,00	25,00	—	27,62	Chen <i>et al.</i> (1981)

*Desecado al sol

te su cultivo dejan residuos que desaparecen tras el procesado que sufre la pulpa, Westlake *et al.* (1970, 1971), no interfiriendo significativamente en la composición química.

3) Variedad de cítrico. La proporción de piel, segmentos de pulpa, membranas intercarpelares así como semillas que integran la pulpa harán variar la composición de la misma, dada la diferente composición de las partes.

Las semillas poseen mayor cantidad de Extraxto Etéreo (EE) (20-34 %) y de Proteína Bruta (PB) (12-16 %), la corteza más Fibra Bruta (FB) y los segmentos de pulpa son más ricos en Extractivas Libres de Nitrógeno (ELN).

Martínez y Fernández (1980) determinan la proporción de piel, segmentos de pulpa y semillas así como la composición química de estas fracciones en las diferentes variedades de naranjas y en el limón español. Las dife-

rencias entre las distintas variedades son más amplias en lo que a rango de semillas presentes en la pulpa se refieren, de 0-10 %; oscilando los porcentajes de segmentos de pulpa y de piel entre 30-35 % y 60-65 % respectivamente. Las variedades con mayor porcentaje de semillas son las variedades Amarga y Citrange Troyer, habiendo desaparecido en las variedades selectas de Navel y Clementina. En general, las variedades tardías y el limón dan lugar a una pulpa más rica en proteína, estando el porcentaje final en relación a la cantidad de semillas que existan en la pulpa.

4) Proceso industrial seguido en la obtención de la pulpa: Las variaciones de composición, según el proceso seguido, van a deberse principalmente a:

4.1) Cantidad de semillas que permanezcan en la pulpa.

4.2) La extracción o permanencia de las melazas conjuntamente con la pulpa.

4.3) La cantidad de cal añadida en el proceso de neutralización.

4.1) La cantidad de proteína bruta y extracto etéreo de la pulpa depende, como ya se ha indicado, de la cantidad de semillas que existan en la pulpa, por término medio contiene 4,72 % de semillas, Ammerman y Arrington (1961), y si éstas se han separado de la pulpa para obtener de ellas otros subproductos.

Según Abdel-Rahman (1982), el contenido en aminoácidos de las semillas de cítricos es mayor que el de las proteínas más comunes. Los valores para aminoácidos que contienen azufre son mayores que los encontrados en otros alimentos excepto, caseína, harina de pescado y huevo. Tanto lisina, como glicina, cistina, metionina y triptófano se encuentran en estas semillas en cantidades apreciables aunque en comparación con la soja y el algodón su contenido en lisina es menor, Braddock y Kesterson (1972).

El análisis de los ácidos grasos denota la riqueza en ácidos grasos esenciales, la mayor cantidad de linoleico y otros ácidos grasos saturados, encontrándose formas «cis» y escasas formas «trans», Kamel *et al.* (1982).

La sustitución del 1 % de semillas de cítricos en lugar de piel y pulpa incrementan el extracto etéreo del subproducto en un 0,39 %, y la proteína en 0,09 %, Ammerman *et al.* (1976). Hendrickson y Kesterson (1966), señalan este mismo efecto al estudiar los niveles de proteína y extracto etéreo de varias variedades de pulpa de naranja y naranja amarga con y sin semillas.

4.2) Según el proceso de fabricación, las melazas son extraídas y vendidas o son añadidas de nuevo a la pulpa; en este caso el subproducto obtenido es más rico en ELN y posee un porcentaje más bajo en FB. Variaciones de 12,15 a 15,68 % de FB y de 67,68 - 72,08 % de ELN son señaladas por Ammerman (1973).

4.3) La adición de cal en el proceso de obtención de la pulpa hace variar el volumen de líquido de drenado y consecuentemente puede hacer aumentar las pérdidas de materia orgánica y aumentar el porcentaje de fibra

bruta. Al adicionar el hidróxido u óxido cálcico, se provoca un aumento en el porcentaje de cenizas, Ammerman *et al.* (1968), señala variaciones de 5,07 - 6,26 % en el valor de las cenizas del subproducto.

El aumento de calcio provoca un desequilibrio del cociente Ca:P por lo que Hendrickson y Kesterson (1965), aconsejan no superar la adición de 4 g. de cal/kg. de pulpa freca. Este efecto también es señalado por Martínez y Fernández (1980).

5) Deseccación natural o deshidratación: La diferente composición de la pulpa obtenida por uno u otro método se indican en la cuadros siguientes de composición; fue estudiada por Sánchez-Vizcaíno (1968, 1969a,b,c,d).

La desecación industrial permite, en cualquier caso, la obtención de un producto más homogéneo y de más fácil manejo.

6) Temperatura de deshidratación: La temperatura de deshidratación afecta al contenido de fibra y proteína del subproducto, reduce el valor nutritivo del producto, además de producir cambios en su aspecto y características físicas. El oscurecimiento del subproducto produce una disminución de la apetecibilidad y del consumo. Se produce una disminución de la digestibilidad de la energía y de la proteína, Ammerman *et al.* (1965).

La temperatura tendría más influencia que el tiempo de desecación, las pérdidas no son demasiado grandes cuando las temperaturas oscilan entre 80 y 130°C. A temperaturas superiores de 130°C la fibra bruta, fibra ácido detergente y las pérdidas de sustancia seca, se incrementan 2-2,5 % para cada 10 grados de aumento, hasta 23 % de pérdidas a 200°C.

Independientemente de todos los factores que pueden hacer variar la composición química a los que hemos hecho referencia, todos los autores están de acuerdo en señalar las buenas cualidades de la pulpa desecada de cítricos y otros subproductos, así como que resulta muy apetecible para el ganado.

B) Composición química y características nutritivas de cada subproducto

En los Cuadros VI y VII se exponen los valores de composición química de los prin-

cipales subproductos cítricos usados en alimentación.

A la vista de la composición química señalada por los diferentes autores se consideran como características más relevantes de cada subproducto:

1) Pulpa desecada de cítricos

Su alto valor de E.L.N. la convierte en un alimento concentrado energéticamente y pobre en materias proteicas, incluyéndose en el grupo de subproductos bajos en fibra y bajos en nitrógeno, Orskov (1977).

Todos los autores señalan como más importante dentro de los valores en minerales, el desequilibrio entre el Ca:P, debido principalmente a las altas cantidades de Ca añadidas en el proceso de neutralización. En cuanto a los niveles de otros elementos minerales, posee elevado contenido en potasio y modesto contenido en azufre y magnesio, especialmente bajo en sodio.

Entre los oligoelementos destaca su riqueza

en hierro, seguido por el cinc, cobre, manganeso y cobalto.

Merchan (1973), señala un contenido en vitaminas de 370 UI/kg de vit. A; 1,32 mg/kg tiamina; 2,20 mg/kg de riboflavina; 14 mg/kg de ac. pantoténico; 22,5 mg/kg de niacina y 848 mg/kg de colina.

En lo que se refiere a su contenido en aminoácidos (Cuadro VIII), posee escaso contenido en triptófano, metionina, cistina y tirosina y más riqueza en ac. aspártico, ac. glutámico, leucina, prolina y arginina. Debido al desequilibrio aminoacídico que presenta, su proteína puede considerarse de escaso valor biológico.

Pulpa de naranja. Se ajusta a las características señaladas para la pulpa de cítricos en general, rico en ELN, de contenidos normales en fibra y grasa y más bien bajo en proteína bruta.

El valor de cenizas es el más variable entre los diversos autores, pudiendo ser debida esta diversidad a la diferente neutralización

Cuadro VIII.—Composición aminoacídica de las pulpas desecadas de cítricos

	CITRICOS		NARANJA			LIMON	
	<i>Bhattacharya y Harb. (1973)</i> (1)	<i>Sánchez et al. (1973)</i> (2)	<i>Gallarati y Lanza (1973)</i> (3)	<i>Leto et al. (1984)</i> (3)	<i>Sánchez y Smilg (1970)</i> (2)	<i>Leto et al. (1984)</i> (3)	<i>Pulgar (1989)</i> (3)
Tirosina	29,64	285,00	0,06	—	308	0,06	0,10
Fenilalanina .	28,89	96,37	0,19	0,01	492	0,01	0,26
Lisina	30,75	93,29	0,11	0,05	569	0,11	0,28
Histidina	17,35	52,59	0,10	0,05	145	0,06	0,14
Triptófano	—	—	0,02	—	—	—	—
Arginina	45,60	379,08	0,16	0,07	415	0,15	0,30
Ac. aspártico	90,71	396,65	0,53	0,43	694	0,48	0,71
Ac. glutámico	82,75	235,05	0,49	0,39	838	0,37	0,57
Hidroxiprolina	—	—	—	—	—	—	0,07
Treonina	29,6	100,04	0,16	0,12	431	—	0,28
Leucina	—	137,07	0,29	0,24	—	—	0,31
Serina	36,4	147,64	0,18	0,16	369	—	0,33
Isoleucina ...	48,54	93,72	0,18	0,11	404	0,12	0,17
Asparr.-Lutá.	—	—	—	—	—	—	—
Prolina	89,66	119,58	0,22	0,16	499	0,58	0,34
Alanina	38,68	211,54	0,21	0,18	552	0,19	0,29
Glicina	—	69,63	0,22	0,18	401	0,17	0,27
Valina	37,09	97,25	0,23	0,20	452	0,16	0,24
Cistina	—	—	0,07	—	—	—	—
Metionina	8,31	—	0,02	0,07	58	0,06	0,03

(1) (mg/g N) (2) (mg/100g. SSO) (3) (% alimento)

sufrida por el subproducto en las diferentes industrias.

La grasa bruta está integrada principalmente por glicéridos monosaturados bi no saturados (54 %), glicéridos bisaturados-mono no saturados (18 %) y glicéridos totalmente saturados (6 %). La composición de dichas grasas en ac. grasos es la siguiente: palmítico 21,8 %, oleico 37,4 %, linoleico 34,2 %, mirístico 6 % y esteárico 3 % referidos al total de ac. grasos, Sánchez-Vizcaino *et al.* (1973).

La composición en aminoácidos, (Cuadro VIII) señala los contenidos relativamente bajos de cistina, tirosina, metionina y triptófano; los aminoácidos en mayor cantidad son el ac. aspártico, ac. glutámico, leucina y prolina. De estos datos se concluye el bajo valor biológico de la proteína de pulpa de naranja.

Los contenidos minerales indican un exceso de calcio, niveles bajos de magnesio y azufre y extremadamente bajos en sodio.

Los oligoelementos que se encuentran en mayor proporción son el cobre y el hierro, siendo muy escaso el manganeso, cinc y cobalto.

Pulpa desecada de limón. La composición del subproducto desecado al sol, Sánchez-Vizcaino y Smilg (1970), contrasta con los valores obtenidos por otros autores para el subproducto desecado industrialmente. Así mismo, este autor indica que los valores de cenizas pudieran estar sobreestimados en estos análisis al haberse realizado la desecación sobre terreno arenoso.

Todos los autores señalan el mayor porcentaje de proteína bruta con respecto al subproducto de la naranja.

Los valores de fibra bruta se encuentran en unos límites óptimos para ser considerado buen alimento para rumiantes y sin lugar a dudas su alto valor en ELN le clasifica como materia prima fundamentalmente energética.

En este subproducto se hace notar un desequilibrio del cociente Ca:P, una mayor cantidad en potasio y magnesio con respecto al subproducto de naranja. El hierro es el oligoelemento que posee en mayor cantidad, siendo el contenido en magnesio menor que en el subproducto de la naranja.

Las cantidades de aminoácidos son similares para el ac. aspártico, ac. glutámico, alanina, glicina, valina, metionina, isoleucina, tirosina y fenilalanina con respecto al subproducto de la naranja, sin embargo el subproducto del limón muestra contenidos más altos de prolina, lisina y arginina.

2) *Harina de cítricos*

La composición de este subproducto puede variar dependiendo de la clase de secado y tamizado usado en el proceso. En general, el secado al vapor produce mejor calidad.

Posee bajo nivel de proteína y alto porcentaje de E.L.N.

Dado que está formado por pequeñas partículas de piel, pulpa y semillas que pasan a través de tamices en el proceso de obtención de la pulpa, es sin lugar a dudas el subproducto más similar química y nutritivamente a la pulpa.

3) *Harina de semillas de cítricos*

La proporción de semillas en la pulpa de cítricos varía entre 1,83 y 8,27 %, dependiendo de la especie y variedad de cítrico del que obtengamos el subproducto; la disponibilidad de la harina de semillas dependerá de que la separación de las semillas se realice provechosamente durante el procesado de la pulpa.

Con posterioridad, las semillas se someten a otro proceso para extraer de ellas el aceite; la harina es el residuo que queda tras la extracción.

Es ,químicamente, el subproducto cítrico con mayor nivel proteico, dependiendo el porcentaje de proteína del tipo de extracción del aceite realizado así como de si la extracción ha sido completa o no. El nivel de proteína puede variar desde 26,5 % hasta 43 % si la extracción de aceite mediante éter ha sido completa, Ammerman *et al.*(1963).

Además de su alto valor proteico, desde el punto de vista de características físicas, este subproducto destaca por su menor voluminosidad con respecto a los anteriores y mejor homogeneidad.

Pese a sus buenas características nutritivas y de manejo es escasa su producción en las industrias de transformación de los cítricos, y consecuentemente su utilización.

4) Corteza de cítricos

En general los autores señalan las mismas características que para la pulpa, pudiendo existir en numerosas ocasiones confusión en la denominación entre ambas.

Economides y Hadjidemtriu (1974), compara la pulpa y cáscara señalando similares niveles en el contenido de ELN, PB, FB, EE, Cu, Na, Mn; niveles inferiores de Ca, P, Fe, Zn, Mo y ligeramente superiores en Co y K de la cáscara con respecto a la pulpa.

En el proceso de transformación de los cítricos en la industria no suele hacerse una separación de las diferentes partes que componen el subproducto (excepto en el caso de las semillas), por lo que es un subproducto de menor utilización.

5) Melaza de cítricos

Obtenida por concentración del líquido de prensado resultante de la neutralización de la pulpa, contiene entre un 70-74 % de sólidos totales. Del total de sólidos posee entre un 15-20 % de azúcares no reductores y entre un 27-32 % de reductores.

Es por tanto muy rica en ELN (59-63 %), posee altos valores de cenizas 6-14 % y con escasa proteína 4-6 %.

A la vista de los valores de composición de los diferentes autores, se observa un desequilibrio en los contenidos minerales, pudiendo ser comparable a otros tipos de melaza. Los valores de proteína y energía son ligeramente inferiores que los señalados para la melaza de caña.

Posee un sabor ligeramente amargo, lo que la hace menos apetecible que otras melazas que poseen sabor más dulce.

C) Valores energéticos de los diferentes subproductos

Como cabe esperar dados los altos valores de ELN en los subproductos señalados, po-

seen todos ellos elevados valores energéticos, tal y como muestra el Cuadro IX.

A la vista de los datos sobre valor energético, según los diferentes autores, se pueden comparar energéticamente las pulpas de cítricos con cereales tales como la cebada. Otros subproductos como la harina de semillas de cítricos y melazas poseen valores energéticos sensiblemente menores.

D) Digestibilidad de los principios nutritivos y de las raciones conteniendo pulpa de cítricos

En general, y de acuerdo con la mayoría de los autores, la digestibilidad de los principios inmediatos que componen los subproductos de cítricos son elevados, debido sin duda a su gran riqueza energética y a su bajo contenido en lignina, lo que permite que la sustancia orgánica sea asimilada con facilidad. Indicamos en el Cuadro X los diferentes coeficientes de digestibilidad para cada tipo de subproducto, señalando las diferencias para monogástricos y rumiantes.

Pulpa de cítricos

Los coeficientes de digestibilidad para los diferentes principios inmediatos han sido determinados mediante pruebas de digestibilidad por diferencia añadiendo a una ración base diferentes niveles de pulpa. Destacan los altos valores de digestibilidad señalados para la MS, ELN y FB siendo menores los de la PB.

En el caso de la pulpa de agríos despectinada disminuye el coeficiente de digestibilidad de la proteína a un 27 % y aumenta ligeramente el de la celulosa 83 %, Michalet-Doreau (1983).

Cuando la pulpa se integra en raciones de corderos produce un aumento de la digestibilidad de la fibra bruta (52,1 %-68,6 %) a medida que aumenta el porcentaje de incorporación de la pulpa en la ración base desde 0-60 %. Cuando la pulpa se incorpora en un 40 % disminuye significativamente el coeficiente de digestibilidad de la energía (81,3 %-78,1 %) y a partir del 60 % de inclusión provoca también una disminución del

Cuadro IX.—Valores energéticos de los subproductos de cítricos

	ED (1)	EM (1)	TDN (2)	UF (2)	UFL	UFC	UA	EA	REFERENCIA
PULPA DE CITRICOS									
Rumiantes	—	3.100	80,3	—	—	—	—	—	Economides <i>et al.</i> (1974)
	—	2.610	—	—	0,92	0,87	—	—	Michalet-Doreau (1983)
	3.220	2.714	—	—	—	—	—	—	Piat (1989)
Cerdos	2.900	—	—	—	—	—	—	—	Piat (1989)
Conejos	3.300	—	—	—	—	—	—	—	Piat (1989)
PULPA DE NARANJA									
Rumiantes	—	3.009	83,5	—	—	—	1,04	0,72	Sánchez-Vizcaíno (1969)(3)
	—	2.469	68,57	—	—	—	0,89	0,57	Sánchez-Vizcaíno (1969)
	—	—	—	0,94	—	—	—	—	Accardi <i>et al.</i> (1976)
PULPA DE LIMON									
Rumiantes	—	2.720	76,73	—	—	—	0,96	0,67	Sánchez-Vizcaíno (1969)(3)
	—	—	—	0,90	—	—	—	—	Accardi <i>et al.</i> (1976)
HARINA DE CITRICOS									
Rumiantes	—	—	70,72	—	—	—	—	—	Chapman <i>et al.</i> (1983)
HARINA DE SEMILLAS									
Rumiantes	—	—	68,00	—	—	—	—	—	Chapman <i>et al.</i> (1983)
MELAZAS									
Rumiantes	—	—	56,00	—	—	—	—	—	Chapman <i>et al.</i> (1983)
CORTEZA DE CITRICOS									
Rumiantes	—	2.350	—	—	—	—	—	—	Economides <i>et al.</i> (1974)

(1) kcal/kg S.S. (2) por kg. (3) Desecado al sol.

Cuadro 10.—Coeficientes de digestibilidad de los subproductos de cítricos

	MS	MO	PB	FB	EE	ELN	REFERENCIA
PULPA DE CITRICOS							
Ovino	—	—	51,0	68,0	85,0	89,0	Ammerman <i>et al.</i> (1966)
Ovino	92,0	—	65,0	—	—	—	Economides <i>et al.</i> (1974)
Cerdos	78,4	80,5	43,3	58,2	71,6	88,8	Boeve <i>et al.</i> (1973)
Caballos (15 % de pulpa) .	—	69,9	67,7	—	65,6	77,7	Ott <i>et al.</i> (1979)
Caballos (30 % de pulpa) .	—	70,9	59,9	—	70,1	79,4	Ott <i>et al.</i> (1979)
PULPA DE NARANJA							
Ovino	82,2	83,7	39,9	82,4	79,2	88,5	Sánchez-Vizcaíno (1969) (1)
Ovino	85,6	98,0	61,1	84,6	63,2	94,1	Sánchez <i>et al.</i> (1978) (2)
Ovino	68,3	73,8	38,0	67,7	57,6	79,3	Sánchez-Vizcaíno (1969)
Conejo	82,3	86,1	37,9	82,3	73,0	91,7	Gallarati <i>et al.</i> (1973)
PULPA DE LIMON							
Ovino	81,6	85,1	68,4	80,3	66,9	89,4	Sánchez <i>et al.</i> (1970)(1)
Ovino	—	—	68,39	75,84	83,66	89,14	Accardi <i>et al.</i> (1976)
Cerdo (20 % de pulpa)	82,2	83,1	78,8	—	81,8	89,4	González <i>et al.</i> (1974)
HARINA DE CITRICOS							
Ovino	86,9	—	88,8	86,9	88,6	91,7	Devendra (1973)

(1) Desecado al sol. (2) Satsuma

coeficiente de digestibilidad de las ELN (88,0 %-81,9 %) y de la proteína (77,3 %-68,0 %) Bhattacharya y Harb (1973).

Este mismo efecto es señalado por Schaibly y Wing (1974), cuando la pulpa desecada de cítricos sustituye en un 67 % al ensilado de maíz en raciones de novillos.

Pulpa desecada de naranja

Los valores señalados para el subproducto desecado al sol son mayores que los indicados para el subproducto desecado industrialmente, Sánchez-Vizcaíno (1969a,b,c,d).

Los coeficientes de digestibilidad del

ensilado de naranja en alimentación de ovinos son de 53,1 % para la proteína, 76,4 % para la fibra, 65,2 % para el EE y de 93,5 para ELN, Gohl (1978).

La digestibilidad de la pulpa desecada de naranja en conejo es señalada por Gallarati y Lanza (1973), mediante cálculo de digestibilidad por diferencia, señalándose un efecto muy favorable sobre la digestibilidad de la fibra en las raciones que contenían mayor cantidad de subproducto.

Pulpa desecada de limón

Sánchez y Smilg (1970) señalan en el producto desecado al sol una elevada digestibilidad de la materia orgánica en coincidencia con Maymone y Dattilo (1962).

En comparación con la pulpa de naranja, la pulpa de limón desecada industrialmente presenta mayor porcentaje de digestibilidad de la proteína y similares porcentajes en el resto de los principios nutritivos.

La digestibilidad del subproducto en cerdo fue investigado por González *et al.* (1974), administrando raciones con el 20 % de pulpa, señalando nuevamente el efecto negativo que sobre la digestibilidad de la proteína tiene la pulpa de los cítricos, así como el incremento significativo de la digestibilidad de la fibra.

Harina de cítricos

Los coeficientes de digestibilidad de las dietas conteniendo harina de cítricos son relativamente altas, en dietas con inclusión de harinas a porcentajes desde el 10 al 50 %, se obtuvieron los mejores coeficientes de digestibilidad de la fibra y el EE para el nivel de incorporación del 30 %, siendo el porcentaje del 20 % donde se obtuvieron mejores porcentajes para los otros nutrientes, Devendra (1973).

Corteza de cítricos

Los coeficientes de digestibilidad de la sustancia seca y de la proteína fueron respectivamente de 67,0 % y 15,0 %, obtenidos por Economides y Hadjidemtriu (1974), mediante una prueba de digestibilidad por

diferencia usando como ración base paja de cebada.

CONCLUSIONES

Los subproductos de la industria de agrios tienen especial interés en nuestro país dada la buena situación de España como uno de los principales productores mundiales de cítricos.

Se debería tender a un aprovechamiento integral del fruto para la obtención de diferentes subproductos, de modo similar a como se realiza en otros países. La desecación es la forma preferida de conservación pues permite un mejor manejo y transporte del residuo.

A la vista de las buenas características de composición química y valor nutritivo señaladas para los diversos tipos de subproductos (pulpa, melaza, harina, harina de semillas y corteza), los subproductos de cítricos pueden considerarse como un buen alimento para el ganado en sustitución de otras materias primas de mayor coste dado su alto valor energético, consecuencia de su elevado contenido en materia orgánica digestible, si bien su bajo contenido proteico y desequilibrio mineral no permitirá su uso como alimento único.

BIBLIOGRAFIA

- ABDEL-RAHMAN, A.Y. (1982): Amino Acids of some Egyptian Citrus Seed Meal. *Actas Sym. Grasas y Aceites*, 33 (1) 27-28.
- ACCARDI, F.; LETO, G.; ALICATA, M.L.; GIACCONE, P. (1976): Prove di digeribilità sui pastazzi disidratati di arancia e di limone e calcolo del valore nutritivo. *Zoot. Nutr. Anim.*, 2, 69-77.
- ALICATA, M.L.; GIACCONE, P.; LETO, G.; BONANNO, A. (1985): Il pastazzo disidratato di limone. Ulteriori prove nell'alimentazione del coniglio da carne. *Coniglicoltura*, 7, 33-35.
- ALICATA, M.L.; LETO, G.; GIACCONE, P.; BONANNO, A. (1986): Utilizzazione di alcuni sottoprodotti agricoli industriali nell'alimentazione del coniglio e riflessi sulla composizione acidica del contenuto ciecale. *Coniglicoltura*, 5, 50-52.
- AMMERMAN, C.B.; ARRINGTON, L.R. (1961): Re-evaluation of citrus pulp as a feed. Proc. Florida Nutrition Conference, pp 20.
- AMMERMAN, C.B.; VAN WALLEGHEM, P.A.; EASLEY, J.F.; ARRINGTON, L.R.; SHIRLEY, R.L. (1963): Dried citrus seeds nutrient composition and nutritive value of protein. *Proc. Fla. Hort. Soc.*, 76, 245.
- AMMERMAN, C.B.; HENDRICKSON, R.; HALL, G.H.;

- EASLEY, J.F.; LOGGINS, P.E. (1965): The nutritive value of various fractions of citrus pulp and the effect of drying temperature on the nutritive value of citrus pulp. *Fla. Agric. Exp. Stn. J.*, Series No. 2238.
- AMMERMAN, C.B.; WALDROUP, P.W.; ARRINGTON, L.R.; SHIRLEY, R.L.; HARMS, R.H. (1966): Nutrient digestibility by ruminants of poultry litter containing dried citrus pulp. *Agr. and Food Chem.*, 14, 279.
- AMMERMAN, C.B.; MARTIN, F.G.; ARRINGTON, L.R. (1968): Nutrient and mineral composition of citrus pulp as related to production source. *Proc. Fla. State Hort. Soc.*, 81, 301.
- AMMERMAN, C.B. (1973): Effect of processing on the nutritional value of dried citrus pulp. In effect of Processing on the nutritional value of feed. National Academy of Sciences, Washington, D.C., pp 297.
- AMMERMAN, C.B.; HANSEN, D.A.; MARTIN, F.G.; ARRINGTON, L.R. (1976): Nutrient composition of dried citrus pulp as influence by season of production and production source. *Proc. Fla. State Hort.*, 89, 168-170
- ANUARIO DE ESTADISTICA AGRARIA. 1988. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación.
- BECKER, R.B.; DIX ARNOLD, P.T.; DAVIS, G.K.; FOUTS, E.L. (1946): Citrus molasses. *Fla. Agr. Exp. Sta. Bull.*, 623.
- BECKER, R.B.; DIX ARNOLD, P.T.; DAVIS, G.K.; FOUTS, E.L. (1948): Citrus by-products as feeds for cattle. *Fla. Agr. Exp. Sta. Bull.*, 664.
- BHATTACHARYA, A.N.; HARB, M. (1973): Dried citrus pulp as a grain replacement for awasi lambs. *J. Anim. Sci.*, 36 (6) 1175-1180.
- BOEVE, J.; SMITS, B.; DAMMERS, J. (1973): Digestibility trials with pigs. *Verlagen van Landbouwkundige Onderzoekingen*, 809: 22 p.
- BRADDOCK, R.J.; KESTERSON, J.W. (1972): Amino acids of citrus seed meal. *J. Anim. Oil Chemists' Soc.*, 49, 671-672.
- BRADDOCK, R.J.; KESTERSON, J.W. (1978): Evaluation of products made from citrus processing plant grading line rejects. *J. Food Sci.*, 43, 257-269.
- CARPENA, O. (1963): La industrialización de los agrios. Conferencias Técnicas FICA: 91-107.
- CARPENA, O.; LAENCINA, J. (1968): Extracción del aceite esencial de limón en la Región Murciana. XXXVIII Congreso Internacional de Química Industrial. Memoria tomo II.
- CARPENA, O.; TOMAS, F. (1970): Obtención de flavonoides a partir de cortezas de «citrus». *Rev. A.T.A.*, 10 (1), 150-152.
- CHAPMAN, H.L.; AMMERMAN, C.B.; BAKER, F.S.; HENTGES, J.F.; HAYES, B.W.; CUNHA, T.J. (1983): Citrus Feeds for Beef Cattle. *Fla. Agric. Exp. Sta. Bull.*, 751, pp 34.
- CHEN, M.C.; AMMERMAN, C.B.; HENRY, P.R.; PALMER, A.Z.; LONG, S.K. (1981): Citrus condensed molasses as an energy source for ruminants. *J. Anim. Sci.*, 53, 253-259.
- CID DIAZ, J.M.; PULGAR, M.A. (1987): La utilización de subproductos en la alimentación animal. Actas XXIII Congreso Mundial Veterinario, 1 (5), 117.
- COTTYN, B.G.; BOUCQUE, C.V. (1969): Digestibility and feeding value of pellets of dried citrus pulp. *Rev. Agric. Brussels*, 22, 1543.
- DEVENDRA, C. (1973): Effect of level of inclusion of citrus meal on the digestibility of a concentrate diet for sheep in Trinidad. *Trop. Agric.*, 50 (3), 221-224.
- ECONOMIDES, S.; HADJIDEMTRIOU, D. (1974): The nutritive value of some agricultural by-product. *Tech. Bull. Agric. Res. Inst., Nicosia, Cyprus*, 18, 3-12.
- GALLARATI, G.; LANZA, A. (1973): Nuove acquisizione sulla composizione aminoacida e minerale e sulla digeribilità in vivo delle polpe essiccate di arancia. *Aliment. Anim.*, 2, 47-59.
- GOHL, B.I. (1978): Los subproductos de los citrus para la alimentación del ganado. *Rev. Mundial de Zootec.*, FAO, Roma, 30-33.
- GONZALEZ MOLES, A.; BOZA, J.; AGUILERA, J. (1974): Ensayos de utilización de pulpa de limón en la alimentación del cerdo. *A.T.A.*, 14, 4, 615-619.
- GUZMAN, G.; LAENCINA, J.; GIMENEZ, J.L.; MARTINEZ-ZAMORA, J.C. (1973): Posibilidades para los subproductos industriales resultantes en la elaboración de conservas de segmentos de satsuma. Actas 1^{er} Congreso Mundial de Citricultura. Vol III, 371-375.
- HARRIS, B. (1975): Using citrus byproducts in dairy rations. Institute of food and Agricultural Science. University of Florida: 1-4.
- HENDRICKSON, R.; KESTERSON, J.W. (1964) Citrus molasses. *Fla. Agric. Exp. Sta. Tech. Bull.* 677, 27 pp.
- HENDRICKSON, R. KESTERSON, J.W. (1965): By-products of Florida citrus. Composition, Technology and utilization. *Fla. Agric. Exp. Sta. Tech. Bull.*, 698.
- HENDRICKSON, R.; KESTERSON, J.W. (1966): Citrus pulp with and without seeds. *Proc. Fla. State Hort. Soc.*, 79, 248.
- HERNANDEZ, E.; LEGORBURO, M.B.; LEQUERICA, J.L.; MARTIN, F.; LAFUENTE, B. (1975): Aprovechamiento de subproductos cítricos. I. Enriquecimiento en proteínas del pienso de corteza de naranja mediante desarrollo de levaduras. *A.T.A.*, 15, 3, 515-421.
- HILLIS, W.G.; AMMERMAN, C.B.; LOGGINS, P.E. (1968): Citrus pulp dehydrated with the aid of magnesium oxide and its subsequent use as a feedstuffs. *Pro. Fla. Sta. Hort. Soc.*, 88, 297-301.
- KAMEL, B.S.; DE MAN, J.M.; BLACKMAN, B. (1982): Nutritional, fatty acid and oil characteristics of different agricultural seeds. *J. Fd. Technol.*, 17, 263-269.
- KARAPINAR, M.; OKUYAN, M. (1982): The utilisation of citrus waste as substrate for microbial protein production by the fungus *sporotrichum pulverulentum*. *J. Chem. Technol. Biotech.*, 32, 1055-1058.
- KERR WILSON, H.; PRICE-JONES, C.; HUGHES ELWYN, R. (1976): The influence of an extract of orange peel on the growth and ascorbic acid metabolism of young guinea-pigs. *J. Sci. Fd. Agric.*, 27, 661-666.
- KESTERSON, J.W.; BRADDOCK, R.J. (1976): By-products and speciality products of Florida citrus. *Fla. Agr. Exp. Sta. Bull.*, 784.
- KROYER, G. (1986): The antioxidant activity of citrus fruit peels. *Z. Ernährungswiss* 25, 63-69.

- LAENCINA, J. (1969): Estudio del aceite esencial del limón. Publicación CEBAS.
- LAFUENTE, B. (1980): Nuevas perspectivas en el aprovechamiento de los subproductos de la industria de zumos cítricos. *Rev. ATA*, 20 (1), 13-21.
- LANZA, A.; MESSINA, G. (1979): Le polpe essiccate di agrumenell'alimentazione del bestiame. 1. Composizione chimica, digeribilità e valore nutritivo. *Zootec. Nutr. Anim.*, 5, 247-254.
- LEQUERICA, J.L.; LAFUENTE, B. (1977): Aprovechamiento de subproductos cítricos. II Fermentación en medio semisólido de corteza de naranja por *Cándida utilis*. *Rev. ATA*, 17 (1), 71-78.
- LEQUERICA, J.L.; VILA, R.; FERIA, M.^a A. (1980): Aprovechamiento de subproductos cítricos. III. Fermentación de corteza de naranja por *Aspergillus niger*. *Rev. ATA*, 20 (1), 95-102.
- LETO, G.; ALICATA, M.L.; BONANNO, A.; BACCHI, M. (1984): Prove di utilizzazione dei pastazzi disidratati di arancia e limone nell'alimentazione del coniglio da carne. *Coniglicoltura*, 11, 53-58.
- MARTINEZ, J.; FERNANDEZ, J. (1980): Composition of citrus pulp. *Anim. Feed Sci. Technol.*, 5, 1-10.
- MAYMONE, B.; DATTILO, J. (1962): Digeribilità e valore alimentare del sotto prodotti della industria agrumaria italiana nelle alimentazione animale (Digeribilità e valore products as determined fo ruminants. Part II Dried pineapple, dried lemon nutritivo del bucce intero di limone). *Ann. Sper. Agraria*, 16, 225-264.
- MERCHAN, F.J. (1973): Tablas de composición media de las principales materias primas para piensos. Edit. Tribuna Veterinaria, Antibióticos S.A., 80 pp.
- MICHALET-DOREAU, B. (1983): Composición, digestibilidad y valor nutritivo de la pulpa de agrios despectinada. Actas 34^o Reunión Anual Federación Europea de Zootecnia. Vol 1,206.
- MORRISON, F.B. (1951): Alimentos y alimentación del ganado. U.T.E.H.A. Mexico.
- ORSKOV, E.R. (1977): Nutritional principles and evaluation of by products, waste products and new feeds for ruminants. *Lives. Prod. Sc.*, 4, 165-175.
- OTT, E.A.; FEASTER, J.P.; LIEB, S. (1979): Acceptability and digestibility of dried citrus pulp by horses. *J. Anim. Sci.*, 49, 4, 983-987.
- PAREKH, C.M.; PRUTHI, J.S.; GIRDHARI, A.L. (1959): Utilization of citrus waste. The Indian Food Packer. pp 7-12.
- PIAT, D. (1989): Materias primas alternativas vegetales en la fabricación de piensos compuestos en España. Nuevas fuentes de alimentos para la producción animal III. Universidad de Córdoba, 71-175.
- PULGAR, M.A. (1989): Los subproductos cítricos en alimentación animal. Incorporación del subproducto «dry lemon pulp» pulpa desecada de limón en el alimento concentrado de cabritos en crecimiento. Tesis Doctoral. Facultad de Veterinaria. Univ. de Murcia.
- ROBBINS, R.C. (1980): Medical and nutritional aspects of citrus bioflavonoids. Act. Symp. American Chemical Society. *Citrus Nutrition and Quality*, 143, 43-59.
- ROYO IRANZO, J.; MIRALLES, M.C.; CLARAMUNT, P. (1975): Preparación de corteza seca de naranja para la obtención de pectina a partir de variedades cultivadas en España. Rendimiento y calidad del producto. *Rev. ATA*, 15, 4, 539-546.
- SANCHEZ-VIZCAINO, E. (1968): Coeficientes de digestibilidad en ovinos,utilizando subproductos de la industria conservera de la región murciana (I-III). *Rev. Nutr. Anim.* VI, 1, 13-26.
- SANCHEZ-VIZCAINO, E. (1969a): Coeficientes de digestibilidad en ovinos,utilizando subproductos de la industria conservera de la región murciana (IV-V). *Rev. Nutr. Anim.* VII, 1, 185-204.
- SANCHEZ-VIZCAINO, E. (1969b): Coeficientes de digestibilidad en ovinos,utilizando subproductos de la industria conservera de la región murciana (VII). *Rev. Nutr. Anim.* VII, 1, 39-54.
- SANCHEZ-VIZCAINO, E. (1969c): Coeficientes de digestibilidad en ovinos,utilizando subproductos de la industria conservera de la región murciana (VII-cot.). *Rev. Nutr. Anim.* VII, 2, 121-136.
- SANCHEZ-VIZCAINO, E. (1969d): Coeficientes de digestibilidad en ovinos, utilizando subproductos de la industria conservera de la región murciana .Conclusiones. *Rev. Nutr. Anim.*, VII, 4, 227-240.
- SANCHEZ-VIZCAINO, E.; SMILG, N. (1970): Estudio bioquímico del subproducto del limón en la alimentación de poligástricos. Actas VIII Reunión Científica SINA, 123-130.
- SANCHEZ-VIZCAINO, E.; HERNANDEZ, C.; SMILG, N.; MORENO, R. (1973): Subproductos de citrus para la alimentación animal. *Rev. Nutr. Anim.*, XI, 4, 203-213.
- SANCHEZ-VIZCAINO, E.; SMILG, N.; MORENO, R. (1978): El subproducto industrial de la naranja satsuma en la alimentación del cordero. *ITEA*, 31, 27-31.
- SCHAIBLY, G.E.; WING, J.M. (1974): Effect of roughage concentrate ratio on digestibility and rumen fermentation of corn silage-citrus pulp rations. *J. Anim. Sci.*, 38, 3, 697-701.
- SHOEMYEN, J. (1969): Citrus pulp pellets formed by extrusion process. Fla. Agric. Exp. Sta. Sunshine State Agr. Res. Rep., 1, 5-6.
- VELLOSO, L. (1985): Uso da polpa citrica na alimentação animal. Comun.Cientí.Fac.Med. Vet. Zootec. Univ. S. Paulo, 9 (2), 163-147.
- WESTLAKE, W.E.; GUNTHER, F.A.; JEPSON, L.R. (1970): Persistence of azodrin residues in Valencia oranges and in laboratory processed citrus pulp cattle feed. *J. Agric. Fd. Chem.*, 18 (5), 864-865.
- WESTLAKE, W.E.; GUNTHER, F.A.; JEPSON, L.R. (1971): Persistence of omite residues in navel oranges and lemons in laboratory processed citrus pulp cattle feed. *J. Agric. Fd. Chem.*, 19 (5), 894-896.
- YANG, S.J.; CHUNG, J.I.; CHUNG, C.J. (1984): Studies on utilization of citrus byproducts as livestock feeds. I. A study on the qualities of the citrus canning byproducts silages and the nylon bag DM digestibility based on the period of fermentation. *Korean J. Anim. Sci.*, 26 (3), 236-243.
- YOSHIDA, Y.; UEDA, M. (1984): Citrus juice waste as a potencial source of dietary fiber. *J. Japan. Soc. Hort. Sci.*, 53, 3, 354-361.