

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE BARCELONA

FACULTAD DE VETERINARIA

CARACTERIZACION MORFOLOGICA, COMPOSICION QUIMICA Y VALOR
NUTRITIVO DE DISTINTAS VARIEDADES DE GARROFA
(Ceratonia siliqua L.) CULTIVADAS EN ESPAÑA

TESIS DOCTORAL

Elena ALBANELL TRULLAS

Bellaterra, Septiembre de 1990

III. RESULTADOS Y DISCUSION

1. CARACTERIZACION MORFOLOGICA DE LAS GARROFAS ESPAÑOLAS

1.1. MORFOLOGÍA DE LA GARROFA

Los valores medios e intervalos de variación de las medidas morfológicas de Garrofas españolas, así como los resultados de su análisis de varianza en relación a la localización geográfica u origen de la muestra, se encuentran en el Cuadro III.1.1.

Como puede observarse en dicho Cuadro, el análisis de la varianza indicó diferencias significativas ($P < 0.001$) para la: longitud (L), anchura (l), espesor interior (ei), número de semillas (n_{sg}), número de semillas abortadas y dureza al corte de la Garrofa, lo que revela su heterogeneidad como población.

Si se comparan los valores medios obtenidos en las Garrofas españolas con los obtenidos por otros autores en otros países, podemos observar que no hay grandes diferencias en lo que respecta a los valores medios de las características morfológicas de las distintas poblaciones, que quedan comprendidos en el intervalo de variación de la población estudiada.

Así, pueden compararse con los valores obtenidos por Orphanos y Papaconstantinou (1969) al realizar su estudio sobre las Garrofas chipriotas (L= 16.86 cm, l= 2.18 cm, e= 0.81 cm, ei= 0.50 cm, n_{sg}= 10.30), Marakis *et al.* (1988) en Grecia (L= 15.99 cm, l= 1.79 cm) y Crescimanno *et al.* (1988) en Italia (L= 14.61 cm).

Es de destacar la gran similitud existente entre el número de semillas por Garrofa de la población chipriota (10.3) y la española (10.0), siendo la relación de garrofines/cm de Garrofa de 0.61 en el primer caso y 0.63 en el segundo.

Al realizar una comparación entre los resultados obtenidos en la realización de las medidas morfológicas de Garrofas de las distintas Comunidades Autónomas Españolas en las que se cultiva el Algarrobo (Cuadro III.1.2.), puede observarse que los frutos más largos, y consecuentemente los que presentan un mayor número de garrofines son los de Baleares y Catalunya. Mientras que los de Andalucía y Murcia son los más cortos y presentan un número de garrofines abortados muy elevado, siendo estas diferencias significativas a $P < 0.05$.

Cuadro III.1.1.

Medidas morfológicas de Garrofas Españolas

Parámetro	Intervalo	Media \pm ES	Nivel de significación
Longitud (cm)	7.71 - 27.28	15.83 \pm 0.21	***
Anchura (cm)	1.44 - 2.68	2.11 \pm 0.02	***
Espesor (cm)	0.54 - 1.32	0.85 \pm 0.01	NS
Espesor Int. (cm)	0.40 - 0.98	0.60 \pm 0.01	***
Nº semillas	2.88 - 14.76	10.00 \pm 0.17	***
Nº semillas abortadas	0.75 - 9.60	3.76 \pm 0.13	***
Nº espacios carpelares	8.20 - 20.00	13.77 \pm 0.16	NS
Dureza corte (Kg/cm ²)	6.33 - 24.13	11.18 \pm 0.31	***

(*** = P<0.001, ** = P<0.01, * = P<0.05, NS = P>0.05 no significativo)

Cuadro III.1.2.

Medidas morfológicas* de Garrofas de las distintas
Comunidades Autónomas

Parámetro	C O M U N I D A D		A U T O N O M A	
	Baleares	Catalunya	Comunidad Valenciana	Andalucía y Murcia
Nº muestras	54	26	93	9
Longitud (cm)	17.04 ^a ±0.36	16.29 ^{ab} ±0.59	15.34 ^b ±0.25	12.21 ^c ±0.97
Anchura (cm)	2.03 ^a ±0.03	2.22 ^b ±0.05	2.15 ^b ±0.02	1.89 ^a ±0.09
Espesor (cm)	0.84 ±0.02	0.86 ±0.02	0.85 ±0.01	0.87 ±0.03
Espesor Int. (cm)	0.57 ^a ±0.01	0.59 ^{ab} ±0.02	0.61 ^b ±0.01	0.70 ^c ±0.05
Nº semillas	11.25 ^a ±0.22	11.12 ^{ab} ±0.46	9.07 ^c ±0.22	9.00 ^{b,c} ±1.07
Nº semillas abortadas	2.56 ^a ±0.17	3.50 ^{ab} ±0.28	4.45 ^b ±0.17	4.64 ^b ±0.67
Nº espacios carpelares	13.81 ±0.25	14.62 ±0.46	13.51 ±0.23	13.64 ±1.20
Dureza corte (Kg/cm ²)	10.50 ^a ±0.65	10.55 ^a ±0.70	11.21 ^a ±0.38	16.67 ^b ±1.45

(*: Media ± ES; a,b,c = letras distintas indican diferencias significativas a P<0.05)

Rodríguez y Frutos (1988), han estudiado la población de Garrofas del Sureste peninsular, señalando unos valores medios de medidas morfológicas ($L=14.14$ cm, $l=2.05$ cm y $n_{\text{g}}=9.59$), algo superiores a los obtenidos en este trabajo para las Comunidades Autónomas de Andalucía y Murcia (Cuadro III.1.2.). Las diferencias podrían atribuirse a que, aunque el número de Algarrobos muestreados por estos autores fue superior (27 árboles), el número de frutos medidos se redujo a 5 Garrofas/árbol.

De todas formas, si se comparan los datos de Rodríguez y Frutos (1988) con los obtenidos al estudiar el resto de Comunidades Autónomas, se observa que las Garrofas del Sureste peninsular resultan ser más pequeñas y con menor rendimiento en garrofin que las del resto de Comunidades Autónomas.

Estas deficientes características de las Garrofas del Sureste peninsular, son en parte debidas a que la mayoría de árboles en los que se recogieron muestras, fueron árboles espontáneos (no cultivados). Este hecho refleja la situación actual de esta zona geográfica en la cual, aunque el Algarrobo crece de forma natural bajo adecuadas condiciones climáticas y edáficas, no suele ser objeto de prácticas de cultivo.

En lo que se refiere a las características morfológicas de las Garrofas de las distintas "variedades" o denominaciones locales, puede observarse que (Cuadro III.1.3. y III.3.1.), en el caso de Baleares, las pertenecientes a la denominación "Costella d'ase" son las más largas (21.23 cm) mientras que las de la denominación "Orellona" son las más cortas (11.20 cm) y por tanto las que presentarán un menor número de garrofines y de espacios carpelares. Las Garrofas incluidas dentro de la denominación "De la canal", presentan un mayor espesor (2.46 cm) y anchura (1.32 cm), pero sin embargo son las que contienen más garrofines abortados, presentando probablemente problemas de polinización. Finalmente la denominación "Pasta Negra" es la que presenta un mayor número de garrofines bien formados (13.81 garrofin/Garrofa), y por tanto aprovechables para la industria, y una longitud de 19.15 cm.

En el caso de las Garrofas Catalanas, las pertenecientes a la denominación "Negra" son las más cortas (12.44 cm), con menor número de espacios carpelares y garrofines útiles (8.23 garrofin/Garrofa), contrariamente a lo que se observaba en la denominación "Pasta Negra" de Baleares. Las pertenecientes a la denominación "Misto" son las más delgadas (espesor total = 0.67 cm y espesor interior = 0.40 cm) y, aunque son las que más número de espacios carpelares presentan (17.96), son las que más abortan (5.80 semillas abortadas/Garrofa). Las de la denominación "Rojal" por el contrario, son las que producen más garrofines útiles

por Garrofa (14.32), presentando una relación de 0.75 garrofines/cm Garrofa).

En la Comunidad Valenciana, las Garrofas pertenecientes a la denominación "Ralladora" son las que más semillas útiles producen por fruto (12.03), mientras que "Panasca" es la que menos (5.42). De las denominaciones estudiadas, "Comuna" es la que presenta Garrofas más largas (18.74) y "Pomera" la que más garrofines abortados presenta (8.35 abortos/Garrofa), siendo la denominación "Mascletera" la que menos garrofines abortados presenta (2.04).

De los resultados obtenidos, se puede concluir que de las denominaciones estudiadas, las Garrofas más largas son las pertenecientes a la denominación "Costella d'ase" (Balears), que corresponden aproximadamente al 20% de los Algarrobos cultivados en Mallorca (Casanova, 1990), y las que producen un mayor número de garrofines útiles por Garrofa son las pertenecientes a la denominación "Rojal" (Catalunya), cultivada en Tarragona (25%) y Barcelona (20%), tal como se ha recogido en el Cuadro III.1.3.

Cuadro III.1.3.

Medidas morfológicas* de las denominaciones locales de Garrofas españolas de mayor longitud y número de garrofines/Garrofa superior

Denominación local	Longitud (cm)	Anchura (cm)	Espesor (cm)	nºsemillas/Garrofa
Costella d'ase (Balears)	21.2 ±0.40	2.2 ±0.03	0.7 ±0.02	12.6 ±0.30
Banya de marrá (Catalunya)	19.3 ±0.42	2.0 ±0.03	0.7 ±0.02	12.8 ±0.57
Pasta negra (Balears)	19.2 ±0.32	2.0 ±0.02	1.0 ±0.02	13.8 ±0.39
Rojal (Catalunya)	19.0 ±0.27	1.9 ±0.04	0.9 ±0.02	14.3 ±0.41
De la canal (Balears)	19.0 ±0.62	2.5 ±0.06	1.3 ±0.03	12.7 ±0.56
Banya de cabra (Catalunya)	18.9 ±0.36	2.2 ±0.03	0.8 ±0.01	12.6 ±0.30

(*: Media ± ES)

1.2. COMPONENTES ESTRUCTURALES Y RENDIMIENTO EN GARROFIN

En el Cuadro III.1.4., se representan el peso medio de las Garrofas españolas y el de sus componentes estructurales (pulpa y semillas), así como del rendimiento en garrofin. Tal como puede observarse, el análisis de varianza realizado, indicó la existencia de diferencias significativas para el peso de los garrofines por Garrofa y el rendimiento en garrofin ($P < 0.001$), para el peso de la Garrofa entera ($P < 0.01$) y para el peso de la pulpa ($P < 0.05$), en la población estudiada de Garrofas españolas.

Al comparar estos resultados (Cuadro III.1.4.) con los obtenidos por Orphanos y Papaconstantinou (1969) en Chipre, Crescimanno *et al.* (1988) en Italia y Marakis *et al.* (1988) en Grecia, se observa que las Garrofas españolas son las menos pesadas (Italia = 20.8 g, Chipre = 18.5 g, Grecia = 16.15 g). Sin embargo, las Garrofas españolas, presentan un rendimiento en garrofin (12.11%) que es superior al de las italianas (10.08%) y chipriotas (10.75%), aunque inferior a las griegas (15.29%).

Al analizar los resultados obtenidos en la determinación de los pesos de las Garrofas y de su rendimiento en garrofin, en las distintas Comunidades Autónomas (Cuadro III.1.5.), se observa que las Garrofas con un mayor contenido en pulpa son las de Baleares, aunque no se presentaron diferencias significativas entre éstas y las catalanas y valencianas.

Respecto al rendimiento en garrofin, son también las Garrofas de Baleares las que presentan un rendimiento superior, junto con las de Catalunya y del Sureste peninsular.

Aunque las Garrofas del Sureste peninsular presentan un buen rendimiento en garrofin, la mayoría de los garrofines analizados (como se verá en el apartado III.2.) fueron bastante irregulares y presentaron un bajo contenido en endospermo (goma). Las Garrofas de esta zona fueron por tanto, muy productivas en garrofin, pero de escasa calidad industrial.

Es de destacar además, el caso de los Algarrobos de la Comunidad Valenciana que aunque presentaron frutos con buen peso, su rendimiento en garrofin fué el más bajo de las Comunidades Autónomas estudiadas (10.91%), debido al elevado número de garrofines abortados que presentan. Es probable que, la causa de este bajo rendimiento se deba a que los Algarrobos de la Comunidad Valenciana, presenten problemas de polinización, debido a la falta de individuos masculinos o hermafroditas en la población o al descuido de algunas

Cuadro III.1.4.

Composición estructural en peso y Rendimiento en Garrofin de Garrofas Españolas

Peso (g/Garrofa)	Intervalo	Media \pm ES	Nivel de significación
Garrofa entera	5.09 - 29.84	14.88 \pm 0.28	**
Pulpa	3.74 - 27.43	13.00 \pm 0.27	*
Garrofines	0.35 - 3.13	1.88 \pm 0.04	***
Rendimiento (%)	3.55 - 29.41	12.11 \pm 0.28	***

(*** = $P < 0.001$, ** = $P < 0.01$, * = $P < 0.05$, NS = $P > 0.05$ no significativo)

Cuadro III.1.5.

Composición estructural en peso^a y Rendimiento en Garrofin de Garrofas de distintas Comunidades Autónomas

Peso (g/Garrofa)	COMUNIDAD		AUTÓNOMA	
	Baleares	Catalunya	Comunidad Valenciana	Andalucía y Murcia
Nº muestras	54	26	93	9
Garrofa entera	16.07 ^a ± 0.57	15.54 ^{ab} ± 0.64	14.30 ^{ab} ± 0.34	11.81 ^b ± 1.81
Pulpa	13.89 ^a ± 0.56	13.40 ^{ab} ± 0.59	12.64 ^{ab} ± 0.32	10.16 ^b ± 1.66
Garrofines	2.18 ^a ± 0.05	2.14 ^{ab} ± 0.10	1.67 ^b ± 0.05	1.65 ^{bc} ± 0.21
Rendimiento (%)	13.73 ^a ± 0.58	12.67 ^{ab} ± 0.59	10.91 ^b ± 0.30	13.09 ^{ab} ± 1.83

(^a: Media \pm ES; a,b,c = letras distintas indican diferencias significativas a $P < 0.05$)

prácticas de cultivo, como el injerto, o a sus propias características varietales y climáticas.

Como consecuencia, al valorar las Garrofas de cada una de las Comunidades Autónomas estudiadas por su reparto estructural con vistas a su utilización industrial, puede decirse que:

En Baleares y según los resultados obtenidos, las Garrofas que producen un mayor contenido de pulpa son las pertenecientes a la denominación "De la Canal", que presenta un 91.9% de pulpa (27.43 g pulpa/Garrofa), mientras que las de la denominación "Rotge" presentan un mayor rendimiento en garrofin (16.53%), obteniéndose 2.51 g garrofin/Garrofa.

En Catalunya la denominación "Surera" es la que presenta un mayor contenido de pulpa (19.13 g pulpa/Garrofa, que corresponde al 91.1% de la Garrofa) y "Banya de cabra" la que presenta un mayor rendimiento en garrofin (17.69%, 2.70 g garrofin/Garrofa).

En la Comunidad Valenciana es la denominación "Costella" la que produce más pulpa (94.0% y 19.62 g pulpa/Garrofa) y "Murtera" la que presenta un mejor rendimiento en garrofin (15.47%), sin embargo al ser las Garrofas pertenecientes a esta denominación de tamaño mediano, sólo se obtiene 1.79 g garrofin/Garrofa. Se obtiene un mayor peso de garrofin por Garrofa en frutos más grandes, como es el caso de las Garrofas de la denominación "Mojonera" (2.48 g garrofin/Garrofa). En relación a la conocida denominación "Matalafera", que se encuentra bastante extendida sobre todo en Castellón y Valencia, las Garrofas presentaron un rendimiento en garrofin satisfactorio (12.9%), es decir algo superior a la media de las Garrofas españolas (12.11%).

En el caso de las Garrofas del Sureste peninsular, son de destacar las pertenecientes a la denominación "Ramillete", Garrofas de buen tamaño y que producen gran cantidad de pulpa (20.19 g pulpa/Garrofa) y por consiguiente menor cantidad de garrofin.

2. CARACTERIZACION MORFOLOGICA DE LOS GARROFINES

2.1. MORFOLOGIA DEL GARROFIN

En el Cuadro III.2.1., se muestran los resultados obtenidos en la realización de las medidas morfológicas de los garrofines de Garrofas españolas y su correspondiente análisis de varianza.

Se puede observar en dicho Cuadro, que el análisis de la varianza realizado, indicó diferencias significativas para el peso ($P < 0.05$), anchura ($P < 0.05$) y para el espesor ($P < 0.01$) del garrofin.

El peso de los garrofines varió entre 0.11-0.22 g siendo el valor medio 0.19 g. Este valor es algo inferior al generalmente aceptado de 0.2 g que se ha utilizado como medida de peso (1 garrofin = 0.2 g = 1 Kilate). Estos resultados coinciden con las observaciones de Orphanos y Papaconstantinou (1969), quienes también obtuvieron en garrofines de Garrofas chipriotas un peso medio de 0.19 g.

Comparando la morfología de los garrofines españoles con los chipriotas, se observa que las dimensiones son muy similares, aunque algo más cortos los chipriotas (longitud = 0.89 ± 0.05 , anchura = 0.69 ± 0.004 , espesor = 0.38 ± 0.08).

Al estudiar la morfología de los garrofines de las Garrofas de las distintas Comunidades Autónomas (Cuadro III.2.2.), se observa que éstos son bastante similares entre sí, aunque los de Baleares y Catalunya parecen ser de dimensiones algo superiores a los de la Comunidad Valenciana.

En el caso de Andalucía y Murcia, los garrofines son bastante irregulares, siendo por término medio más cortos y estrechos pero de mayor espesor. Este hecho puede comprobarse al calcular el índice $L \times l$ (Longitud x Anchura) que resulta ser inferior en esta Comunidad Autónoma (0.65 ± 0.02) que en las restantes (Baleares = 0.69 ± 0.01 , Catalunya = 0.68 ± 0.01 , Comunidad Valenciana = 0.67 ± 0.01).

2.2. COMPONENTES ESTRUCTURALES Y RENDIMIENTO EN GOMA

Como se ha comentado anteriormente (apartado I.5. y Figura II.2.2), el garrofin está constituido por el embrión,

Cuadro III.2.1.

Características de los garrofinos de Garrofas españolas

Parámetro	Intervalo	Media \pm ES	Nivel de significación
Peso (g)	0.12 - 0.25	0.19 \pm 0.002	*
Longitud (cm)	0.75 - 1.10	0.96 \pm 0.005	NS
Anchura (cm)	0.59 - 0.80	0.70 \pm 0.003	*
Espesor (cm)	0.31 - 0.47	0.38 \pm 0.002	**

(*** = $P < 0.001$, ** = $P < 0.01$, * = $P < 0.05$, NS = $P > 0.05$ no significativo)

Cuadro III.2.2.

Características de los garrofinos de Garrofas de distintas Comunidades Autónomas

Parámetro	COMUNIDAD		AUTÓNOMA	
	Baleares	Catalunya	Comunidad Valenciana	Andalucía y Murcia
Nº muestras	54	26	93	9
Peso (g)	0.19 ^a ± 0.003	0.19 ^{ab} ± 0.004	0.18 ^b ± 0.002	0.18 ^{ab} ± 0.01
Longitud (cm)	0.97 ± 0.01	0.96 ± 0.01	0.97 ± 0.01	0.94 ± 0.02
Anchura (cm)	0.71 ± 0.01	0.71 ± 0.01	0.70 ± 0.004	0.69 ± 0.01
Espesor (cm)	0.39 ^{ab} ± 0.005	0.38 ^{ab} ± 0.004	0.37 ^a ± 0.003	0.41 ^b ± 0.01

(^a: Media \pm ES; a, b = letras distintas indican diferencias significativas a $P < 0.05$)

el epispermo o testa y el endospermo también denominado "goma". El endospermo del garrofin está compuesto fundamentalmente por "galactomananas" que poseen propiedades espesantes y gelificantes de gran valor industrial, siendo por tanto esta fracción la más importante del garrofin, desde el punto de vista comercial.

En el estudio de la composición estructural de los garrofines, los resultados obtenidos se expresaron como mg y porcentaje sobre materia seca de cada uno de los componentes (Cuadro III.2.3.). Puede observarse así que el análisis de la varianza indicó diferencias significativas para el contenido en epispermo ($P < 0.01$) y en endospermo ($P < 0.01$) entre orígenes. La existencia de estas diferencias, a igualdad de materia seca, tiene especial importancia en la práctica e indudables repercusiones económicas a efectos de su aprovechamiento industrial.

El contenido medio de endospermo, sobre materia seca, fué de 86.2 ± 0.90 mg/garrofin, es decir el 51.76% del peso de la semilla. El potencial medio de producción de goma de las Garrofas españolas evaluadas, expresado como peso seco, resulta ser de 58 Kg de "goma"/Tm de Garrofa, con una variación de 7-102 Kg/Tm, que por su importancia indica la necesidad de continuar estudios sobre el tema.

Al expresar el contenido en endospermo por Garrofa se obtiene un valor medio de 0.87 g, es decir el 6.03% del peso de la Garrofa, encontrándose algunas Garrofas que pueden llegar a producir 1.51 g de endospermo/Garrofa, equivalente al 14.04% de su peso.

Otra forma de expresar el contenido en endospermo ("goma") del garrofin, es la relación garrofin:goma. Según los datos obtenidos y coincidiendo con Orphanos y Papaconstantinou (1969), esta relación es de 2:1.

Al comparar los resultados aquí obtenidos con los de Orphanos y Papaconstantinou (1969) en garrofines chipriotas, debe señalarse su semejanza (epispermo = $27.36 \pm 0.67\%$, embrión = $19.51 \pm 0.25\%$ y endospermo = $50.43 \pm 0.75\%$). Es de destacar además, que las pérdidas obtenidas en el fraccionamiento del garrofin fueron del 9.11% en el caso de estos autores y del 2.7% en el presente estudio.

En relación con a la composición estructural de otras semillas productoras de gomas industriales (Cuadro III.2.4.), tales como la Tara (Caesalpinia spinosa), el Guar (Cyamopsis tetragonoloba) y el Algarrobo peruano (Prosopis sp.), los resultados obtenidos en el Algarrobo (Ceratonia siliqua L.), indican que las semillas (garrofines) de éste son las que presentan un mayor contenido en endospermo ("goma") seguido de la semilla de Guar. Sin embargo, los garrofines son los que presentan un menor contenido en embrión.

Cuadro III.2.3.

Composición estructural y Rendimiento en Goma de los garrofines de Garrofas Españolas

Parámetro ¹	Intervalo	Media \pm ES	Nivel de significación
Peso (g)	0.11 - 0.22	0.17 \pm 0.002	NS
Epispermo (mg)	23.60 - 60.80	34.50 \pm 0.40	**
Embrión (mg)	20.70 - 38.80	30.40 \pm 0.30	NS
Endospermo (mg)	33.80 - 120.80	86.20 \pm 0.90	*
g Endospermo/ Garrofa	0.10 - 1.51	0.87 \pm 0.02	***
Materia Seca (%)	81.39 - 96.91	88.68 \pm 0.17	***
Epispermo (%)	15.72 - 29.87	20.81 \pm 0.16	*
Embrión (%)	12.27 - 22.27	18.32 \pm 0.11	***
Endospermo (%)	31.45 - 60.09	51.76 \pm 0.26	***
% Endospermo/ Garrofa	1.64 - 14.04	6.03 \pm 0.14	***

(¹: Sobre Materia Seca; *** = P<0.001, ** = P<0.01, * = P<0.05, NS = P>0.05 no significativo)

Cuadro III.2.4.

Composición estructural^a de distintas semillas
productoras de gomas industriales

Especie Vegetal	Estructura seminal (%)		
	Epispermo	Embrión	Endospermo
Algarrobo mediterráneo (<i>Ceratonia siliqua</i>)	21 (16-30)	18 (12-22)	52 (31-60)
Algarrobo peruano ^a (<i>Prosopis</i> sp.)	29 (28-30)	27 (25-28)	40 (38-41)
Guar ^a (<i>Cyamopsis tetragonoloba</i>)	16 (14-17)	39 (35-42)	45 (43-47)
Tara ^a (<i>Caesalpinia spinosa</i>)	31 (30-31)	29 (28-30)	23 (22-24)

^a: Media (Mínimo - Máximo)

^a: Resultados de Espinoza (1988)

Comparando la composición estructural de los garrofines de las distintas Comunidades Autónomas (Cuadro III.2.5.), puede observarse que la cantidad de endospermo que se obtiene por Garrofa es superior en los frutos recolectados en Baleares y en Catalunya. Esta observación coincide con los resultados obtenidos al estudiar la morfología de la Garrofa y del garrofin, ya que tanto los frutos como las semillas de los algarrobos muestreados en Baleares y en Catalunya presentaban dimensiones superiores a los muestreados en la Comunidad Valenciana y en Andalucía y Murcia.

De las "variedades" o denominaciones de algarrobos muestreados, las que presentan una mayor cantidad de endospermo por Garrofa, son las de mayor rendimiento en garrofin, correspondiendo a las denominaciones: "Rotge" en Baleares, "Banya de cabra" en Catalunya y "Murtera" en la Comunidad Valenciana.

Cuadro III.2.5.

Composición estructural y Rendimiento en Goma, de los garrofines de Garrofas de distintas Comunidades Autónomas

Parámetro ¹	COMUNIDAD		AUTÓNOMA	
	Baleares	Catalunya	Comunidad Valenciana	Andalucía y Murcia
№ muestras	54	26	93	9
Peso (g)	0.17 ±0.003	0.17 ±0.003	0.16 ±0.002	0.16 ±0.01
Epispermo (mg)	36.70 ^a ±0.60	33.70 ^{a,b} ±0.50	33.70 ^a ±0.50	32.50 ^{a,b} ±1.20
Embrión (mg)	31.00 ±0.50	29.20 ±0.70	30.50 ±0.40	28.60 ±1.40
Endospermo (mg)	88.70 ±1.50	90.90 ±2.10	83.90 ±1.20	80.70 ±7.00
g Endospermo/ Garrofa	1.00 ^a ±0.03	1.02 ^a ±0.05	0.77 ^b ±0.02	0.75 ^b ±0.10
Materia Seca (%)	87.70 ^a ±0.22	88.37 ^{a,c} ±0.59	89.12 ^{b,c} ±0.22	91.01 ^c ±0.87
Epispermo (%)	21.58 ^a ±0.25	20.02 ^b ±0.31	20.65 ^{a,b} ±0.24	20.23 ^{a,b} ±1.18
Embrión (%)	18.28 ^a ±0.19	17.24 ^b ±0.18	18.71 ^a ±0.14	17.73 ^{a,b} ±0.86
Endospermo (%)	52.15 ^{a,b} ±0.35	53.72 ^b ±0.62	51.30 ^{a,c} ±0.34	48.47 ^c ±2.50
% Endospermo/ Garrofa	6.56 ^a ±0.27	6.62 ^a ±0.33	5.47 ^b ±0.16	6.82 ^{a,c} ±1.13

(¹: Media ± ES, sobre Materia Seca; a,b,c = letras distintas indican diferencias significativas a P<0.05)

3. TIPIFICACION DE LAS GARROFAS ESPAÑOLAS

3.1. BASES DE REALIZACION DE UNA TIPOLOGIA MORFOLOGICA DE VARIETADES DE GARROFA

En lo que se refiere a la tipificación y clasificación de las Garrofas españolas, se han tenido en cuenta los trabajos realizados por Barranco y Rallo (1984), para la descripción pomológica de variedades de olivo, así como las líneas básicas que deberían tenerse en cuenta a la hora de establecer un esquema pomológico para la descripción varietal en Algarrobo, indicadas por Batlle (1985). Los criterios tomados se basaban en los caracteres morfológicos del árbol, de los folíolos adultos, la inflorescencia, el fruto o Garrofa y la semilla o garrofin.

Aunque no se ha establecido ninguna prioridad en cuanto a la clasificación de los caracteres, parece en principio que tanto los del árbol como los del fruto y garrofin, puedan ser más relevantes que los de la hoja e inflorescencia.

Con los resultados obtenidos en el estudio morfológico de las Garrofas y garrofines españoles, se intentó definir tres categorías para cada uno de los siguientes parámetros: longitud de la Garrofa, rendimiento del garrofin, peso del garrofin y rendimiento en goma. El tamaño de la Garrofa y el peso del garrofin son parámetros de fácil y rápida medida, mientras que el rendimiento en garrofin y en goma, son de gran importancia desde el punto de vista del aprovechamiento industrial de la Garrofa y garrofin.

Uno de los mayores problemas encontrados en su aplicación, es la necesidad práctica de establecer categorías para unos parámetros cuya variación es continua. Para ello se limitó el número de categorías en tres, ya que la subjetividad se acentúa al elevar el número de las mismas, implicando una pérdida de fiabilidad.

Para dividir cada uno de los parámetros estudiados en las tres categorías o niveles citados, se realizaron histogramas, con un intervalo de 0.5 unidades para el tamaño de la Garrofa, rendimiento en garrofin y en goma y de 0.01 para el peso del garrofin, dibujándose sobre él la curva de distribución Normal. Posteriormente se separaron tres niveles, de forma que en el primer cuartil (aproximadamente el 25% de los individuos) se definieran los individuos "ligeros", de tamaño "corto" o rendimiento "bajo" y en el último cuartil (aproximadamente el 25% de individuos) los

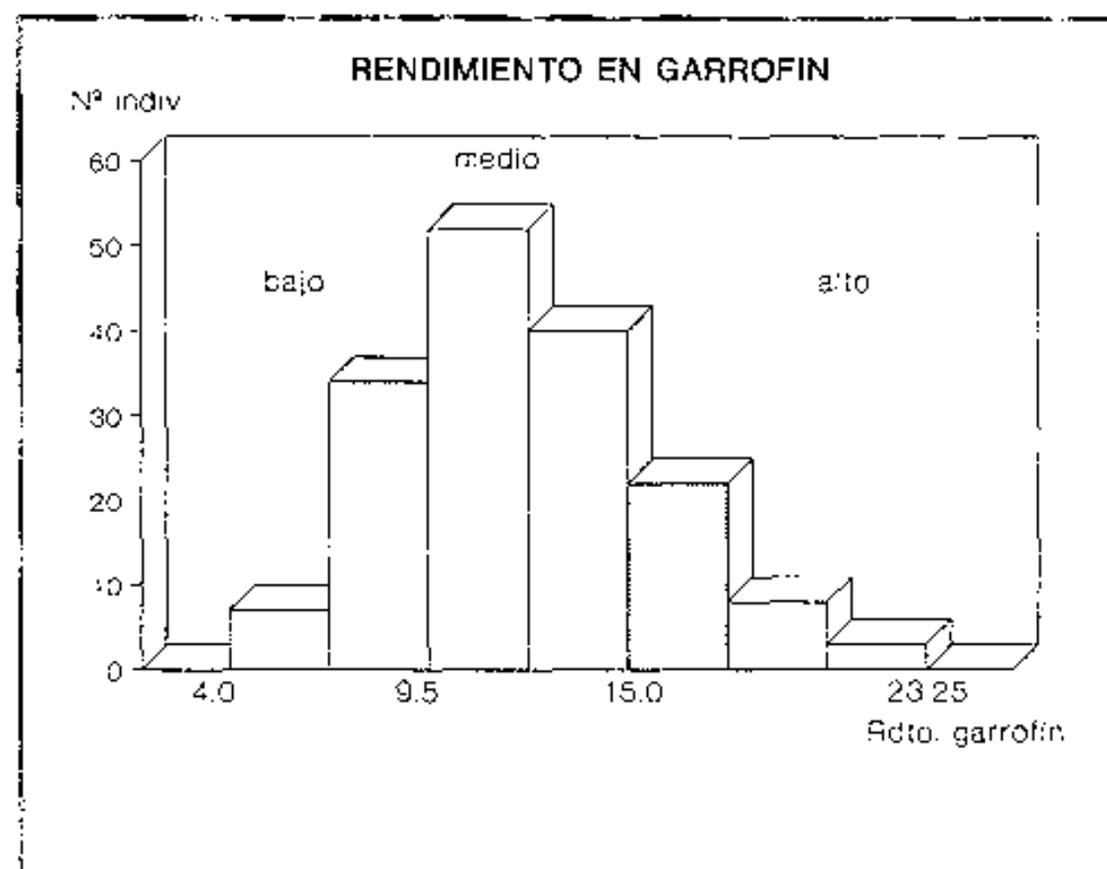
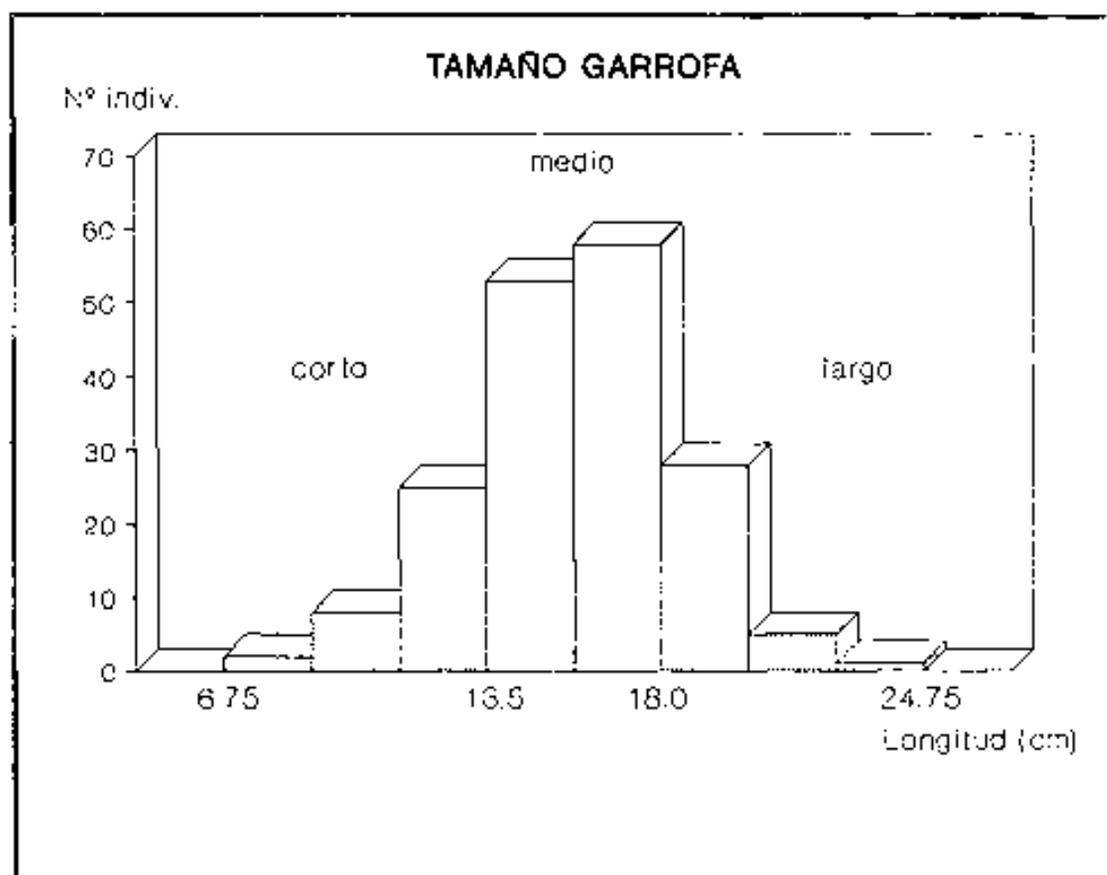


Figura III.3.1.

Distribución del Tamaño de la Garrofa y Rendimiento en Garrofin de la población de Garrofas estudiada para su tipificación

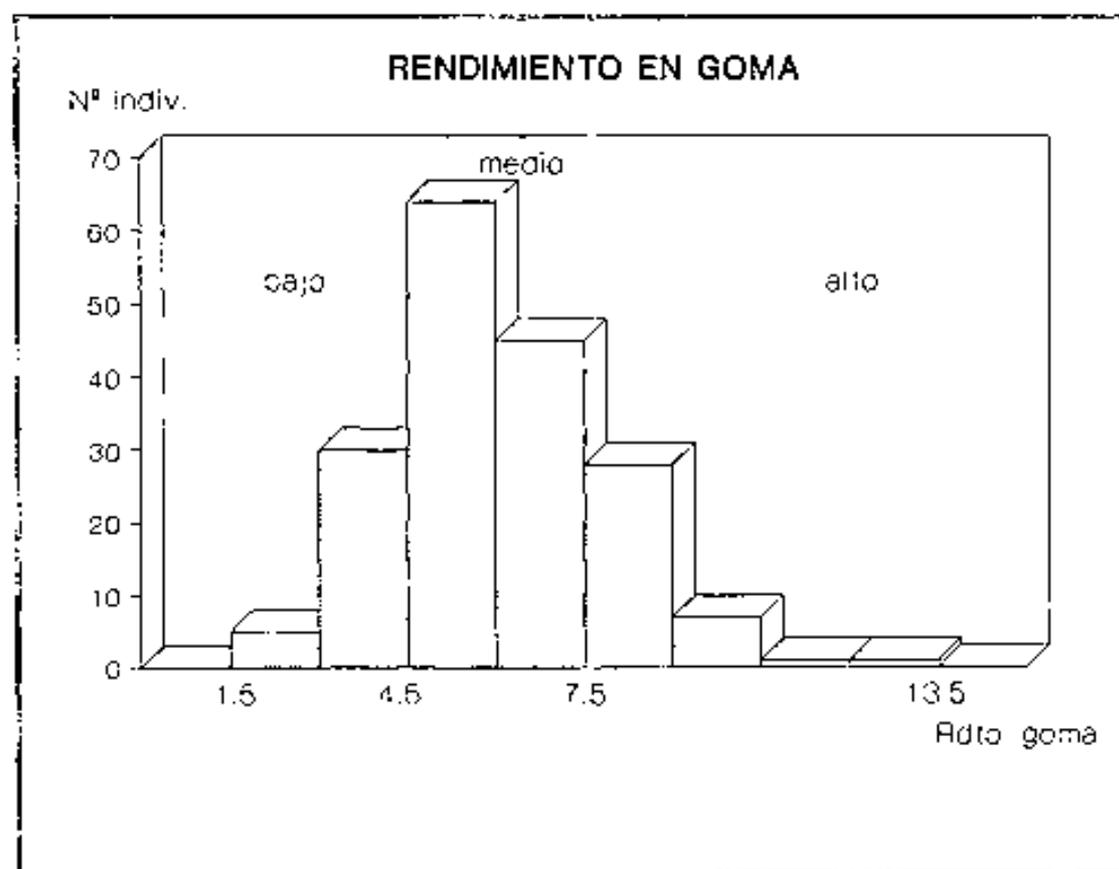
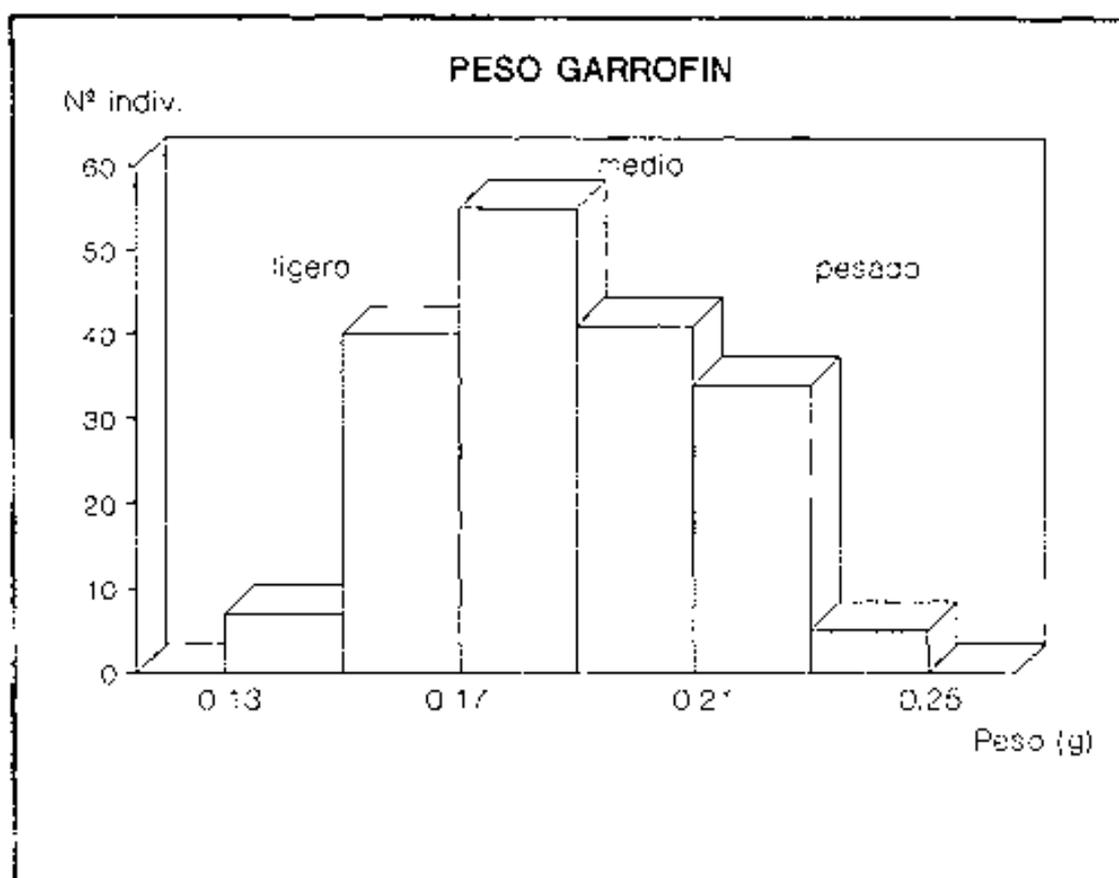


Figura III.3.2.

Distribución del Peso del Garrofin y Rendimiento en Goma de la población de Garrofas estudiada para su tipificación

individuos "pesados", de tamaño "largo" o rendimiento "alto". En los dos cuartiles centrales (aproximadamente el 50% de individuos) quedaron así los individuos con peso, tamaño y rendimientos de tipo "medio".

En las Figuras III.3.1. y III.3.2., se encuentran representados los histogramas de los caracteres escogidos para la realización de la tipología morfológica de la Garrofa con los intervalos de tipificación anteriormente mencionados.

Los niveles establecidos sirvieron para distinguir las Garrofas en función de su longitud (Garrofas: cortas, medias y largas), su rendimiento en garrofin (rendimiento: bajo, medio y alto), el peso del garrofin (garrofines: ligeros, medios, pesados) y su rendimiento en goma (rendimiento: bajo, medio y alto), según los siguientes valores:

* Tamaño:			corto \leq 13.5 cm
Garrofa	13.5 cm <	medio <	18 cm
		largo \geq	18 cm
* Rendimiento:			bajo \leq 9.5 %
en garrofin	9.5 % <	medio <	15 %
		alto \geq	15 %
* Peso:			ligero \leq 0.17 g
garrofin	0.17 g <	medio <	0.21 g
		pesado \geq	0.21 g
* Rendimiento:			bajo \leq 4.5 %
en goma	4.5 % <	medio <	7.5 %
		alto \geq	7.5 %

3.2. TIPIFICACION DE LAS VARIEDADES DE GARROFAS ESPAÑOLAS

Con los niveles establecidos en el apartado anterior, se realizó el Cuadro III.3.1., donde se resumen las características morfológicas más importantes de la Garrofa y garrofin (tamaño del fruto, rendimiento en garrofin, tamaño del garrofin y rendimiento en goma), de las distintas "variedades" o denominaciones locales muestreadas.

Cuadro III.3.1.

Tipificación morfológica de distintas "variedades" o denominaciones locales españolas de Garrofa

Localización y denominación	Tamaño Garrofa	Rdto. Garrofin	Peso Garrofin	Rdto. Goma
ANDALUCIA Y MURCIA				
Mollar	medio	medio	medio	medio
Ramillete	corto	medio	medio	medio
BALEARES				
Bobal	medio	medio	medio	bajo
Borde	medio	medio	ligero	medio
Costella d'ase	largo	medio	medio	medio
De la Canal	largo	bajo	medio	bajo
De la mel	medio	medio	pesado	medio
D'en Bugader	medio	medio	medio	medio
Durayó	medio	medio	ligero	medio
Espanyola	medio	medio	pesado	medio
Mollar	largo	bajo	medio	medio
Orellona	corto	medio	pesado	medio
Panesca	corto	medio	medio	alto
Pasta negra	largo	medio	ligero	medio
Pic de beya	medio	medio	medio	medio
Rotge	medio	alto	pesado	alto
CATALUNYA				
Banya de cabra	largo	alto	pesado	alto
Banya de marrà	largo	alto	pesado	alto
Costella de ruc	largo	medio	medio	medio
Misto	medio	medio	ligero	medio
Negra, Negreta	corto	medio	medio	medio
Rojal	largo	medio	medio	medio
Surera	medio	bajo	medio	bajo
Tendral	medio	medio	medio	medio
Valenciana	medio	medio	medio	medio

Quadro III.3.1. (Continuación)

Tipificación morfológica de distintas "variedades" o denominaciones locales españolas de Garrofa

Localización y denominación	Tamaño Garrofa	Rdto. Garrofin	Peso Garrofin	Rdto. Goma
COMUNIDAD VALENCIANA				
Aguaderas	medio	bajo	ligero	bajo
Banyeta	corto	medio	ligero	medio
Blanca	largo	medio	medio	medio
Borde	medio	bajo	medio	bajo
Borrera	medio	medio	ligero	medio
Cacha	medio	medio	ligero	medio
Casuda	medio	medio	medio	medio
Comuna	largo	medio	medio	medio
Costella de bou	largo	bajo	medio	bajo
Costella de cavall	medio	medio	pesado	medio
Costilla de burro	medio	bajo	pesado	bajo
Costilla de Toro	medio	bajo	ligero	bajo
Chopo	medio	medio	medio	medio
De Cervera	corto	medio	medio	medio
Del Masclet	largo	medio	medio	medio
Del Pom	medio	medio	pesado	medio
Flor y Garrofa	medio	medio	medio	medio
Judeva	medio	bajo	medio	medio
Judio	corto	bajo	medio	bajo
Lindar	medio	bajo	pesado	bajo
Lisa	medio	medio	medio	medio
Mallorquino	medio	medio	medio	medio
Mascletera	medio	medio	medio	medio
Matalafera	medio	medio	medio	medio
Melera	medio	medio	medio	medio
Mojonera	medio	medio	pesado	medio
Murtera	corto	alto	ligero	alto
Negra	medio	medio	medio	medio
Panesca	medio	medio	medio	medio
Pomera	medio	medio	pesado	medio
Primerenques	medio	bajo	ligero	bajo
Ralladora	medio	medio	ligero	medio
Rocha	medio	medio	ligero	medio
Rojal	medio	bajo	ligero	medio
Roya	medio	medio	ligero	medio
Santamaría	medio	medio	medio	medio
Vera	medio	medio	medio	medio

3.3. ESTIMACION DEL RENDIMIENTO EN GARROFIN

Teniendo en cuenta los valores obtenidos en la determinación morfológica de Garrofas y garrofinas, anteriormente discutidos, puede proponerse un método rápido de estimación del rendimiento en garrofin, de acuerdo con lo indicado por Caja *et al.* (1984), según la siguiente fórmula:

$$\text{Rendimiento (\%)} = \frac{\text{LG (CM)} \times \text{Nº g/cm} \times \text{Pg}}{\text{PG (g)}} \times 100$$

donde: LG = Longitud de la Garrofa
 Nº g/cm = nº de garrofinas/cm Garrofa
 Pg = peso del garrofin
 PG = Peso de la Garrofa

Así, a partir de los resultados obtenidos anteriormente en cada caso y conociendo únicamente la longitud y el peso de la Garrofa, se puede estimar el rendimiento en garrofin, según la siguiente fórmula:

$$\text{Rendimiento (\%)} = \frac{\text{LG (CM)} \times 0.63 \times 0.188}{\text{PG (g)}} \times 100$$

donde: LG = Longitud de la Garrofa
 PG = Peso de la Garrofa

El rendimiento medio real en garrofin, de las 182 Garrofas analizadas (Cuadro III.1.4.) fue de 12.11 ± 0.28 , mientras que utilizando esta fórmula, el rendimiento medio estimado fue de 13.05 ± 0.18 , siendo la diferencia media inferior a 1 punto de porcentaje.

Esta fórmula, por tanto, puede proporcionar rápidamente y sin necesidad de realizar el troceado de la Garrofa, una valiosa indicación para establecer el pago de las partidas comerciales más interesantes para su procesado industrial.

4. RELACION ENTRE LAS CARACTERISTICAS MORFOLOGICAS DE LA GARROFA Y GARROFIN

4.1. CORRELACIONES ENTRE LOS PARAMETROS MORFOLOGICOS DE LA GARROFA Y RENDIMIENTO EN GARROFIN

Al comparar el conjunto total de datos obtenidos en el análisis morfológico, por medio de los coeficientes de correlación de Pearson, se obtuvieron en general correlaciones medio-bajas, aunque significativas ($P < 0.05$ a $P < 0.001$), tal como figura en el Cuadro III.4.1.

Es importante observar que la correlación entre el rendimiento en garrofin y la longitud de la Garrofa fue muy baja y no significativa, indicando la ineficiencia de esta medida para la predicción del rendimiento. Sin embargo es notable la correlación existente entre el rendimiento en garrofin y la anchura de la Garrofa.

Otros parámetros que no presentaron correlaciones significativas fueron: la longitud con el espesor, con la anchura y con el número de garrofines abortados, la anchura con el espesor interior y con el número de espacios carpelares, el espesor con el número de espacios carpelares y el número de garrofines abortados con el peso de la Garrofa.

Prácticamente no existen trabajos en los que se correlacionen los distintos parámetros morfológicos y de composición química de la Garrofa, encontrándose hasta el momento únicamente el realizado por Sanchez-Capuchino *et al.* (1988) en la Comunidad Valenciana. Estos autores después de estudiar una muestra de 43 árboles, concluyen que no existen correlaciones entre la longitud de la Garrofa con el peso y con el número de garrofines.

Estas observaciones realizadas por Sanchez-Capuchino *et al.* (1988) no resultan coincidentes con los resultados obtenidos en este trabajo, tal como se muestra en el Cuadro III.4.1.

El análisis de los coeficientes de determinación (R^2) evidencia que, la variación del rendimiento en garrofin de la Garrofa, es explicado positivamente por el número de garrofines (27%) y por el peso total de garrofines ("%%), y negativamente por la anchura de la Garrofa (36%), por el número de garrofines abortados (24%) y por el peso de la Garrofa (11%).

Con estas observaciones se puede concluir que, a

Cuadro III.4.1.1.

Tabla de correlaciones entre los parámetros morfológicos de la Garrofa

	LG	IG	eG	ei	n _{2g}	n _{2ga}	n _{2ec}	PG	PP	Pg	R
LG	1.00	NS	NS	-0.39 (****)	0.59 (****)	NS	0.53 (****)	0.66 (****)	0.61 (****)	0.60 (****)	NS
IG		1.00	0.42 (****)	NS	-0.19 (****)	0.25 (****)	NS	0.46 (****)	0.51 (****)	-0.14 (**)	-0.60 (****)
eG			1.00	0.57 (****)	NS	NS	NS	0.45 (****)	0.48 (****)	NS	-0.38 (****)
ei				1.00	-0.19 (**)	NS	-0.12 (*)	NS	NS	-0.17 (*)	-0.16 (*)
n _{2g}					1.00	-0.44 (****)	0.71 (****)	0.44 (****)	0.34 (****)	0.91 (****)	0.52 (****)
n _{2ga}						1.00	0.32 (****)	NS	NS	-0.42 (****)	-0.49 (****)
n _{2ec}							1.00	0.51 (****)	0.45 (****)	0.62 (****)	0.16 (*)
PG								1.00	0.99 (****)	0.49 (****)	-0.33 (****)
PP									1.00	0.38 (****)	-0.42 (****)
Pg										1.00	0.50 (****)
R											1.00

(LG=longitud, lG=anchura, eG=espesor, ei=espesor interior, n_{2g}=n₂ garrofines, n_{2ga}=n₂ garrofines abortados, n_{2ec}=n₂ espacios carpelares, PG=peso Garrofa, PP=peso pulpa, Pg=peso, R=rendimiento. *** = P<0.001, ** = P<0.005, * = P<0.05, NS= P>0.05 no significativo)

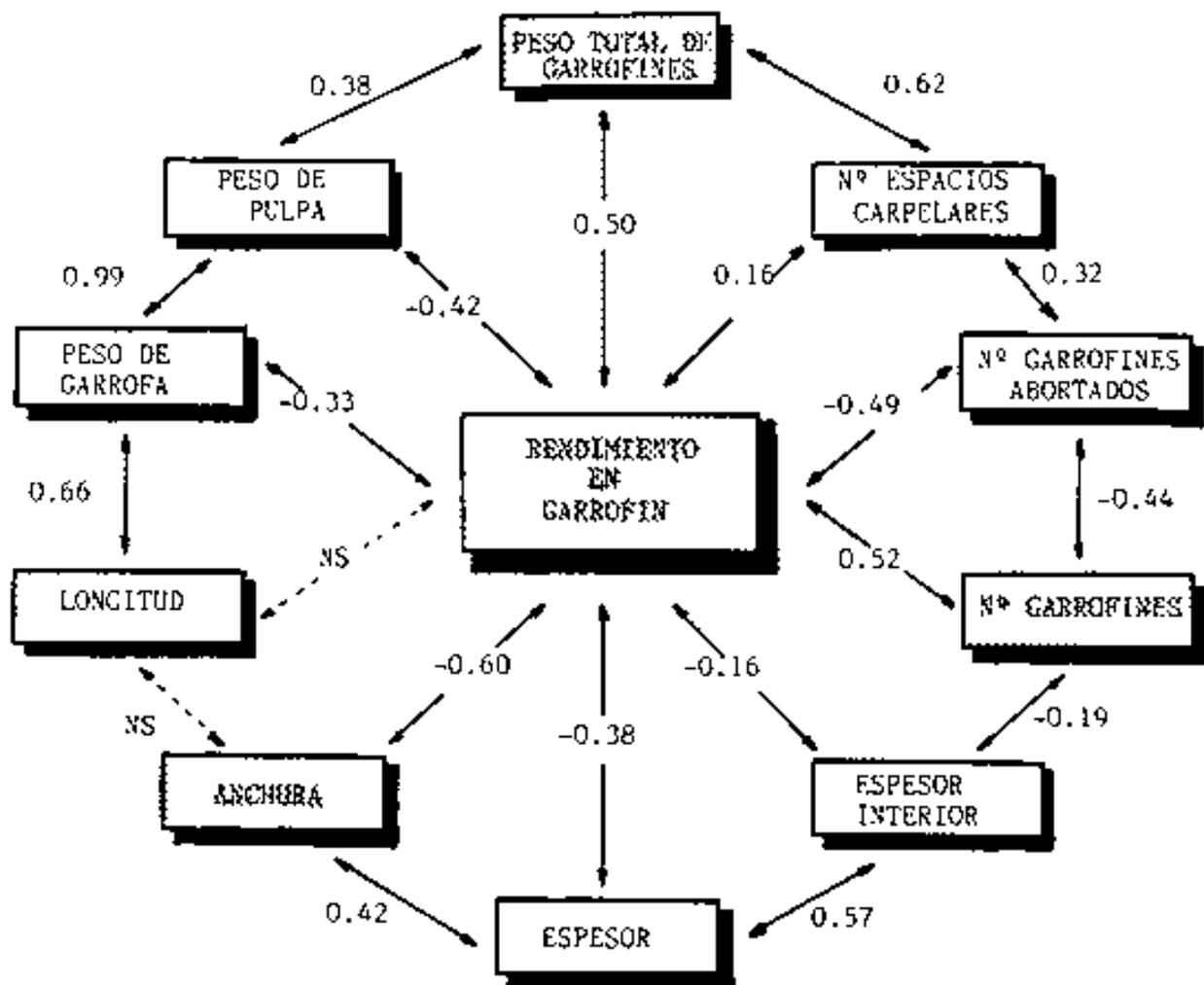


Figura III.4.1.

Principales correlaciones entre aspectos morfológicos y rendimiento en garrofin de Garrofas españolas

efectos de rendimiento en garrofin deben ser más interesantes Garrofas estrechas, delgadas, no muy pesadas y con un número elevado de garrofines no abortados, sin importar su longitud.

Esta observación se comprueba en la práctica, ya que como puede observarse en el Cuadro III.3.1., se obtuvieron altos rendimientos en garrofin en la denominación "Murtera" que presenta tamaño del fruto corto, y en la denominación "Rotge" con fruto de tamaño mediano. Sin embargo algunas variedades de fruto largo ("De la canal", "Mollar" y "Costella de bou") presentan bajos rendimientos en garrofin.

En la Figura III.4.1., se han señalado las relaciones entre las variables de mayor significado, centrandó la discusión en el rendimiento en garrofin, dada su importancia económica en la valoración de la Garrofa entera. Son de destacar las correlaciones positivas entre el rendimiento en garrofin y el número de garrofines ($r=0.52$) y peso de garrofines/garrofa ($r=0.50$), así como negativas con la anchura ($r=-0.60$) y el número de garrofines abortados ($r=-0.49$).

A su vez el peso de garrofines se correlacionó con el número de espacios carpelares ($r=0.62$) y el peso de la Garrofa con el peso de pulpa ($r=0.99$) y su longitud ($r=0.66$).

6.2. CORRELACIONES ENTRE LOS PARAMETROS MORFOLOGICOS DEL GARROFIN Y RENDIMIENTO EN GOMA

Al comparar los resultados obtenidos en la realización de las medidas morfológicas y los de componentes estructurales de los garrofines españoles entre sí, por medio de los coeficientes de correlación de Pearson, se obtuvieron en general coeficientes medio-bajos, aunque significativos en la mayoría de los casos ($P<0.05$ a $P<0.001$), tal como figura en el Cuadro III.4.2.

Entre los coeficientes obtenidos deben destacarse, por su significado, los que se refieren al contenido en endospermo.

Así, el Endospermo (%) presentó correlaciones positivas con: el rendimiento en garrofin ($r=0.43$), peso ($r=0.36$) y espesor ($r=0.35$) del garrofin, y negativas con los porcentajes de: Epispermo ($r=-0.47$), Embrión ($r=-0.30$), Materia Seca ($r=-0.21$) y con la longitud del garrofin ($r=-0.20$).

Cuadro III.4.2.

Tabla de correlaciones entre los parámetros morfológicos del garrofin

	Pg	Lg	lg	eg	MS	Ep	Em	En	REn	R
Pg	1.00	0.50 (***)	0.70 (***)	0.38 (***)	-0.25 (***)	-0.13 (*)	-0.12 (*)	0.36 (***)	0.29 (***)	0.19 (**)
Lg		1.00	0.38 (***)	-0.26 (***)	-0.20 (***)	0.23 (***)	0.28 (***)	-0.20 (***)	-0.22 (***)	-0.26 (***)
lg			1.00	NS	-0.21 (***)	0.14 (*)	NS	NS	NS	-0.12 (*)
eg				1.00	-0.20 (***)	-0.23 (***)	-0.27 (***)	0.35 (***)	0.46 (***)	0.46 (***)
MS					1.00	-0.21 (***)	-0.18 (*)	-0.21 (***)	NS	NS
Ep						1.00	0.29 (***)	-0.47 (***)	-0.46 (***)	-0.41 (***)
Em							1.00	-0.30 (***)	-0.20 (***)	-0.14 (*)
En								1.00	0.53 (***)	0.43 (***)
REn									1.00	0.87 (***)
R										1.00

(Pg=peso, Lg=longitud, lg=anchura, eg=espesor, MS=% Materia Seca, Ep=% Epispermo, Em=% Embrión, En=% Endospermo, REn=Rendimiento Endospermo/Garrofa, R=rendimiento en garrofin. *** = $P < 0.001$, ** = $P < 0.005$, * = $P < 0.05$, NS = $P > 0.05$ no significativo)

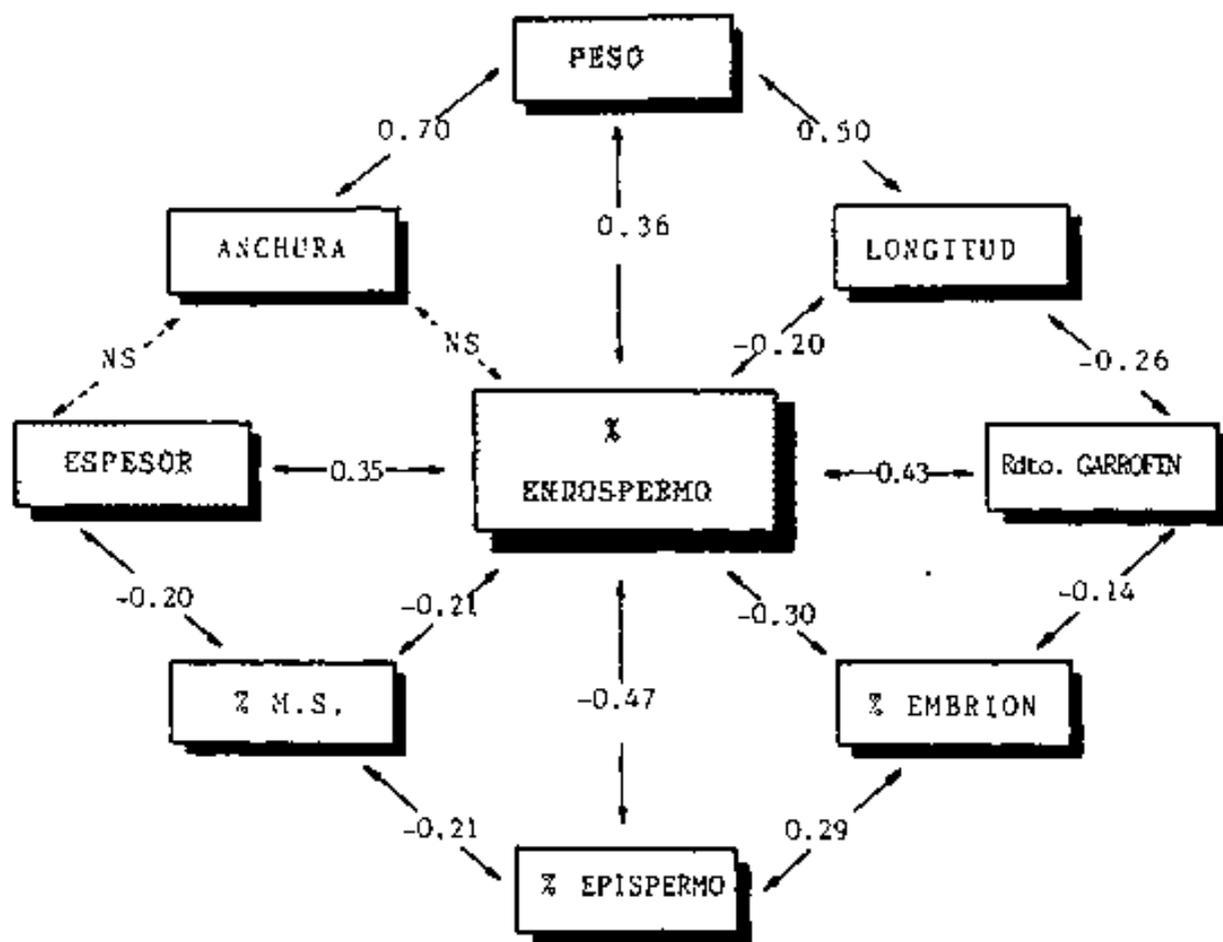


Figura III.4.2.

Principales correlaciones entre las características físicas y los componentes estructurales de los garrofinos españoles

Por otro lado deben también destacarse las correlaciones entre el peso del garrofin con la anchura ($r=0.70$) y con la longitud ($r=0.50$) del mismo y del espesor con su rendimiento ($r=0.46$).

El análisis de los coeficientes de determinación (R^2), indicó que, la variación del Endospermo del garrofin (%), resulta explicada positivamente por el peso del garrofin (13%) y por el espesor (12%), y negativamente por su longitud (4%). La anchura del garrofin no presentó efectos sobre su contenido en endospermo.

A su vez, el Rendimiento Endospermo/Garrofa, presentó coeficientes de correlación elevados y positivos con el rendimiento en garrofin ($r=0.87$) y con el Endospermo (%) ($r=0.53$), explicando así el 76% y el 28% de su variación, respectivamente.

Todo parece indicar que, el peso del garrofin aumenta más con el contenido en endospermo que con el contenido en epispermo o en embrión, siendo los garrofines cortos y gordos los que mayor contenido en endospermo presentan.

En la Figura III.4.2., se han señalado las relaciones entre las variables de mayor significado, centrando la discusión en el porcentaje de Endospermo, dada su importancia económica en la valoración de la Garrofa entera.

4.3. CORRELACIONES ENTRE LOS PARAMETROS MORFOLOGICOS DE LA GARROFA Y DEL GARROFIN

Al comparar los resultados obtenidos en las medidas morfológicas de la Garrofa con los del garrofin, por medio de los coeficientes de correlación de Pearson, se obtuvieron en general correlaciones medio-bajas, aunque significativas ($P<0.05$) en algunos casos, tal como figura en el Cuadro III.4.3.

Es importante destacar el resultado de la correlación entre el Rendimiento en Endospermo y la longitud de la Garrofa que resulta no significativa. Sin embargo con la anchura y el espesor de la Garrofa el resultado es significativo ($P<0.001$) y negativo. Este hecho confirma la conclusión anterior de que para encontrar Garrofas con buenos rendimientos en garrofines y en goma, deben buscarse las más ligeras y estechas, sin dar importancia a su longitud.

Entre los coeficientes recogidos en el Cuadro III.4.3., deben destacarse por su significado, las correlaciones

Cuadro III.4.3

Tabla de correlaciones entre los parámetros morfológicos de la Garrofa y Garrofin

	LG	IG	eG	ei	n°G	n°GA	n°ec	PG	PP	Ps
Pg	0.26 (****)	NS	NS	NS	0.19 (*)	NS	NS	0.29 (****)	0.23 (****)	0.57 (****)
Lg	0.35 (****)	0.32 (****)	0.14 (*)	-0.14 (*)	NS	0.25 (****)	0.16 (*)	0.33 (****)	0.32 (****)	0.18 (*)
lg	0.32 (****)	0.19 (****)	NS	NS	NS	NS	NS	0.36 (****)	0.33 (****)	0.33 (****)
eG	-0.19 (*)	-0.43 (****)	-0.13 (*)	0.27 (****)	NS	-0.19 (****)	NS	-0.19 (*)	-0.23 (****)	0.24 (****)
Ep	0.15 (*)	0.14 (*)	0.14 (*)	NS	-0.19 (*)	NS	-0.17 (*)	0.21 (****)	0.24 (****)	-0.18 (*)
Em	0.17 (*)	NS	NS	-0.22 (****)	NS	0.18 (*)	NS	NS	NS	NS
En	NS	NS	NS	NS	0.31 (****)	-0.31 (****)	NS	NS	NS	0.39 (****)
REn	NS	-0.55 (****)	-0.38 (****)	NS	0.51 (****)	-0.51 (****)	0.14 (*)	-0.39 (****)	-0.49 (****)	0.54 (****)

(G=Garrofa, g=garrofin, L=longitud, l=anchura, s=espesor, ei=espesor interior, n°g=n° garrofines, n°ga=n° garrofines abortados, n°ec=n° espacios carpelares, P=peso, pp=peso pulpa/Garrofa, Ps=peso garrofines/Garrofa, Ep=% Epispermo, Em=% Embrión, En=% Endospermo, REn=Rendimiento Endospermo/Garrofa). *** = P<0.001, ** = P<0.005, * = P<0.05, NS= P>0.05 no significativo)

positivas entre: la longitud de la Garrofa con el peso ($r=0.26$), longitud ($r=0.35$) y la anchura del garrofin ($r=0.32$), la anchura de la Garrofa con la anchura del garrofin ($r=0.32$), y del peso de la Garrofa con el peso ($r=0.29$), longitud ($r=0.33$) y anchura del garrofin ($r=0.36$).

Las correlaciones negativas más destacables se presentaron entre el Rendimiento en Endospermo con la anchura de la Garrofa ($r=-0.55$) y con el espesor de la Garrofa ($r=-0.38$), así como entre la anchura de la Garrofa con el espesor del garrofin ($r=-0.43$).

A la vista de los resultados obtenidos en la determinación de los parámetros morfológicos de las Garrofas y garrofines españoles y de sus correlaciones, puede concluirse que, para conseguir elevados rendimientos en garrofin y en goma es interesante conseguir o elegir (según el caso):

* Garrofas: Ligeras, delgadas, estrechas, con elevado nº de garrofines, sin importar la longitud.

* Garrofines: Pesados, gordos, cortos, sin importar la anchura.

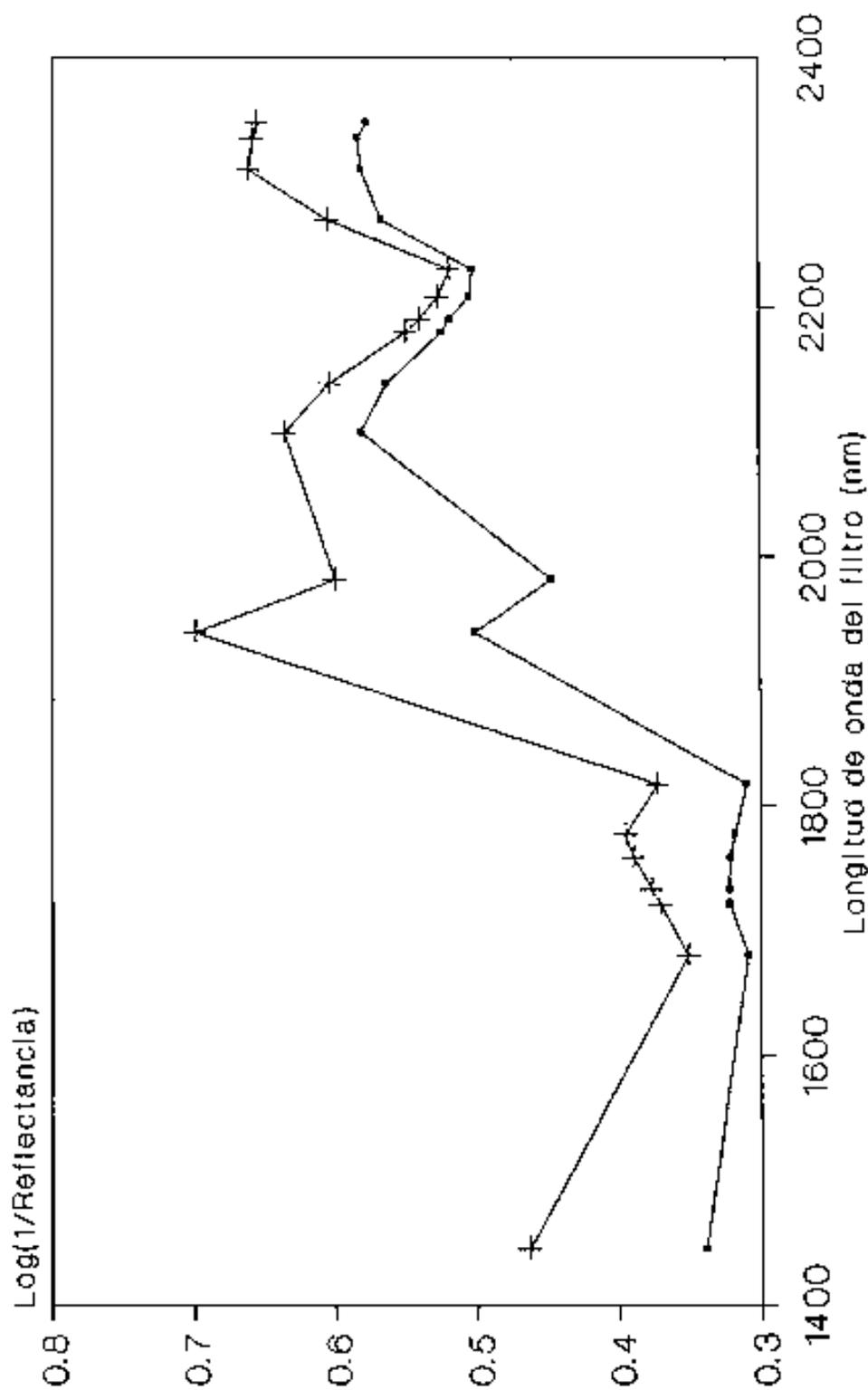
5. CARACTERIZACION ANALITICA DE LA PULPA DE GARROFA APLICANDO LA REFLECTANCIA EN EL INFRARROJO CERCANO (NIR)

Como se ha comentado en el apartado II.10., la predicción de la composición química de la Pulpa de Garrofa, se realizó utilizando la reflectancia en el Infrarrojo cercano (NIR). Este análisis se basa en la medida de la luz reflejada por la muestra, en el Infrarrojo Cercano, a distintas longitudes de onda.

Los espectros de la mayoría de los productos agrícolas alimenticios son, en esencia, similares al del almidón (Figura III.5.1.) con variaciones debidas a las variaciones en los otros constituyentes (Day y Fearn, 1982). Este es el caso de la Pulpa de Garrofa, cuyo espectro se muestra en la Figura III.5.1, comparándose con el del almidón.

La ecuación de predicción se consigue procesando un conjunto de muestras conocidas, que cubran el rango

Figura III.5.1.
Espectro de Absorción de la Pulpa de
Garrofa y del Almidón



(InfraAnalyzer 450, partículas 1 mm)
• Pulpa de Garrofa. + Almidón

requerido, y calculando la mejor correlación múltiple lineal entre los contenidos y las absorbancias a distintas longitudes de onda, resultando la siguiente ecuación:

$$\%X = F_1(ABS)_1 + F_2(ABS)_2 + \dots + F_x(ABS)_x \pm FO$$

donde: $(ABS)_x$ = Absorbancia a X nm. La absorbancia es medida como el $\log 1/R$ (R=reflectancia) y FO es un término de corrección para ajustar los valores obtenidos a los determinados en el laboratorio.

Como se ha indicado en el apartado II.6., en la realización de las ecuaciones de predicción de la composición química de la Pulpa de Garrofa, se tomaron en primer lugar 57 muestras que habían sido previamente analizadas en el laboratorio y se comprobó que cubrían todo el rango de la población, sin dejar huecos importantes.

En el Cuadro III.5.1. y en las Figuras III.5.2., III.5.3. y III.5.4., se muestran las características y el rango de las muestras analizadas utilizadas en la calibración del NIR.

Cuadro III.5.1.

Características de las muestras de Pulpa de Garrofa utilizadas en la calibración del NIR

Parámetro (%)	media	SD	min - max
MS	86.70	2.27	77.23 - 92.37
PB	4.47	1.10	2.75 - 7.00
FB	7.92	1.43	5.70 - 14.11
GB	0.42	0.18	0.14 - 1.04
Cenizas	3.27	0.52	2.33 - 5.00
FND	34.36	3.48	27.60 - 43.77
FAD	33.51	3.75	25.26 - 43.77
LAD	22.68	2.97	18.42 - 35.22
Azúcares T.	47.10	4.09	38.39 - 54.11
Azúcares R.	12.37	4.03	6.95 - 28.83
EB (Mcal/Kg MS)	4.52	0.09	4.29 - 4.72

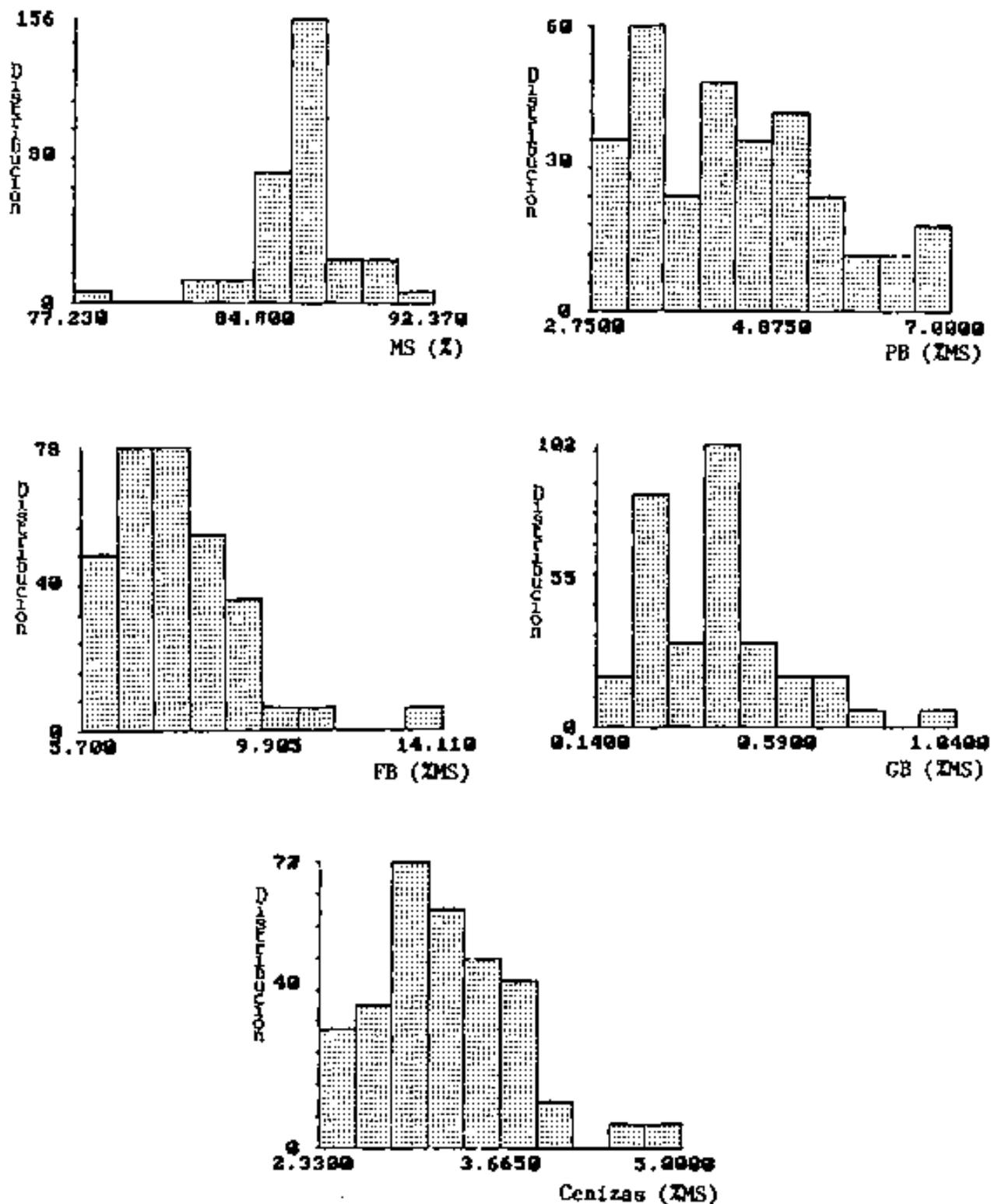


Figura III.5.2.

Distribución del contenido en Principios Inmediatos, de las muestras de Pulpa de Garrofa, utilizadas en la calibración del NIR. (MS = Materia Seca, PB = Proteína Bruta, FB = Fibra Bruta, GB = Grasa Bruta)

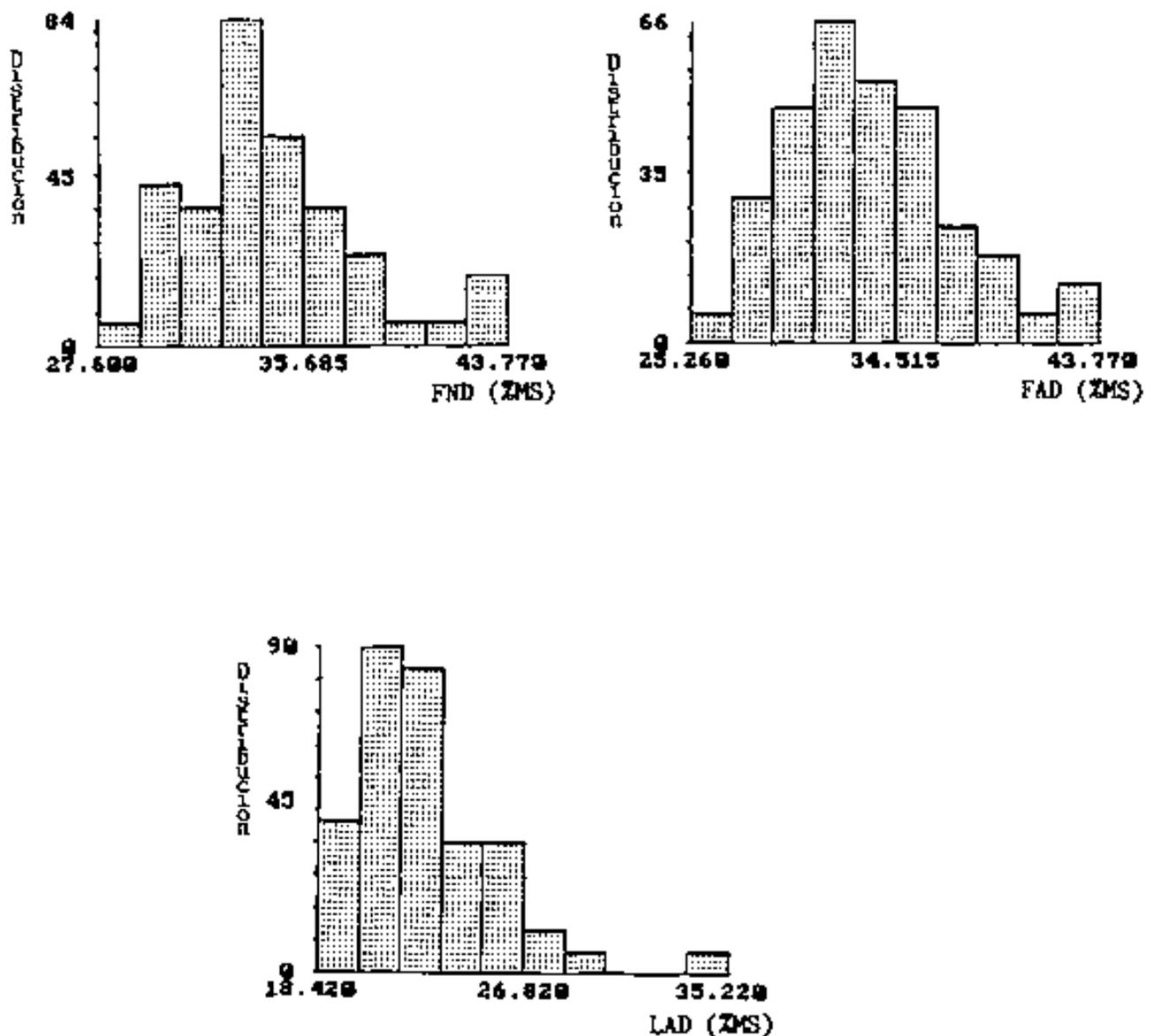


Figura III.5.3.

Distribución del contenido en Fibras Detergentes, de las muestras de Pulpa de Carrofa, utilizadas en la calibración del NIR. (FND = Fibra Neutro Detergente, FAD = Fibra Acido Detergente, LAD = Lignina Acido Detergente)

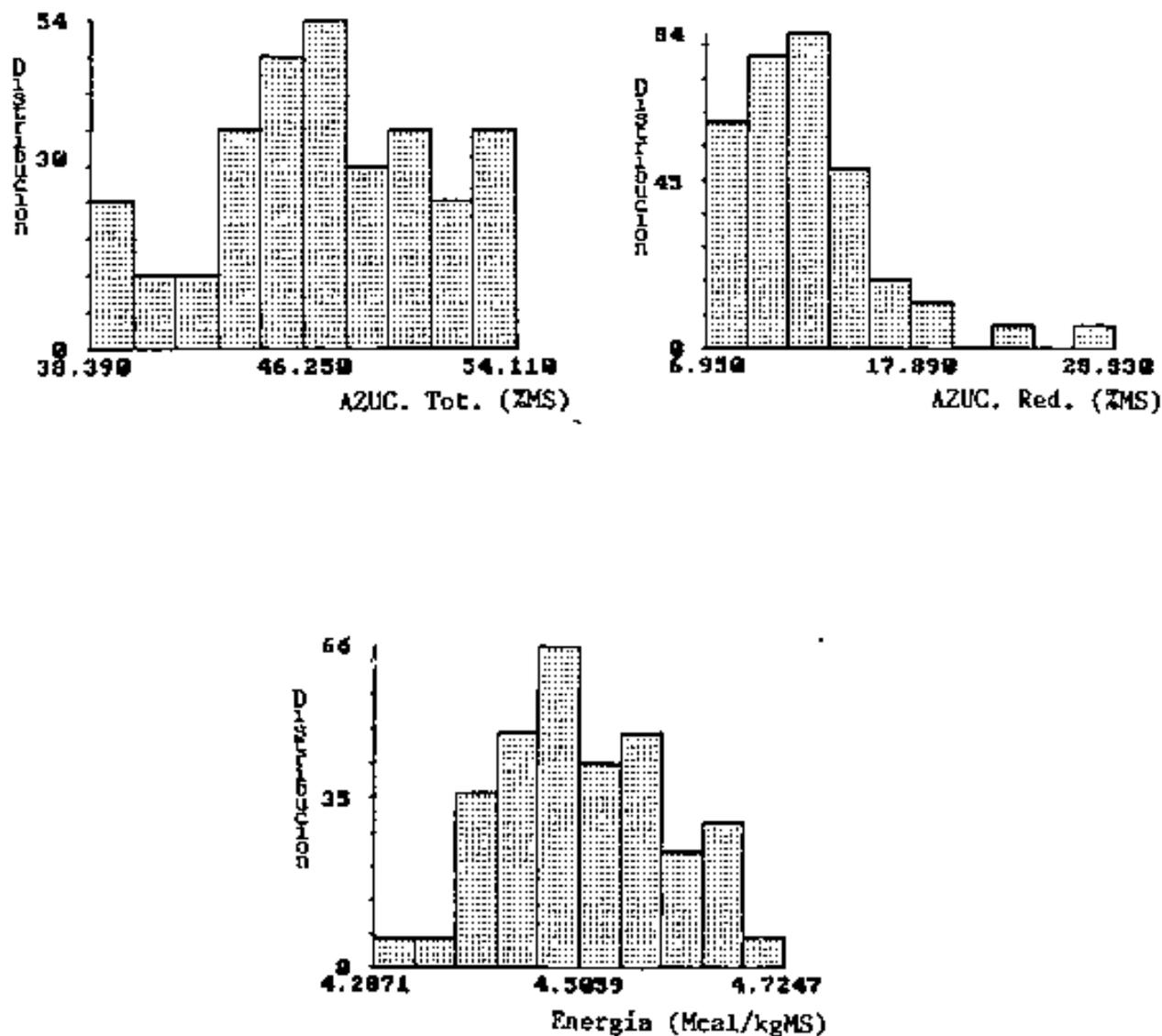


Figura III.5.4.

Distribución del contenido en Azúcares y Energía, de las muestras de Pulpa de Garrofa, utilizadas en la calibración del NIR

5.1. ELECCION DE FILTROS

El contenido en Materia Seca (MS), Proteína Bruta (PB), Fibra Bruta (FB), Grasa Bruta (GB), Cenizas (MM), Fibra Neutro Detergente (FND), Fibra Acido Detergente (FAD), Lignina Acido Detergente (LAD), Azúcares Totales (AT), Azúcares Reductores (AR) y Energía Bruta (EB), de la Pulpa de Garrofa fue estimado a partir de calibraciones específicas para cada uno de los componentes, en las que se utilizaron de 5 a 6 filtros de distintas longitudes de onda.

La combinación de 5 ó 6 filtros, según el componente estudiado, fue elegida por presentar un menor error standard (SE) y una mayor correlación (R), entre la reflectancia NIR y el método manual.

En las calibraciones de todos los componentes se utilizaron 5 filtros a excepción del caso de la Fibra Bruta, Grasa Bruta, y Cenizas en los que se utilizaron 6, por presentar bajos coeficientes de determinación que empeoraban al disminuir el nº de filtros.

El número de filtros utilizado es intermedio si se compara con los utilizados por otros autores en otros materiales, este es el caso de Norris *et al.* (1976) que propone la combinación de 8 filtros en el análisis de forrajes y ensilado, Brown y Moore (1987) selecciona entre 1-7 filtros en el análisis de forrajes, O'Keeffe *et al.* (1987) utiliza 6 filtros en ensilados, Vaccari *et al.* (1987) 5 filtros en el análisis de la composición química de la pulpa de remolacha, Fairbrother y Brink (1990) entre 4-8 filtros en el análisis de los carbohidratos de la pared celular de forrajes y García-Criado y García-Ciudad (1990) de 6 a 7 filtros en forrajes, entre otros autores.

En las combinaciones de filtros obtenidas, se observa que el filtro más utilizado fué el número 12 (F12) correspondiente a la longitud de onda de 1818 nm y su parámetro químico asignado es la celulosa.

También debe destacarse la gran similitud existente entre las combinaciones de filtros obtenidas para la FND y FAD, que sólo se diferencian en uno de los 5 filtros seleccionados. Como se verá en el apartado III.6.2., los valores de FND y FAD de la Pulpa de Garrofa son muy similares debido al bajo contenido en Hemicelulosa que, en algunas muestras, llega a ser incluso nulo.

Cuadro III.5.2.

Características de las ecuaciones de calibración del NIR,
para la Pulpa de Garrofa

Parámetro (%)	R	R ²	SE	Filtros (nm)
MS	0.96	0.92	0.72	F 7 (2208), F10 (2180), F11 (1982), F12 (1818), F16 (1940)
PB	0.95	0.90	0.36	F 3 (2348), F 7 (2208), F 9 (2139), F12 (1818), F15 (1759)
FB	0.84	0.71	0.60	F 6 (2230), F 7 (2208), F 9 (2139), F12 (1818), F14 (2100), F20 (1680)
GB	0.79	0.62	0.09	F 6 (2230), F 8 (2190), F11 (1982), F16 (1940), F18 (1722), F20 (1680)
Cenizas	0.86	0.74	0.23	F 5 (2270), F 6 (2230), F 7 (2208), F12 (1818), F15 (1759), F19 (1445)
FND	0.96	0.92	0.92	F 8 (2190), F10 (2180), F12 (1818), F15 (1759), F18 (1722)
FAD	0.95	0.90	1.22	F 6 (2230), F10 (2180), F12 (1818), F15 (1759), F18 (1722)
LAD	0.83	0.69	1.33	F 5 (2270), F 6 (2230), F11 (1982), F13 (1778), F16 (1940)
Azúc. T.	0.90	0.81	1.86	F 3 (2348), F 5 (2270), F10 (2180), F14 (2100), F16 (1940)
Azúc. R.	0.94	0.88	1.30	F 4 (2310), F 5 (2270), F14 (2100), F18 (1722), F20 (1680)
EB (Mcal/KgMS)	0.91	0.83	0.04	F 7 (2208), F10 (2180), F13 (1778), F19 (1445), F20 (1680)

(R= coeficiente de correlación, R²= coeficiente de determinación, SE= error estándar)

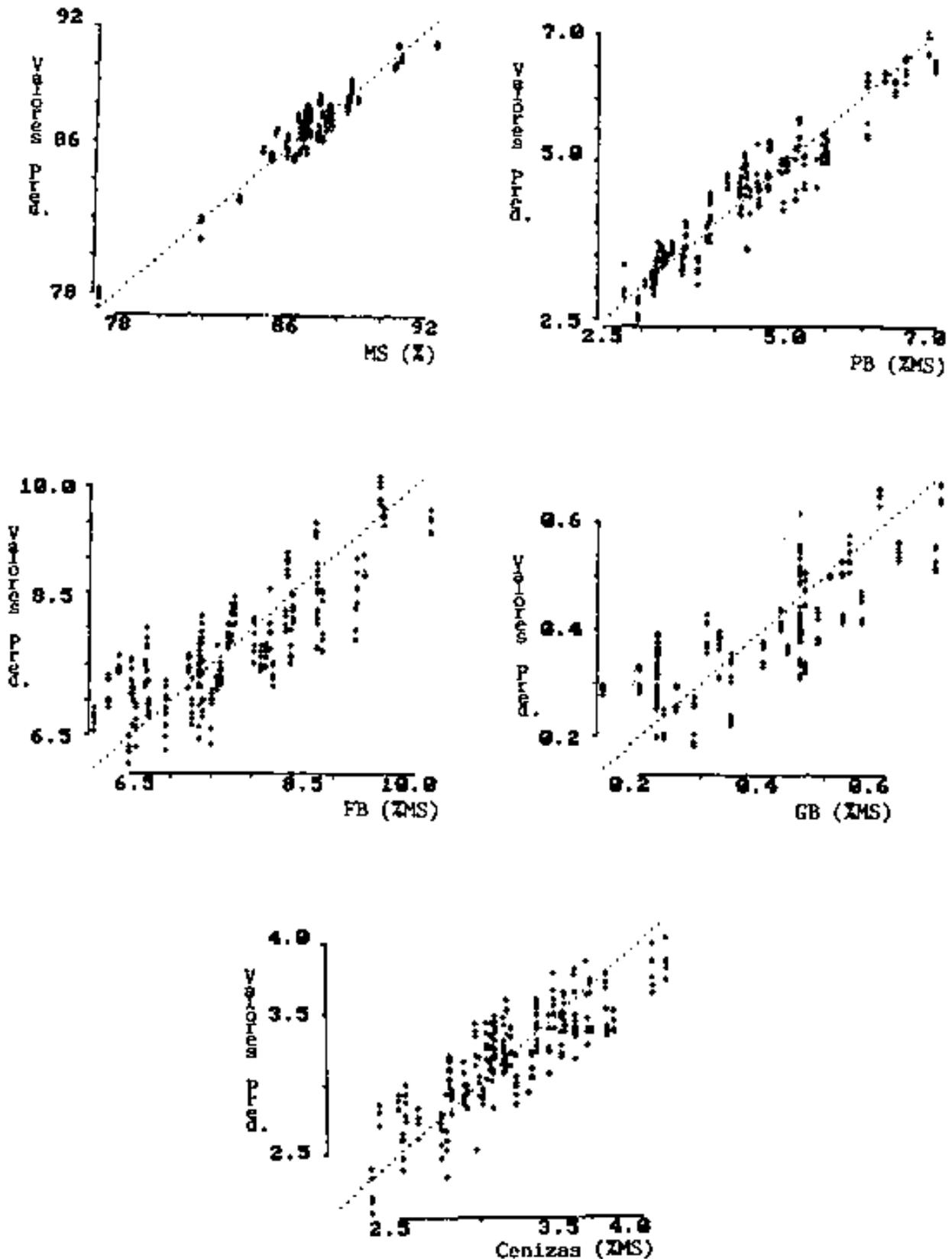


Figura III.5.5.

Predicción del contenido en Principios Inmediatos de la Pulpa de Garrofa. Correlación de los valores analíticos del laboratorio frente a los de absorción del NIR. (MS = Materia Seca, PB = Proteína Bruta, FB = Fibra Bruta, GB = Grasa Bruta)

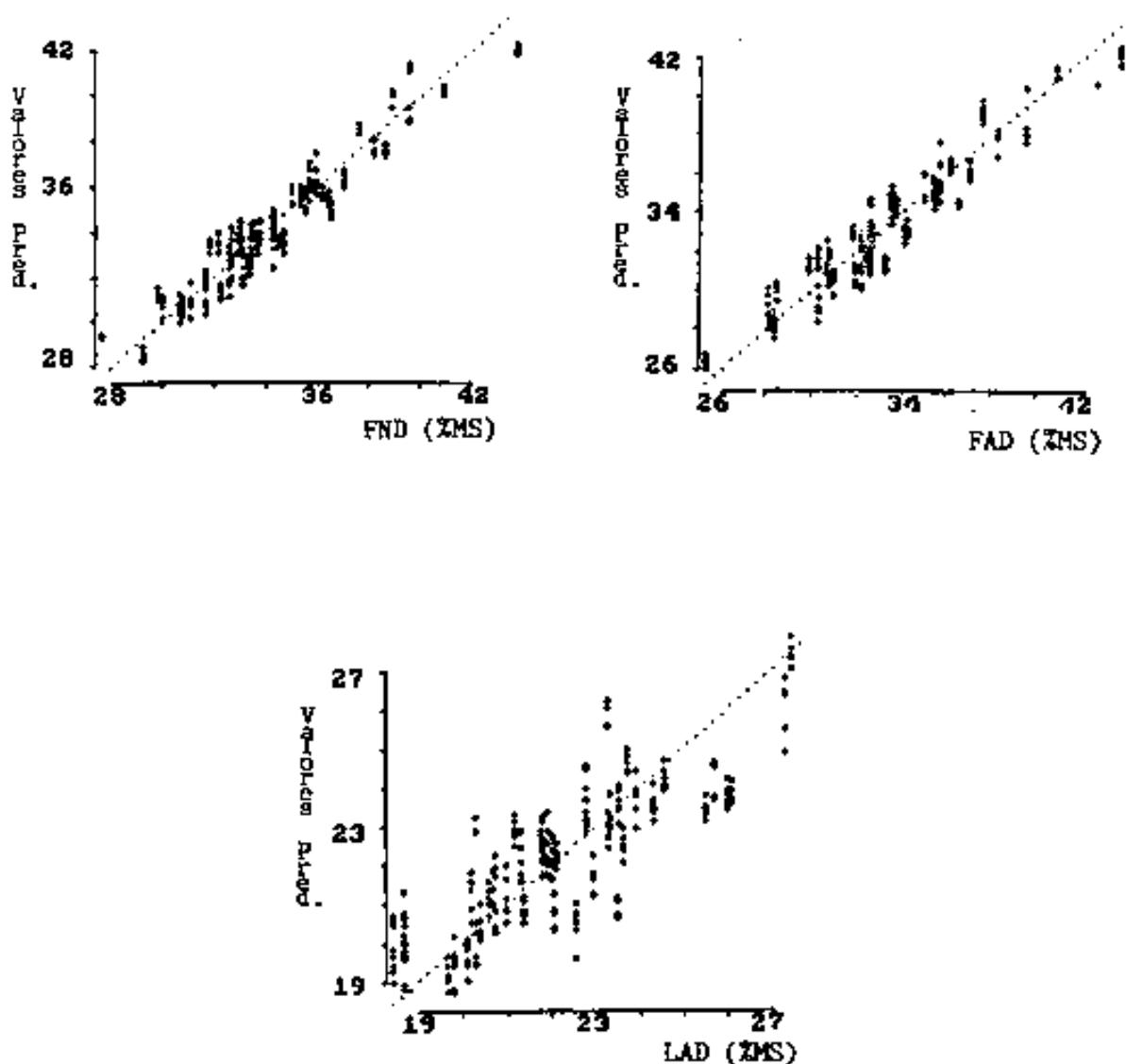


Figura III.5.6.

Predicción del contenido en Fibras Detergentes de la Pulpa de Garrofa. Correlación de los valores analíticos del laboratorio frente a los de absorción del NIR. (FND = Fibra Neutro Detergente, FAD = Fibra Acido Detergente, LAD = Lignina Acido Detergente)

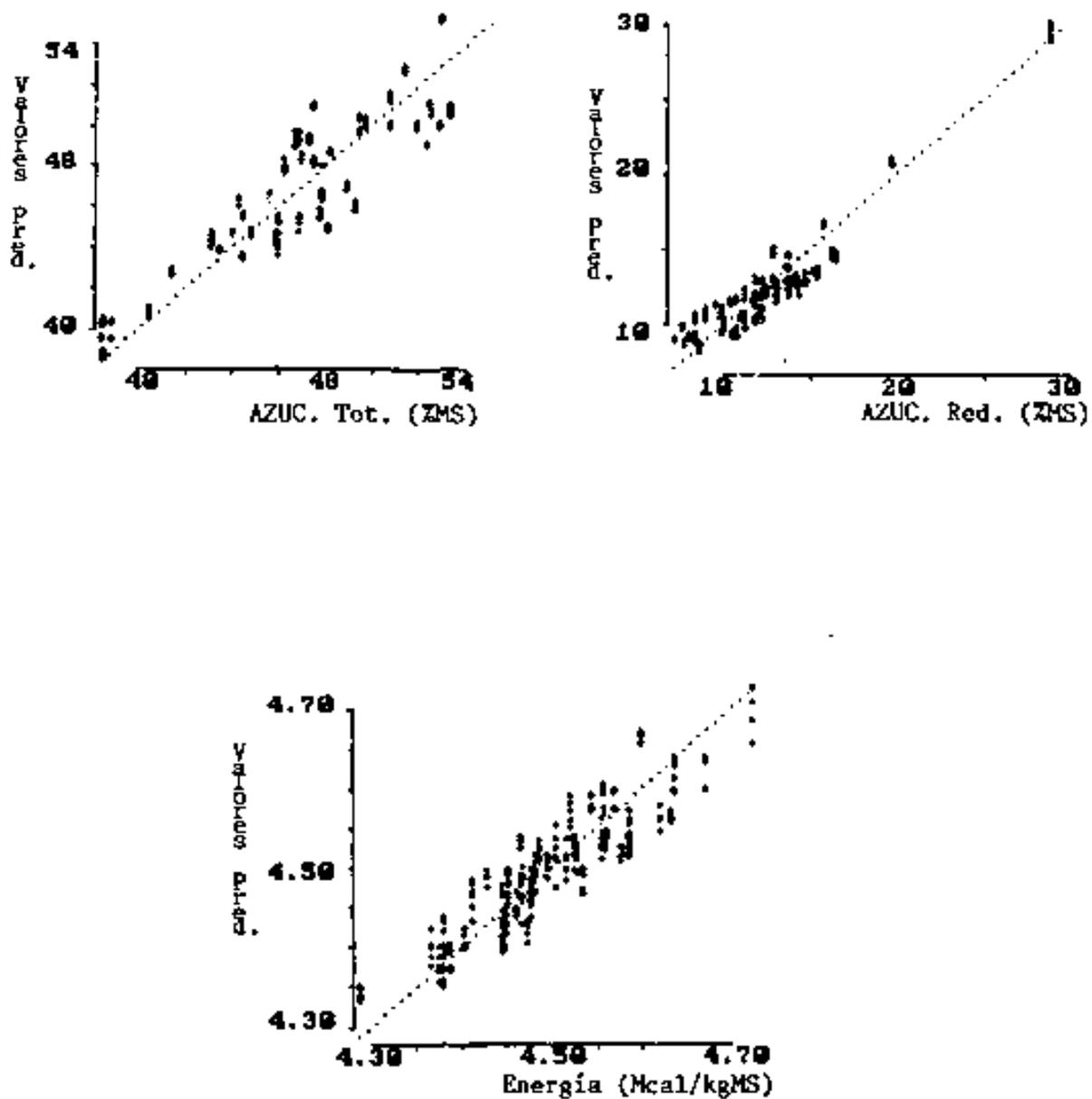


Figura III.5.7.

Predicción del contenido en Azúcares y Energía de la Pulpa de Garrofa. Correlación de los valores analíticos del laboratorio frente a los de absorción del NIR

Cuadro III.5.3.

Ecuaciones de calibración del NIR, para la Pulpa de Garrofa

PRINCIPIOS INMEDIATOS (%)

$$MS = 96.97 - 503.2(LF 7) + 421.4(LF 10) - 279.2(LF 11) + 242.8(LF 12) + 146.1(LF 16)$$

$$PB = 5.057 - 53.01(LF 3) + 541.4(LF 7) - 396.2(LF 9) - 742.7(LF 12) + 655.8(LF 15)$$

$$FB = 11.33 + 422.1(LF 6) - 767.4(LF 7) + 437.3(LF 9) + 386.0(LF 12) - 113.4(LF 14) - 412.0(LF 20)$$

$$GB = 0.046 - 39.98(LF 6) + 41.81(LF 8) - 32.43(LF 11) - 28.45(LF 16) + 79.51(LF 18) - 87.47(LF 20)$$

$$MM = 2.580 + 184.2(LF 5) - 556.7(LF 6) + 319.5(LF 7) + 608.0(LF 12) - 450.4(LF 15) - 82.78(LF 19)$$

FIBRAS DE VAN SOEST (%)

$$FND = 38.74 - 4193(LF 8) + 4037(LF 10) + 3251(LF 12) - 48022(LF 15) + 1825(LF 18)$$

$$FAD = 32.14 - 967.3(LF 6) + 763.8(LF 10) + 3337(LF 12) - 5203(LF 15) + 2254(LF 18)$$

$$LAD = 47.89 - 765.3(LF 5) + 869.2(LF 6) + 1760(LF 11) - 538.5(LF 13) - 1291(LF 16)$$

AZUCARES (%)

$$AT = 43.91 - 429.7(LF 3) + 449.0(LF 5) - 526.5(LF 10) + 414.2(LF 14) + 66.49(LF 16)$$

$$AR = 7.288 - 1126(LF 4) + 803.8(LF 5) + 236.1(LF 14) + 1794(LF 18) + 1657(LF 20)$$

ENERGIA (Mcal/Kg MS)

$$EB = 4.281 + 79.76(LF 7) - 69.76(LF 10) - 25.68(LF 13) + 6.729(LF 19) + 8.330(LF 20)$$

(LFx) se refiere al logaritmo de la reflectancia utilizando el filtro indicado.

5.2. ECUACIONES DE CALIBRACION

Utilizando los filtros indicados anteriormente y tras la comprobación de la calibración, y ajuste del Bias y/o pendiente de calibración, se obtuvieron las ecuaciones de predicción definitivas que figuran en el Cuadro III.5.3.

Los coeficientes de correlación, entre el valor obtenido en el laboratorio y el predicho por el NIR, se situaron entre 0.79-0.96, según el constituyente analizado y el error estándar de calibración entre 0.04-1.86 (Cuadro III.5.2.).

En las Figuras III.5.5., III.5.6. y III.5.7., se muestran gráficamente dichas predicciones, comparando los valores analíticos obtenidos en el laboratorio con los obtenidos con las ecuaciones de calibración en el NIR.

Los resultados obtenidos indican que la técnica NIR puede ser utilizada satisfactoriamente, en la estimación de la composición química de la Pulpa de Garrofa, con importante ahorro de tiempo (5 minutos por muestra).

6. COMPOSICION QUIMICA DE LA PULPA DE GARROFA

6.1. PRINCIPIOS INMEDIATOS DE WEENDE

Los resultados obtenidos en la determinación de la composición en Principios Inmediatos (Cuadro III.6.1.), muestran que la Pulpa de Garrofas españolas se caracteriza por presentar un contenido en Materia Seca del 87% y un elevado contenido en Materiales Extractivos Libres de Nitrógeno que varía entre 76-87%, representado en su mayor parte por Azúcares.

El resto de los constituyentes mostraron valores bajos, especialmente la Proteína Bruta (4.3%), la Fibra Bruta (8%) y la Grasa Bruta cuyo contenido del 0.4%, es prácticamente despreciable.

Como puede observarse en el Cuadro III.6.1., el análisis de la varianza indicó diferencias significativas ($P < 0.001$) para la Materia Seca, Proteína Bruta, Fibra Bruta y Grasa Bruta, señalando su heterogeneidad como población.

Al comparar los resultados obtenidos con los presentes en la revisión bibliográfica (Cuadro I.9.1.), podemos comprobar que el contenido en Materia Seca de la Pulpa de Garrofa resulta ser un parámetro relativamente constante. Esta constancia es debida a que se considera que la Garrofa ha finalizado su periodo de maduración cuando presenta un contenido en agua del 18-25% (75-82% de Materia Seca). Es por tanto la recogida prematura de los frutos, el único factor que puede alterar este parámetro, presentando los frutos recolectados tempranamente problemas de almacenamiento, como se ha comentado en el apartado I.8.2.

Los resultados obtenidos en las determinaciones de la Proteína y Fibra Bruta, resultaron similares a los de la bibliografía existente. Debe destacarse la sobrevaloración por parte de las tablas de alimentos del INRA (1978) y del MAFF (1976) en el contenido de Proteína Bruta, dando valores de 6.8 y 6.9% respectivamente, lo que supone una sobrevaloración de aproximadamente 2.5 puntos. En el caso de las tablas del MAFF, la determinación realizada no es únicamente de la pulpa, sino del fruto entero, incluyendo por tanto garrofinos cuyo contenido proteico, es elevado.

Las diferencias obtenidas en el contenido en Proteína Bruta de la Plpa de Garrofa entre distintos autores y distintas "variedades", son debidas a características propias del árbol o de la "variedad" muestreada, influyendo además el procesado industrial de la Garrofa. Un troceado y posterior separación de los garrofinos deficiente, provoca contaminación de garrofinos enteros o bien partidos en la pulpa, que alterarán la composición y el valor nutritivo de la pulpa.

Respecto al contenido en Grasa Bruta, la mayoría de las referencias bibliográficas consultadas (Cuadro I.9.1.) coinciden en dar un valor practicamente despreciable, a excepción de Puchades *et al.* (1988) que dan un valor del 2%. La diferencia parece ser debida a la metodología empleada por parte de estos autores en la extracción de la grasa, que adicionan a la muestra un agente dispersante.

El contenido en Cenizas (materias minerales), coincidió con la media obtenida en los datos de la revisión bibliográfica. Las diferencias que se presentan entre autores (1.9-3.7%) y "variedades" (2.25-5.01%) pueden estar relacionadas con las impurezas terrosas que frecuentemente se encuentran adheridas a los frutos caídos, y que posteriormente se mezclarán con la pulpa en el momento de la molturación, estando relacionadas con el tipo de suelo y las

Cuadro III.6.1.Composición en Principios Inmediatos de la Pulpa
de Garrofas Españolas

Parámetro (%)	Intervalo	Media \pm ES	Nivel de significación
Materia Seca	73.57 - 94.12	87.31 \pm 0.21	***
Proteína Bruta	1.90 - 7.21	4.32 \pm 0.08	***
Fibra Bruta	5.70 - 14.11	8.01 \pm 0.08	***
Grasa Bruta	0.14 - 1.57	0.44 \pm 0.01	***
Cenizas	2.25 - 5.01	3.27 \pm 0.03	NS
M.E.L.N.	76.22 - 87.26	83.95 \pm 0.11	NS

(*** = $P < 0.001$, ** = $P < 0.01$, * = $P < 0.05$, NS = $P > 0.05$ no significativo)

Cuadro III.6.2.

Composición en Principios Inmediatos de la Pulpa de Garrofas de distintas Comunidades Autónomas

Parámetro* (%)	C O M U N I D A D		A U T O N O M A	
	Baleares	Catalunya	Comunidad Valenciana	Andalucía y Murcia
Nº muestras	54	26	93	9
Materia Seca	90.18 ^a ±0.21	85.76 ^b ±0.73	86.11 ^b ±0.20	86.92 ^b ±0.78
Proteína B.	3.81 ^a ±0.15	4.59 ^b ±0.24	4.51 ^b ±0.11	4.79 ^{b-c} ±0.23
Fibra Bruta	8.72 ^a ±0.14	7.90 ^b ±0.15	7.72 ^b ±0.09	7.12 ^b ±0.22
Grasa Bruta	0.46 ^{a-b} ±0.01	0.53 ^b ±0.05	0.42 ^{a-c} ±0.01	0.30 ^c ±0.03
Cenizas	3.33 ±0.05	3.07 ±0.10	3.29 ±0.05	3.29 ±0.23
M.E.L.N.	83.68 ±0.21	83.91 ±0.37	84.06 ±0.15	84.50 ±0.18

(*: Media ± ES. sobre Materia Seca; a,b,c = letras distintas indican diferencias significativas a P<0.05)

actividades culturales empleadas.

Al comparar los resultados obtenidos en el análisis de los Principios Inmediatos de la Pulpa de Garrofa de las distintas Comunidades Autónomas (Cuadro III.6.2.), se observa que la Pulpa de las Garrofas de Baleares son las que presentan un menor contenido en Proteína Bruta y mayor en Fibra Bruta, mientras que las del resto de Comunidades Autónomas (Catalunya, C. Valenciana, Andalucía y Murcia) presentan valores similares en proteína y fibra.

6.2. FIBRAS DETERGENTES Y CARBOHIDRATOS ESTRUCTURALES

Los resultados obtenidos al realizar el análisis de Van Soest (Cuadro III.6.3.), mostraron que la Pulpa de Garrofas españolas se caracteriza por presentar un contenido medio de Fibra Neutro Detergente (pared celular) del 35%, Fibra Acido Detergente (lignocelulosa) del 34% y Lignina Acido Detergente del 23%. El análisis de la varianza para estos componentes indicó diferencias significativas para la FND, la FAD ($P < 0.001$) y la LAD ($P < 0.01$).

Estos resultados son inferiores a los proporcionados por Wolter *et al.* (1980), quienes obtuvieron valores de FND del 44.5% y de FAD del 44.4%

Al comparar los resultados obtenidos en fibras detergentes de la Pulpa de Garrofa de las distintas Comunidades Autónomas (Cuadro III.6.4.), se observa que las Garrofas de Baleares son las que presentan un contenido inferior en fibras detergentes (FND, FAD y LAD), no encontrándose diferencias significativas entre la Pulpa de las Garrofas catalanas, valencianas, andaluzas y murcianas.

Respecto a los carbohidratos estructurales de la Pulpa de Garrofas españolas, el análisis de varianza indicó diferencias significativas para la Hemicelulosa ($P < 0.001$) y para la Celulosa ($P < 0.05$). Los resultados obtenidos mostraron contenidos de Hemicelulosa y de Celulosa de 0.87 y 11.07% respectivamente (Cuadro III.6.3.). Es de destacar el bajo contenido en Hemicelulosa, el cual en varias de las muestras analizadas llega a ser incluso totalmente inapreciable. Estos resultados coinciden con los obtenidos en la revisión bibliográfica (Cuadro I.9.3.), en donde el valor máximo es el de 1.45% proporcionado por Colaco *et al.* (1986).

El valor medio obtenido en el contenido de Celulosa (11.07%), es también similar a los proporcionados por los

Cuadro III.6.3.

Composición de la Pared Celular de la Pulpa de Garrofas Españolas

Parámetro (%)	Intervalo	Media \pm ES	Nivel de significación
F.N.D.	27.43 - 50.10	34.67 \pm 0.27	***
F.A.D.	24.13 - 49.47	33.80 \pm 0.30	***
L.A.D.	10.03 - 43.03	22.73 \pm 0.29	**
Hemicelulosa	0.00 - 8.91	0.87 \pm 0.09	***
Celulosa	1.85 - 19.22	11.07 \pm 0.25	*

(*** = $P < 0.001$, ** = $P < 0.01$, * = $P < 0.05$, NS = $P > 0.05$ no significativo)

Cuadro III.6.4.

Composición de la Pared Celular de la Pulpa de Garrofas de distintas Comunidades Autónomas

Parámetro ^a (%)	COMUNIDAD		AUTÓNOMA	
	Baleares	Catalunya	Comunidad Valenciana	Andalucía y Murcia
Nº muestras	54	26	93	9
F.N.D.	32.67 ^a ± 0.38	36.60 ^b ± 0.91	35.27 ^b ± 0.34	34.99 ^{a,b} ± 1.23
F.A.D.	30.88 ^a ± 0.40	35.79 ^b ± 0.92	34.84 ^b ± 0.36	34.89 ^b ± 1.25
L.A.D.	20.89 ^a ± 0.54	24.62 ^b ± 1.12	23.18 ^b ± 0.31	23.69 ^{a,b} ± 0.83
Hemicelulosa	1.79 ^a ± 0.21	0.80 ^b ± 0.21	0.43 ^b ± 0.07	0.10 ^b ± 0.07
Celulosa	9.99 ^a ± 0.50	11.18 ^{a,b} ± 0.54	11.66 ^b ± 0.36	11.20 ^{a,b} ± 0.71

(^a: Media \pm ES, sobre Materia Seca; a,b = letras distintas indican diferencias significativas a $P < 0.05$)

diferentes autores (10.46-14.70%), si se exceptúa el proporcionado por Colaco *et al.* (1988) de 1.90% que está en total discrepancia con el resto de las referencias bibliográficas.

El contenido medio en Lignina (22.7%) de la Pulpa de Garrofa, resulta especialmente elevado y presenta una importante variación según los autores (17.95-33.06%). Esta variación observada, que se detecta también en el resultado obtenido en la LAD de las Garrofas españolas cuyo intervalo fue de (10-43%), debe estar relacionada con el contenido en Taninos. En el caso particular de la Garrofa, el elevado contenido en Taninos de tipo condensado, crea dificultades a la hora de determinar la fracción fibrosa, pudiendo aparecer asociados a otros componentes celulares (pectinas, proteínas, etc.), aumentando así el residuo insoluble de la aplicación de los detergentes.

Al comparar el contenido de carbohidratos estructurales de la Pulpa de Garrofa de las distintas Comunidades Autónomas, observamos que las Garrofas de Baleares presentan valores superiores de Hemicelulosa, no existiendo grandes diferencias en el contenido de Celulosa.

6.3. TANINOS

El contenido en Taninos de las Garrofas españolas resultó ser de 3.90% con un intervalo de 2.18-5.03%. Se ha de destacar que la metodología utilizada (apartado II.4.4.), consiste en una medida indirecta del contenido en Taninos, no siendo éste un método que nos asegure la cuantificación de los Taninos totales presentes en la Pulpa de Garrofa.

Como se ha comentado en el apartado I.9.3., las referencias bibliográficas existentes sobre la metodología de análisis de Taninos son muy variadas, lo cual es consecuencia de su gran heterogeneidad y complejidad estructural, no disponiéndose de métodos de análisis que sean completamente satisfactorios.

La ausencia de un método único o de referencia para el análisis de los Taninos da lugar a una gran disparidad de resultados. Dado que los Taninos de la Garrofa son compuestos complejos, de naturaleza poco conocida y de difícil extracción y valoración, los resultados analíticos obtenidos varían notablemente según la metodología de extracción empleada y la sustancia de referencia utilizada en la valoración, entre otros factores.

Los resultados presentes en el Cuadro I.9.4., indican una gran variabilidad en el contenido en Taninos de la Pulpa de Garrofa (1.7-19.2%), debiendo distinguirse al menos entre Taninos Solubles o Hidrolizables y Totales, sin que pueda hablarse de un valor medio a la vista de los datos disponibles.

Así, el contenido en Taninos Solubles parece ser que se encuentra en torno al 4% (Saura-Calixto y Cañellas, 1982; Mulet et al. 1988), mientras que el contenido medio en Taninos Totales se podría situar entre el 10-20%.

Comparando los resultados obtenidos, con los proporcionados por Saura-Calixto y Cañellas (1982) y Mulet et al. (1988) en Garrofas de Baleares, se podría suponer que la medida indirecta del contenido en Taninos propuesta por Van Soest y Robertson (1985), sea probablemente una aproximación al contenido en Taninos solubles, en el caso de la Pulpa de Garrofa, y que son de especial interés a efectos de su utilización en alimentación animal.

6.4. AZUCARES

La determinación del contenido en Azúcares de la Pulpa de Garrofas españolas (Cuadro III.6.5.) mostró un contenido medio en Azúcares Totales del 47%, no detectándose diferencias significativas entre las Garrofas de distinta procedencia. Sin embargo, el análisis de varianza indicó diferencias significativas para los Azúcares Reductores y la Sacarosa (P<0.001), entre Comunidades Autónomas.

Si se comparan los valores obtenidos en la determinación del contenido de Azúcares, con los existentes en la bibliografía y que han sido revisados anteriormente en el apartado I.9.4., puede observarse que en general son muy similares a la media obtenida por diversos autores (Cuadro I.9.5.). Es de destacar la gran similitud existente con el contenido de Azúcares Totales obtenido por Colaco y Girio (1986) en Garrofas portuguesas (46.6%) y por Marakis et al. (1988) en Garrofas griegas (45.7%) en especial frente al bajo valor proporcionado por Vardar et al. (1980) en Garrofas turcas (38.2%).

Los resultados obtenidos en la determinación de los Azúcares Reductores de la Pulpa de Garrofa, mostraron un contenido medio del 12.75%, comparable a la media obtenida por diversos autores en distintos países (12.3%). Sin embargo sorprende el amplio intervalo detectado (6.58%-28.83%), que podría explicarse por la prematura

Cuadro III.6.5.

Composición en Azúcares y Valor Calórico de la Pulpa de Garrofas Españolas

Parámetro ¹	Intervalo	Media \pm ES	Nivel de significación
Azúcares T. (%)	25.70 - 55.00	46.95 \pm 0.30	NS
Azúcares R. (%)	6.58 - 28.83	12.75 \pm 0.28	***
Sacarosa (%)	10.87 - 46.79	34.20 \pm 0.45	***
Energía Bruta (Mcal/Kg)	4.29 - 4.75	4.49 \pm 0.01	***
Energía Bruta (MJ/Kg)	17.94 - 19.89	18.79 \pm 0.03	***

(¹: Valores sobre Materia Seca; *** = P<0.001, ** = P<0.01, * = P<0.05, NS = P>0.05 no significativo)

Cuadro III.6.6.

Composición en Azúcares y Valor Calórico de la Pulpa de Garrofas de distintas Comunidades Autónomas

Parámetro ¹	COMUNIDAD		AUTÓNOMA	
	Baleares	Catalunya	Comunidad Valenciana	Andalucía y Murcia
Nº muestras	54	26	93	9
Azúcares T. (%)	48.12 \pm 0.52	45.43 \pm 1.07	46.77 \pm 0.39	46.31 \pm 1.09
Azúcares R. (%)	10.25 ^a \pm 0.32	15.59 ^b \pm 0.94	13.44 ^c \pm 0.37	12.43 ^{a,b,c} \pm 0.38
Sacarosa (%)	37.87 ^a \pm 0.62	29.84 ^b \pm 1.58	33.33 ^b \pm 0.55	33.87 ^{a,b,c} \pm 1.28
Energía Bruta (Mcal/Kg)	4.40 ^a \pm 0.01	4.53 ^b \pm 0.01	4.53 ^b \pm 0.01	4.55 ^b \pm 0.04

(¹: Media \pm ES, sobre Materia Seca; a,b,c = letras distintas indican diferencias significativas a P<0.05)

recolección de los frutos que contenían bajos contenidos en Azúcares Reductores. Así Davies *et al.* (1971), encontraron que durante la maduración de la Garrofa, el contenido en Azúcares Reductores va disminuyendo, aumentando el contenido en Sacarosa que alcanza el 74% de los Azúcares Totales.

El contenido obtenido en Sacarosa (34.2%) es también similar a la media de los valores obtenidos en la revisión bibliográfica (33.1%), correspondiendo al 73% de los Azúcares Totales.

Al comparar los resultados obtenidos en el contenido de Azúcares de la Pulpa de Garrofas de distintas Comunidades Autónomas (Cuadro III.6.6.), se observa que las Garrofas catalanas presentan un menor contenido en Sacarosa (29.8%) y las de Baleares un menor contenido en Azúcares Reductores (10.25%).

7. VALOR CALORICO DE LA PULPA DE GARROFA

7.1. CONTENIDO EN ENERGIA BRUTA

El valor medio obtenido en la determinación de la Energía Bruta de la Pulpa de Garrofas españolas (Cuadro III.6.5.) fué de 4.69 ± 0.01 Mcal/Kg MS (18.79 MJ/Kg MS) con un intervalo de variación de 4.29-4.75 Mcal/Kg MS, encontrándose diferencias significativas ($P < 0.001$) según su procedencia.

Al comparar el valor medio obtenido, con los presentes en la bibliografía, observamos que en todos los casos consultados, los valores indicados resultan ser inferiores. Piva *et al.* (1978) obtuvieron 4.16 Mcal/Kg y las tablas de alimentos del INRA (1978, 1980) señalan un valor de 4.22 Mcal/Kg. También resultó ser inferior el valor propuesto por el MAFF (1976) el cual a pesar de realizarse la determinación de la Energía Bruta del fruto entero (incluidas las semillas), el valor obtenido fué de 18 MJ/Kg (4.30 Mcal/Kg).

Estos resultados indican que en las tablas de alimentos se subestima el valor de la Energía Bruta de la Pulpa de Garrofa, al menos en lo referente a la Pulpa de las Garrofas españolas, puesto que éstas presentan un valor en Energía Bruta similar al de la Cebada (4.40 Mcal/Kg).

Si se comparan los resultados obtenidos entre las distintas Comunidades Autónomas (Cuadro III.6.6.), puede observarse que la Pulpa de las Garrofas de Baleares son las que presentan valores calóricos inferiores (4.4 Mcal/Kg = 18.41 MJ/Kg), presentando las Garrofas del resto de Comunidades Autónomas estudiadas, valores de 4.5 Mcal/Kg.

La razón del menor nivel energético de las Garrofas de Baleares, puede explicarse con el bajo contenido en Proteína Bruta que presentan, siendo también estas Garrofas las que menor contenido proteico presentaban.

7.2. ESTIMACION DEL FACTOR DE CORRECCION DE LA FORMULA DE SCHIEMANN

En el caso de los alimentos concentrados, la Energía Bruta se puede calcular a partir de la composición química, con la ayuda de la fórmula y de las correcciones propuestas por Schiemann *et al.* (1971):

$$EB \text{ Kcal/Kg MS} = 5.72 \text{ PB} + 9.50 \text{ GB} + 4.79 \text{ FB} + 4.17 \text{ MELN} + _$$

Los valores de Proteína Bruta (PB), Grasa Bruta (GB), Fibra Bruta (FB) y Materiales Extractivos Libres de Nitrógeno (MELN), se expresan en g/Kg de Materia Seca.

El Δ de la Pulpa de Garrofa no había sido estimado hasta el momento, por esta razón se calculo dicho factor de corrección, comparando los valores obtenidos en la bomba calorimétrica, con los estimados por la fórmula de Schiemann, dando como resultado la necesidad de utilizar una corrección de + 319 Kcal/Kg MS, ya que se subestima el valor energético de la Garrofa al utilizar dicha fórmula.

$\Delta = + 319$

Para la comprobación de la precisión de este método de estimación de la Energía Bruta, se tomaron 5 muestras de Pulpa de Garrofa al azar, obteniéndose los siguientes resultados:

EB (Bomba calorimétrica) (Kcal/Kg MS)	EB (estimada) (Kcal/Kg MS)	Diferencia en:	
		Kcal/Kg MS	%
4444	4090 + 319	-35	-0.79
4460	4192 + 319	51	1.13
4500	4173 + 319	-8	-0.18
4500	4158 + 319	-23	-0.51

A la vista de los resultados obtenidos, se confirma la validez y la necesidad de la utilización de este factor de corrección en la estimación del Valor Energético de la Pulpa de Garrofa por la fórmula de Schiemann.

8. RELACION ENTRE LOS COMPONENTES QUIMICOS Y EL VALOR CALORICO DE LA PULPA DE GARROFA

8.1. CORRELACIONES ENTRE COMPONENTES QUIMICOS

El análisis de correlación de Pearson entre los componentes químicos de la Pulpa de Garrofa, señaló relaciones de dependencia medio-bajas en general, aunque significativas ($P < 0.05$ a $P < 0.001$), tal como figura en el (Cuadro III.8.1.).

Entre las correlaciones significativas a $P < 0.001$, destacan las correlaciones de signo negativo existentes entre los MELN y los Principios Inmediatos: Proteína Bruta ($r = -0.58$), Fibra Bruta ($r = -0.54$), Materias Minerales ($r = -0.64$), fácilmente explicables ya que los MELN se obtienen restando de 100 el contenido en Principios Inmediatos. Al estar los MELN compuestos principalmente por Azúcares, es también lógica la correlación positiva ($r = 0.53$) existente entre estos dos parámetros.

La Fibra Neutro Detergente presentó correlaciones significativas de signo positivo con la Fibra Acido Detergente ($r = 0.95$) y con la Lignina Acido Detergente ($r = 0.63$), que se explican por ser la FND un estimador de la

Cuadro III.9.1.

Tabla de correlaciones entre los parámetros químicos de la Pulpa de Garrofa

	MS	PB	FB	GB	MM	MELN	FND	FAD	LAD	NT	AR	Sa	EB
MS	1.00	-0.21	0.48	0.15	0.21	0.25	-0.36	-0.43	-0.19	NS	-0.67	0.46	-0.71
PB		1.00	-0.34	0.15	0.20	-0.58	NS	NS	0.39	-0.41	0.15	-0.37	0.44
FB			1.00	NS	0.31	-0.54	0.19	NS	NS	-0.15	-0.20	NS	-0.45
GB				1.00	-0.15	-0.22	-0.20	-0.19	NS	NS	NS	NS	-0.14
MM					1.00	-0.64	0.24	0.18	0.23	-0.41	-0.17	-0.17	NS
MELN						1.00	-0.26	NS	-0.33	0.53	NS	0.31	NS
FND							1.00	0.95	0.63	-0.72	0.31	-0.68	0.43
FAD								1.00	0.63	-0.66	0.29	-0.62	0.50
LAD									1.00	-0.67	0.14	-0.54	0.32
NT										1.00	-0.19	0.79	-0.26
AR											1.00	-0.75	0.41
Sa												1.00	-0.43
EB													1.00

(MS=Materia Seca, PB=Proteína Bruta, FB=Fibra Bruta, GB=Grasa Bruta, MM=Cenizas, MELN=Materiales Extractivos Libres Nitrogeno, FND=Fibra Neutro Det., FAD= Fibra Acido Det., LAD=Lignina Acido Det., NT=Azúcares Totales, AR= Azúcares Reductores, Sa= Sacarosa, EB=Energía Bruta. *** = $P < 0.001$, ** = $P < 0.005$, * = $P < 0.05$, NS= $P > 0.05$ no significativo)

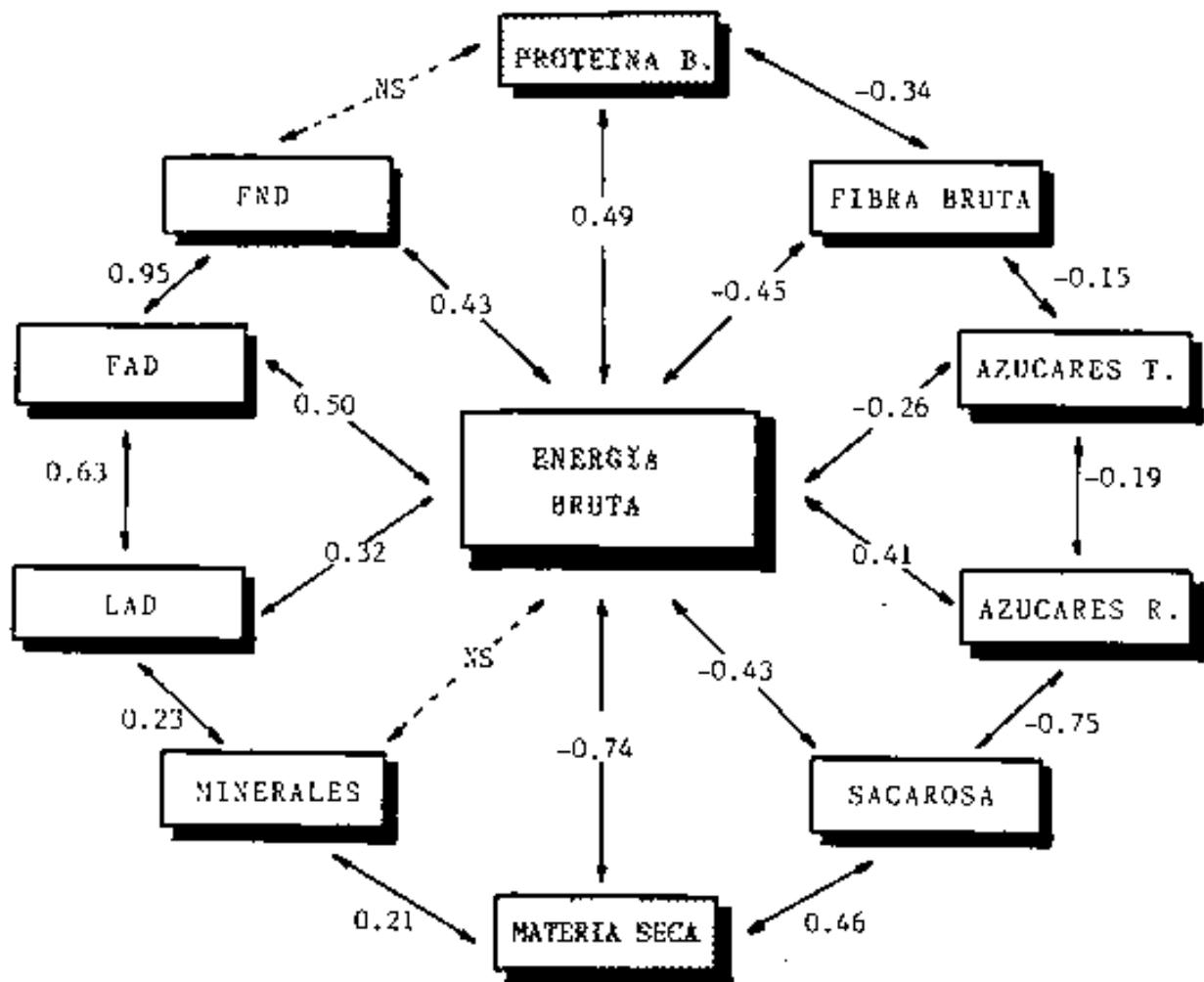


Figura III.8.2.

Principales correlaciones entre la Energía Bruta y los componentes químicos de la Pulpa de Garrofa

pared celular de los vegetales mientras que la FAD y la LAD son estimadores de los distintos componentes de la pared celular.

Los Azúcares Totales se encuentran correlacionados con la Sacarosa ($r=0.79$) y los Azúcares Reductores con la Sacarosa ($r=-0.75$) y la Materia Seca ($r=-0.67$). El signo negativo del coeficiente de correlación de los Azúcares Reductores con la Sacarosa y con la Materia Seca, es debido a que en el proceso de maduración de la Garrofa el contenido en Materia Seca, Azúcares Totales y Sacarosa de la Pulpa aumenta mientras que el contenido en Azúcares Reductores disminuye.

En la Figura III.8.1., se muestran las correlaciones existentes con la Materia Seca. En dicha Figura puede observarse que los componentes que aumentan claramente durante la maduración de la Garrofa (Sacarosa, Fibra Bruta, Materiales Extractivos Libres de Nitrógeno y Minerales) presentan correlaciones positivas, mientras que el resto de parámetros (Azúcares Reductores, Fibra Acido Detergente, Fibra Neutro Detergente y Proteína Bruta) presentan correlaciones negativas, fundamentalmente debido a que al expresarse los resultados como porcentaje, el aumento relativo de unos componentes implica la disminución del resto.

8.2. CORRELACIONES ENTRE LA ENERGÍA BRUTA Y LOS COMPONENTES QUÍMICOS

El análisis de correlación de Pearson entre la Energía Bruta y los componentes químicos de la Pulpa de Garrofa (Cuadro III.8.1. y Figura III.8.2.), mostró relaciones de dependencia a $P<0.001$) positivas, con la Proteína Bruta ($r=0.49$), Fibra Neutro Detergente ($r=0.43$), Fibra Acido Detergente ($r=0.50$), Lignina Acido Detergente ($r=0.32$) y Azúcares Reductores ($r=0.41$) y negativas con la Materia Seca ($r=-0.74$), Fibra Bruta ($r=-0.45$), Azúcares Totales ($r=-0.26$) y Sacarosa ($r=-0.43$).

De todos estos coeficientes de correlación, el más elevado corresponde al de la Energía Bruta con la Materia Seca ($r=-0.74$). Este coeficiente de signo negativo, indicaría que cuanto más madura esté la Garrofa y por consiguiente menos Materia Seca presente, menor será el contenido en Energía Bruta. En el Cuadro III.8.1., se observa que existe también una correlación de signo negativo entre la Materia Seca y la Proteína Bruta, por tanto será normal que al disminuir el contenido en Proteína Bruta disminuya también la Energía Bruta ($r=0.49$).

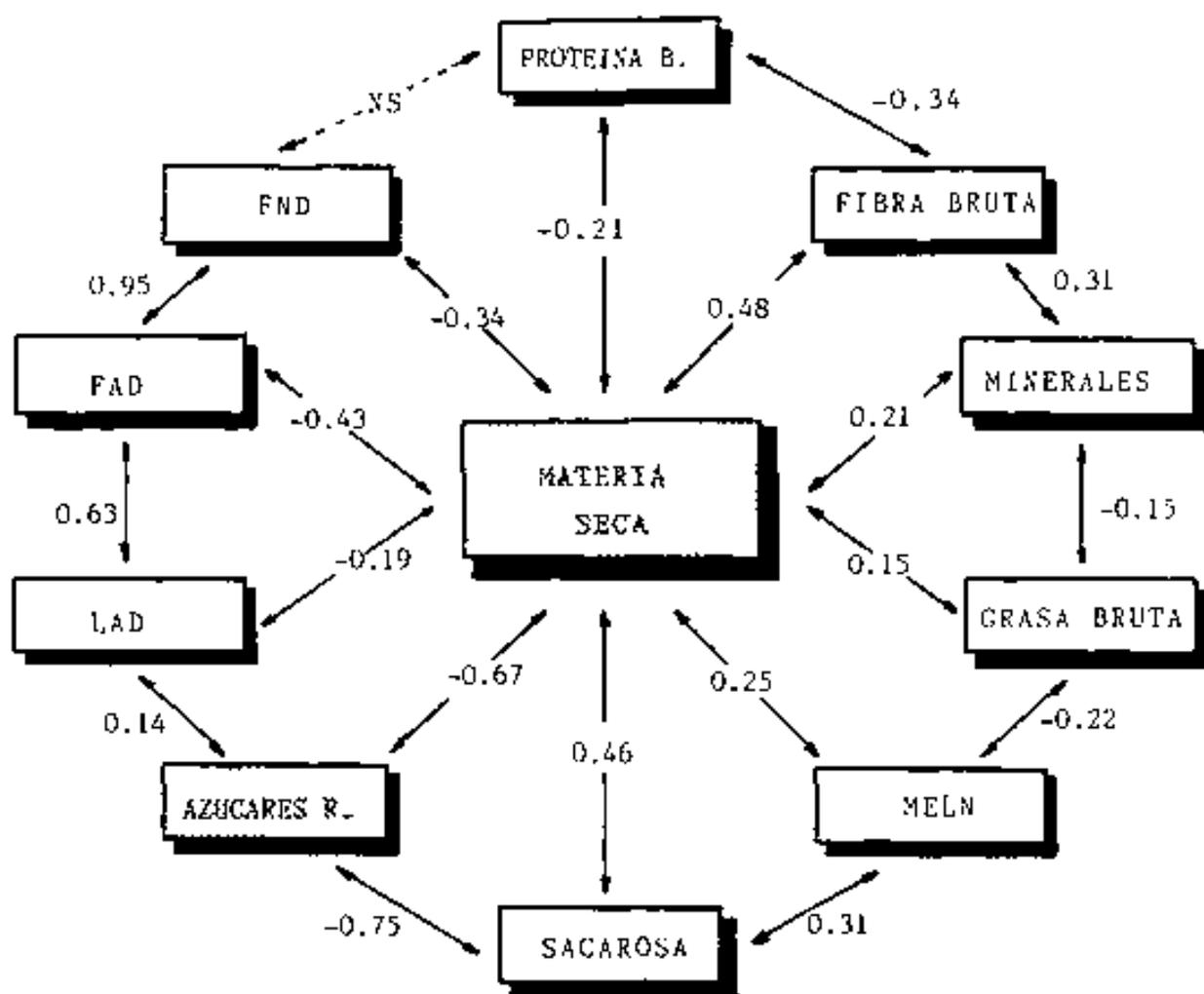


Figura III.8.1.

Principales correlaciones entre la Materia Seca y componentes químicos
de la Pulpa de Garrofa

8.3. ECUACIONES DE PREDICCIÓN DEL VALOR CALORICO A PARTIR DEL ANALISIS DE COMPONENTES QUIMICOS

Utilizando los componentes químicos de mayor coeficiente de correlación con la Energía Bruta, y realizando regresiones múltiples, se calcularon las siguientes fórmulas de predicción del Valor Energético de la Pulpa de Garrofa:

Fórmula nº 1:

$$EB \text{ (Kcal/Kg MS)} = 29.55 \text{ PB (\%)} - 21.63 \text{ MS (\%)} + 6253$$

Fórmula nº 2:

$$EB \text{ (Kcal/Kg MS)} = 41.20 \text{ PB (\%)} + 4314$$

Para la comprobación de la precisión de estas fórmulas de estimación de la Energía Bruta, se han tomado 4 muestras al azar, obteniéndose los siguientes resultados:

EB (Bomba calorim.) Kcal/Kg MS	EB est. Fórmula nº1 Kcal/Kg MS	EB est. Fórmula nº2 Kcal/Kg MS	Diferencia en:			
			Kcal/Kg MS		%	
			1	2	1	2
4380	4348	4414	-32	34	-0.74	0.77
4528	4546	4517	18	-11	0.40	-0.24
4500	4492	4515	-8	15	-0.18	0.33
4500	4470	4509	-30	9	-0.67	0.20

A la vista de los resultados obtenidos, se confirma la validez de estas dos fórmulas de estimación del Valor Energético de la Pulpa de Garrofa, utilizando parámetros de fácil y rápida determinación en el laboratorio.

9. DEGRADABILIDAD Y DIGESTIBILIDAD RUMINAL

Los resultados obtenidos en la determinación de la degradabilidad ruminal "in sacco" de la Pulpa de Garrofa, muestran una degradación a las 24 h de permanencia en el rumen de corderos fistulizados, del 67.08 ± 1.22 % de la Materia Seca y del 35.60 ± 4.09 % de la Proteína Bruta.

La evolución de la degradación ruminal en ovino de la Pulpa de Garrofa, se muestra en la Figura III.9.1. Puede observarse el valor obtenido al determinar la Degradabilidad Teórica "in sacco", que resultó ser de 0.65 para la Materia Seca y de 0.28 para la Proteína Bruta.

En la degradación de la Materia Seca, debe destacarse el alto valor inicial (62.1%), lo que indica la rapidez con que es degradada la Pulpa de Garrofa, siendo las diferencias obtenidas entre la degradación a las 2 h de permanencia en rumen y a las 48 de únicamente un 7% de Materia Seca.

La Proteína no degradada en el rumen, resultó ser completamente indigestible en Pepsina-HCl.

IV. CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos en el presente trabajo han permitido llegar a una serie de conclusiones sobre la caracterización de las Garrofas españolas, que se enumeran a continuación:

1. Al estudiar los aspectos morfológicos de las Garrofas españolas, se ha detectado una gran similitud con las Garrofas chipriotas, griegas e italianas.

2. En la comparación de las Garrofas y garrofinos de las distintas Comunidades Autónomas, se observó un mejor Rendimiento en garrofin de las Garrofas de Catalunya y Baleares, frente a las de la Comunidad Valenciana, Andalucía y Murcia.

3. Entre las distintas denominaciones locales de Garrofa deben destacarse por su buen Rendimiento en garrofin "Rojal", "Banya de cabra" y Banya de marrà" en Catalunya y "Costella d'ase", "Pasta negra" y "De la canal" en Baleares.

4. Las Garrofas de la Comunidad Valenciana, presentaron un número elevado de garrofinos abortados, indicando probablemente la existencia de problemas de polinización.

5. El contenido en goma del garrofin resultó ser superior al de otras semillas productoras de gomas industriales, como son la Tara, el Guar y el Algarrobo Peruano.

6. Se ha realizado una tipificación de las Garrofas españolas, en función de su tamaño, peso del garrofin, rendimiento en garrofin y rendimiento en goma.

7. Propuesta de un método rápido de estimación del Rendimiento en garrofin, a partir de la longitud y el peso de la Garrofa.

8. A partir del estudio de las correlaciones de las características morfológicas de la Garrofa y del garrofin, se concluye que en la elección de las Garrofas cuyo destino sea la obtención de goma, se debe intentar escoger entre las Garrofas ligeras, delgadas y estrechas, sin importar su longitud.

9. Se han obtenido las ecuaciones de calibración para la determinación de la composición química de la Pulpa de Garrofa, por el método de espectroscopía de reflectancia en el Infrarrojo Cercano (NIR), con el consiguiente ahorro de tiempo en las determinaciones analíticas.

10. El análisis de la composición química de la Pulpa de Garrofas españolas, ha mostrado un contenido bajo en Proteína Bruta, elevado en azúcares (próximo al 50%) y prácticamente nulo en Grasa Bruta y Hemicelulosa.

11. La determinación de la Energía Bruta de la Pulpa de las Garrofas españolas, mostró un valor de 4.5 Mcal/Kg MS (18.8 MJ/Kg MS), superior al indicado en las distintas tablas de alimentos.

12. A partir de la valoración de la Energía Bruta se ha obtenido un factor de corrección (+319 Kcal/Kg), que deberá ser aplicado al estimar la Energía Bruta según la fórmula de Schiemann.

13. Se han propuesto dos fórmulas de predicción de la Energía Bruta de la Pulpa de Garrofa, una a partir de la Materia Seca y de la Proteína Bruta, y otra a partir únicamente de la Proteína Bruta.

14. Los estudios realizados sobre la degradabilidad ruminal "in sacco" han indicado que la Pulpa de Garrofa presenta una degradabilidad baja de la Materia Seca (DT= 0.65) y muy baja de la Proteína Bruta (DT= 0.20), resultando la Proteína del residuo ruminal indigestible en Pepsina-HCl.

V. BIBLIOGRAFIA

- ABDEL-RAHMAN A. Y., EL-DIFRAWI E. A., YOUSSEF S.A.M. (1977). Carob as antioxidant in cottonseed, sunflower and butter oils (during storage up 10 weeks at 25, 35 or 45 degrees C). Alexandria J. Agric. Res., 25, 279-280.
- ABDEL-RAHMAN A. Y., EL-DIFRAWI E. A., YOUSSEF S.A.M. (1979). Carob as antioxidant (to preserve butter oil, cottonseed oil, sunflower oil). Bangladesh J. Sci. Res., 1, 59-62.
- A. C. J. (1964 a). El Algarrobo, "Ceratonia siliqua". Un cultivo de precaria situación aconómico y en peligro de extinción: I. Levante Agrícola, Nov., p. 35-39.
- A. C. J. (1964 b). El Algarrobo, "Ceratonia siliqua". Un cultivo de precaria situación aconómico y en peligro de extinción: II. Levante Agrícola, Nov., p. 44-48.
- ALBRIGHT F. R., SCHUMACHER D. V., MAJOR R. A. (1978). How to detect carob in cocoa (Food product analysis). Food Eng., 50, 110-111.
- ALIBES X., TISSERAND J.L. (1990). Tableaux de la valeur alimentaire pour les ruminants de fourrages et sous-produits d'origine méditerranéenne. CIHEAM-ECC. Options méditerranéennes, 4-B.
- ALONI R. Y ORSHAN G. (1972). A vegetation map of the Lower Galilee. Israel J. Botany, 21, 209-221.
- ALUMOT E., JOSEPH B., HARDUF Z. (1980). Sugars from carobs. Portug. Acta Biol., 16, 249-252.
- ALUMOT E., NACHTOMI E., BORNSTEIN S. (1964). Low caloric value of carobs as the possible cause of growth depression in chicks. Journal Science Food Agriculture, 15, 259-265.
- ANDREOTTI R., TOMASICCHIO M., CASTELOETRI F. (1974). Stabilization of emulsified mayonnaise and mayonnaise-type sauces to freezing. Industrie conserve, 49, 95-100.
- A.O.A.C. (1984). Official methods of analysis. Association of Official Analytical Chemists, (16 th. Edn.), Arlington, USA.
- A. R. C. (1988). The nutrient requirements of ruminant livestock. Technical review by an agricultural research council working party. Commonwealth Agricultural Bureaux. The Lavenham Press Ltd., Lavenham, Suffolk. 351 pp.

- ARZEE T., ARBEL E., COHEN L. (1977). Ontogeny of periderm and phellogen activity in Ceratonia siliqua L. Bot. Gaz., 138, 329-333.
- ASCHMANN H. (1973) Distribution and peculiarity of mediterranean ecosystems. In: Mediterranean type ecosystems. Origin and structure. Ecological studies 7, 11-19. Springer-Verlag. New York.
- BARBIERI R., MALGARINI G. (1983). Optimization of non-conventional protein mixtures for food use. Industrie Alimentari, 22, 1-8.
- BARRANCO D., RALLO L. (1984). Las variedades de olivo cultivadas en Andalucía. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. Junta de Andalucía.
- BASSA J. (1917). El Algarrobo. 2ª Edición, Librería Agrícola, El Vendrell, 271 pp.
- BATLE I. (1985). El algarrobo en la provincia de Tarragona. Estudio, situación y posibilidades. Generalitat de Catalunya y Diputación de Tarragona. C.A.M.B., 453 pp.
- BECKER M., OSLAGE W., FLIEGEL H. (1955). Versuche ueber den naehrwert von johannisbrot beim schwein, insbesondere ueber die beeintraehtigung der eiweissverdaulichkeit durch die gerbsaeure des futtermittels. Arch. f. Tierernaehrung, 5: 247-256.
- BINDER R.J., COIT J.E., WILLIAMS K.T., BREKKE J.E. (1959). Carob varieties and composition. Food Technology, 213-216.
- BLACKMAN G.E. (1968). The application of the concepts of growth analysis to the assessment of productivity. In: Functioning of Terrestrial Ecosystems at the primary production level. Proceeding of the Copenhagen Symposium. Ed.: F.E. Eckardt. UNESCO.
- BLENFORD D.E. (1979). Toasted carob powder. Confectionery Manufacture and Marketin, 16, 15-19.
- B.O.E. (1989). Métodos oficiales de análisis de piensos y sus primeras materias. Boletín Oficial del Estado, nº 128, 30 de Mayo de 1989.
- BONNER A. (1980). Plantas de les Balears. Ed. Moll. Palma de Mallorca. 138 pp.
- BORNSTEIN S., LIPSTEIN B. (1959). The feeding of carob to chicks. Hassadeh, 39, 691.

- BORNSTEIN S., LIPSTEIN B., ALUMOT E. (1965). The metabolizable and productive energy of carobs for the growing chick. *Poultry Science*, 44, 519-529.
- BORNSTEIN S., ALUMOT E., MOKADI S., NACHTOMI E., NAHARI U. (1963). Trials for improving the nutritional value of carobs for chicks. *Israel J. Agric. Res.*, 13, 25-35.
- BOTTALICO A. (1979). On the occurrence of mycotoxins (aflatoxins and zearalenone) in some foods and feeds, in Italy). *Food Microbiol. Symposium, Bari*, 337-346.
- BRAXMAYER H. (1977). Coffee substitutes are reborn. *Tea Coffee Trade J.*, 142, 38-39.
- BREMMER J.M. (1960). Determination of nitrogen in soil by the Kjeldahl method. *J. Agric. Sci.*, 55, 11-33.
- BROWN R., CONNELLY, M. (1980). How to outwit the sugar monster and adapt recipes to make almost sugar-free deserts. *Cottage Park Publ., Vienna*. 24 pp.
- BROWN W.F., MOORE J.E. (1987). Analysis of forage research samples utilizing a combination of wet chemistry and near infrared reflectance spectroscopy. *J. Anim. Sci.*, 64, 271-282.
- BRULLO S. (1982) Aspetti naturalistici del carrubo nel territorio ibleo. *Atti del convegno "Il carrubo ... salviamolo!"*. Ragusa, Italia. pp. 51-56.
- CAJA G. (1985). La Garrofa: Composición, procesado y usos agroindustriales. *Jornadas de la Garrofa*. Llíria, Valencia.
- CAJA G., CASANOVA R., CABOT A. (1984). El Algarrobo (*Ceratonia siliqua* L.): su cultivo y posibilidades agropecuarias en Baleares. *Memoria de la Beca de ayuda al estudio agropecuario, concedida por Sa Nostra*, 103 pp.
- CANTONI C., D'AUBERT S. (1983). Genuinità degli ingredienti per il gelato. *Pasticceria internazionale*, 31, 97-103.
- CANELLAS J., POU J., MULET R. (1989). Protein enrichment of carob kibbles after sugar extraction. *Lebensm.-Wiss.-Technol.*, 22, 73-77.
- CARRILHO O. (1980). The exploitation of carob flour as a substitute of cocoa. *Portug. Acta Biol.*, 16, 269-270.
- CASANOVA R. (1990). Comunicación personal.

- CATARINO F. M., BENTO - PEREIRA F. (1976). Ecological characteristics and CO₂ fixation in a xerophytic plant (Ceratonia siliqua L.). Vardar. Sheikh, Ozturk. Turquia.
- CHANDLER W. H. (1962). Frutales de hoja perenne. Ed. Uteha. México. p. 421-423.
- CHARALAMBOUS J., PAPACONSTANTINO J. (1966). Current results on the chemical composition of the carob bean. In: J. Charalambous. The composition and uses of carob bean. Cyprus Agricultural Research Institute. Nicosia.
- CHRISTODOULAKIS N.S., MITRAKOS K. (1987). Leaf structure of Ceratonia siliqua L. II Simposium Internacional sobre la "Garrofa". Abstracts. Valencia.
- CIAMPOLINI F., CRESTI M., CRESCIMANNO F. G., DI LORENZO R., RAIMONDO A. (1988). Osservazioni morfo-fisiologiche su piante maschili ed ermafrodite di carrubo (Ceratonia siliqua L.). Proceedings of the II International Carob Simposium. Valencia. p. 153-167.
- CIPOLLA M., CANTONI C., D'AUBERT S. (1976). Batteriologia degli addesanti e gelificanti per la carne in scatola: farine di semi di carrube. Industrie Alimentari, 15, 95-98.
- CLARKE R.T.J., REIDS C.S.W. (1970). Legume Bloat. In: A.T. Phillipson (Ed). Physiology of digestion and metabolism in the ruminant. Oriel Press. Newcastle-upon-Tyne. pp. 599-606.
- COIT J.E. (1949). Carob culture in the semi-arid southwest. Ed. W. Rittenhouse, San Diego, 16 pp.
- COIT J. E. (1957). Carob varieties for the semi-arid southwest. Fruit varieties and horticultural digest, 21, 5-9.
- COLACO M.T., GIRIO F. (1986). The utilization of carob pods in food industry. Int. Conf. "Biotechnology and agriculture in the mediterranean basin", Athens, Greece.
- COLACO M.T., ROSEIRO J.C., GIRIO F., AVELINO A., TEIKEIRA H. (1988). The quality of sugar content of two portuguese carob varieties. Their influence on the technological transformation. Proceedings of the II International Carob Simposium. Valencia. p. 505-513.
- CORREIA O.C.A., CATARINO F.M. (1980). Effect of temperature and light on gas exchanges of Ceratonia siliqua L. Portug. Acta Biol., 16, 141-150.

- CORTES V., LAFUENTE B., PRIMO E. (1962 a). Los azúcares de la algarroba. V. Influencia del pH en la purificación previa de los mostos con cal-fosfórico y barita-fosfórico. Rev. Agroquím. Tecn. Alim., 2, 125-129.
- CORTES V., LAFUENTE B., PRIMO E. (1962 b). Los azúcares de la algarroba. VI. Influencia de las sales de aluminio en la defecación de los mostos con cal-fosfórico y barita-fosfórico. Rev. Agroquím. Tecn. Alim., 2, 247-252.
- COTE M., SEOANE J. R., GERVAIS P., McQUEEN R. E. (1982). Etudes sur la biodégradation de la matière sèche des fourrages par les méthodes in vitro et des sacs de nylon. Can. J. Plant Sci., 62, 407-413.
- CRAIG W.J., NGUYEN T.T. (1984). Caffeine and theobromine levels in cocoa and carob products. J. Food Sci., 49, 302-302.
- CRESCIMANNO F.G. (1982) Aspetti agronomici, varietali e genetici della coltura del carrubo. Atti del convegno "Il carrubo ... salviamolo!". Ragusa. Italia. pp. 37-47.
- CRESCIMANNO F. G., DE MICHELE A., DI LORENZO R., OCCORSO G., RAIMONDO A. (1988). Aspetti morfologici e carpologici di cultivar di carrubo (*Ceratonia siliqua* L.). Proceedings of the II International Carob Symposium. Valencia. p. 169-181.
- CRONQUIST A. (1981). An integrated system of classification of flowering plants. Colombia University Press. New-York.
- CROSSA-RAYNAUD P. (1960). Caroubiers. Ann. Inst. Nat. Rech. Agr. Tunisie, 33, 79-83.
- DA MATTA G.J. (1952). A Alfarrobeira em Portugal. Bol. Juntas Nac. Frutas, 12, 18-56.
- DARIS M. (1964). Cultivo del Algarrobo. Sintesis. Barcelona.
- DAVIES W. N. I., ORPHANOS P. I., PAPACONSTANTINO J. (1971). Chemical composition of developing carob pods. J. Sci. Food Agric., 22, 83-86.
- DAY M.S., FEARN F.R.B. (1982). Near infra-red reflectance as an analytical technique Part 2. Design and development of practical NIR instruments. Laboratory Practice, 439-443.
- DE CANDOLLE A. (1883). L'origine des plantes cultivées. Ballière. Paris.

- DELVIN P. (1954). Enteritis in industrial medicine - carob flour (Arabon) in therapy. *Industr. Med. and Surg.* 23, 166.
- DEMARQUILLY C., CHENOST M. (1969). Etude de la digestion des fourrages dans le rumen par le méthode des sachets de nylon. *Ann. Zootech.*, 18, 419-436.
- DESHPANDE S. S., CHERYAN M., SALUNKHE D. K. (1986). Tannin analysis of food products. *Food Science and Nutrition*, 24, 401-449.
- DIAMANTOGLOU S., MELETIOU - CHRISTOU M. S. (1977). Das jahresperiodische verhalten des rohfetts und der fettsäurem in rinden und blättern von Ceratonia siliqua L. *Z. Pflanzenphysiol.* 85, 95-101.
- DIAMANTOGLOU S., MELETIOU - CHRISTOU M. S. (1980 a). Annual changes in carbohydrates on bark and leaves of Ceratonia siliqua L. *Portug. Acta Biol.*, 16, 197-206.
- DIAMANTOGLOU S., MELETIOU-CHRISTOU M.S. (1980 b). Annual changes in lipids and their fatty acid composition in bark and leaves of Ceratonia siliqua L. *Portug. Acta Biol.* 16, 207-216.
- DIAMANTOGLOU S., MELITOU - CHRISTOU M. S. (1980 c). Annual carbohydrates and lipids storage in vegetative parts of Macchie plants. II Congress Federation of European Societies of Plant Physiology. Santiago de Compostela.
- DROULISKOS N.J., MALEFALK V. (1980). Nutritional evaluation of the germ meal and its proteins isolate obtained from the carob seed (Ceratonia siliqua) in the rat. *British Journal of Nutrition*, 43, 115-123.
- DROULISKOS N.J., MACRIS B.J. KOKKE R. (1976). Growth of Fusarium moniliforme on carob aqueous extract and nutritional evaluation of its biomass. *Applied Environmental Microbiology*, 31, 691-694.
- ECONOMIDES S. (1984). Inventory of crop residues and agro-industrial byproducts in Cyprus. *Agricultural Research Institute, Nicosia, Cyprus*, 15, 2-7.
- ELFAK A.M., PASS G., PHILLIPS G.O. MORLEY, R.G. (1977). The viscosity of dilute solutions of guar gum and locust bean gum with and without added sugars. *J. Sci. Food Agric.*, 28, 895-899.
- ESBENSHADE H. W. (1988). Carob: International distribution and production potential. *Proceedings of the II International Carob Symposium. Valencia.* p. 303-316.

- ESPINOZA J. (1988). Tecnología apropiada para la producción de gomas a partir de las semillas de algarroba peruana (*Prosopis* sp.). Proceedings of the II International Carob Symposium. Valencia. p. 429-438.
- FADKIN W. Z. (1953). The dietary treatment of diarrheal diseases. *Am. J. Digest. Dis.*, 20, 208.
- FAIRBROTHER T.E., BRINK G.E. (1990). Determination of cell wall carbohydrates in forages by near infrared reflectance spectroscopy. *Animal Feed Science and Technology*, 28, 293-302.
- FERGUSON I.K. (1980). The pollen morphology of *Ceratonia* (Leguminosae:Caesalpinioideae). *Kew Bull.*, 35, 272-277.
- FONT QUER P. (1985). *Plantas Medicinales: El Dioscórides renovado*. Labor S.A. Barcelona. 9ª edición. 1033 pp.
- GAD A., SHOEB Z.E. (1963). Über das öl der johannisbrotkerne. *Fette. Seifen Anstrichmittel*, 2, 138.
- GARCIA-CRIADO B., GARCIA-CIUDAD A. (1990). Application of near infrared reflectance spectroscopy to protein analysis of grassland herbage samples. *J. Sci. Food Agric.*, 50, 479-484.
- GLICK Z., JOSLYN M.A. (1970). Food intake depression and other metabolic effects of tannic acid in the rat. *J. Nutr.*, 100, 509-515.
- GOERING H.K., VAN SOEST P.J. (1970). Forage fiber analyses. U.S. Department of Agriculture, Handbook 379, pp. 20.
- GONCALVES M.P., BRAGA P., LEFEBVRE (1988). A laboratory scale preparation and testing of locust bean gum from traditional varieties of portuguese carob. Proceedings of the II International Carob Symposium. Valencia. p. 407-417.
- GREENFIELD H., THAM H.S., WILLS R.B.H. (1981). Composition of australian foods. 10. "Health food" confectionery. *Food Technology in Australia*, 33, 476-479.
- GUESSOUS F., EL HILALI A., JOHNSON W.L. (1988). Influence du taux d'incorporation de la pulpe de caroube sur la digestibilité et l'utilisation des rations par des ovins à l'engraissement. *Reproduction, Nutrition, Développement*, 28, 93-94.
- HANNIGAN K.J. (1981). High-protein food bar features taste and nutrition. *Food Eng.*, 53, 89.

- HANY J. (1974). Confectionery and chocolate information notes. *Gordian*, 74, 394-396.
- HART J.R., NORRIS K.H., GOLOMBIE C. (1962). Determination of moisture content of seeds by NIR spectrophotometry of their methanol extracts. *Cereal Chemistry*, 39, 94-99.
- HASELBERG C. (1988). A contribution to the classification and characterization of female and male varieties of Ceratonia siliqua L. Proceedings of the II International Carob Symposium. Valencia. p. 137-151.
- HATZOPOULOU-BELBA C., FIAKOU H., MITRAKOS K. (1980). Some anatomical features of the Ceratonia siliqua L. leaf. *Portug. Acta Biol.*, 16, 129.
- HENNEBERG W., STOHMANN F. (1860). Begründung einer rationellen fütterung der wiederkauer. Braunschweig: Schwetschke und Sohne.
- HILLCOAT D., LEWIS G., VERDCOURT B. (1980). A new species of *Ceratonia* (Leguminosae-Caesalpinioideae) from Arabia and the Somali Republic. *Kew Bull.*, 35, 261-271.
- ILAHİ İ. (1979). The nature and balance of growth regulators in the reproductive organs of Ceratonia siliqua L. *WTON*, 37, 29-34.
- ILAHİ İ. (1980). The hormonal status during leaf development of fruit-bearing and non fruit-bearing Ceratonia siliqua L. plants. *Pak. J. Bot.*, 12, 189-194.
- ILAHİ İ., VARDAR Y. (1975). Studies in the Turkish carob (Ceratonia siliqua L.). II. The level of growth regulatory substances and the sugar content at different stages of fruit development. *Z. Pflanzenphysiol.*, 75, 422-426.
- ILAHİ İ., VARDAR Y. (1976 a). Studies in the Turkish carob (Ceratonia siliqua L.). IV. Acidic Auxin-like and inhibitory substances in fruit morphogenesis. *Planta*, 129, 105-108.
- ILAHİ İ., VARDAR Y. (1976 b). Studies in the Turkish carob (Ceratonia siliqua L.). V. The level of gibberellin-like substances during fruit development. *Pak. J. Bot.*, 8, 181-187.
- I.N.R.A. (1978). Alimentation des Ruminants. Institut National de la Recherche Agronomique, Paris, 598 pp.
- I.N.R.A. (1980). Alimentation des Ruminants. Institut National de la Recherche Agronomique, Paris, 22 Edición, 621 pp.

- I.N.R.A. (1984 a). L'alimentation des animaux monogastriques: porc, lapin, volailles. Institut National de la Recherche Agronomique, Paris, 282 pp.
- I.N.R.A. (1984 b). Le cheval. Reproduction, sélection, alimentation, exploitation. Institut National de la Recherche Agronomique, Paris, 690 pp.
- I.N.R.A. (1988). Alimentation des Bovins, Ovins & Caprins. Institut National de la Recherche Agronomique, Paris, 471 pp.
- INRIE F.K.E., VLITOS A. J. (1975). Production of fungal protein from carob (Ceratonia siliqua L.). In: Sigle cell protein II. MIT Press Price, Cambridge, Mass., 223-243.
- JOHNSEN S.B., IKKALA P. (1988). Application of LBG in food and pet food systems. Proceedings of the II International Carob Symposium, Valencia, p. 576-587.
- JONES D.K. (1953). Carob (Ceratonia siliqua) culture in Cyprus. FAO Report: 53/2/1225.
- JONES N.R. (1971). Natural stabilizers. IFST Proceedings, 4, 60-71.
- KALAITZAKIS J., MITRAKOS F. (1980). Growth kinetics of the carob beans. Portug. Acta Biol., 16, 277.
- KALAITZAKIS J., MITRAKOS F., MARAKIS S. (1988). Carob tree varieties from Crete (Greece). Proceedings of the II International Carob Symposium, Valencia, p. 291-301.
- KENYON J.P., LINDAMOOD J.B., KRISTOFFERSEN T. (1980). Cocoa substitutes: can they match the flavor?. Am. Dairy Rev., 42, 22-24.
- KJELDAHL J. (1883). A new method for the determination of nitrogen in organic matter. Anal. Chem., 22, 266.
- KRATZER F. H., WILLIAMS D. E. (1951). The value of ground carob in rations for chicks. Poultry Sci., 30, 148-150.
- KUMAR R., VAITHIYANATHAN S. (1990). Occurrence, nutritional significance and effect on animal productivity of tannins in tree leaves. Animal Feed Science and Technology, 30, 21-38.
- KUPPERS W., MURA P. (1979 a). Dietetic foodstuff. Merck British Patent. 2 014 424A.
- KUPPERS W., MURA P. (1979 b). Dietetic food and method for its preparation. Merck Patent German. 2 806 514.

- LAFUENTE B., CORTES V., PRIMO E. (1961). Los azúcares de la algarroba. IV. Condiciones óptimas de purificación con resinas decolorantes. *Agroquímica y Tecnología de Alimentos*, 1, 31-39.
- LINSKENS H.F., SCHOLTEN W. (1980). The flower of carob. *Portug. Acta Biol.*, 16, 95-102.
- LIPHSCHITZ N. (1987). Ceratonia siliqua L. in Israel: An ancient element or a newcomer?. *Israel J. Bot.*, 36, 191-197.
- LLEO D.G. (1901). El algarrobo. La agricultura española. Valencia, 209 pp.
- LO GULLO M.A., SALLES S., ROSSO R. (1986). Drought avoidance strategy in Ceratonia siliqua L., a mesomorphic-leaved tree in the xeric mediterranean area. *Annals of Botany*, 58, 745-756.
- LONGHITANO N. (1982). Destillazione della polpa zuccherina dalle carrube. Aspetti tecnici ed economici. Atti del Convegno "Il carrubo ... salviamolo!". Ragusa. Italia. pp. 113-119.
- LOUCA A., PAPAS A. (1973). The effect of different proportions of carob pod meal in the diet on the performance of calves and goats. *Anim. Prod.*, 17, 139-146.
- MACRIS B. J., KOKKE R. (1977). Kinetics of growth and chemical composition of Eusarium moniliforme cultivated on carob aqueous extract for microbial production. *European Journal of Applied Microbiology*, 4, 89-95.
- M.A.F.F. (1976). Energy allowances and feeding systems for ruminants. Ministry of Agriculture, Tech. Bull., 33, 80 pp.
- MAGNOLATO D., SCHLIENGER C. (1980). Etude des tannins de la gousse verte de Ceratonia siliqua L. Groupe Poliphénols Bull. Liaison, 10, 332.
- MAIA M.I. (1988). A scanning electron microscope study of the leaves of Ceratonia siliqua L. Proceedings of the II International Carob Symposium. Valencia. p. 99-103.
- M.A.P.A. (1984). Tablas de composición de primeras materias para nutrición animal. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, Madrid.
- M.A.P.A. (1986). Anuario de estadística Agraria. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, Madrid.

- MARAKIS S.G. (1985). Screening tannin utilizing filamentous fungi for protein production from aqueous carob extract. *Cryptogamie Mycologie*, 6, 293-308.
- MARAKIS S.G., KARAGOJUNI A.D. (1985). Screening of carob bean yeasts. Chemical composition of Schizosaccharomyces versatilis grown on aqueous carob extract. *Biotechnology Letters*, 7, 831-836.
- MARAKIS S., MITRAKOS F. (1980). New fungal strains for the evaluation of carob bean extract. *Portug. Acta Biol.*, 16, 273.
- MARAKIS S., KALAITZAKIS J., MITRAKOS K. (1988). Criteria for recognizing carob tree varieties. Proceedings of the II International Carob Symposium. Valencia. p. 195-208.
- MARGARIS N.S. (1980). Structure and dynamics of mediterranean type vegetation. *Portug. Acta Biol.*, 16, 45-58.
- MARTIN - ROSSET W. (1990). L'alimentation des chevaux. Techniques et pratiques. INRA, Paris. 232 pp.
- MARTINEZ-VALERO R., MELGAREJO P., SALAZAR D., GARCIA S. (1988). Características de las variedades cultivadas de algarrobo (Ceratonia siliqua L.) en la Cuenca del Segura. Proceedings of the II International Carob Symposium. Valencia. p. 91-98.
- MARTINS - LOUCAO M. A., RODRIGUEZ - BARRUECO C. (1981). Establishment of proliferating callus from roots, cotyledons and hypocotyls of carob (Ceratonia siliqua L.) seedlings. *Z. Pflanzen.*, 103, 297-303.
- MARTINS-LOUCAO M.A., RODRIGUEZ-BARRUECO C. (1982). Studies on nitrogenase activity of carob (Ceratonia siliqua L.) callus cultures associated with Rhizobium. Proc. 5th Intl. Cong. Plant. Tissue & Cell Culture, Plant Tissue Culture. p. 671-672.
- MATSUO T., ITOO S. (1981). Comparative studies of condensed tannins from several young fruits. *J. Japan. Soc. Hort. Sci.*, 50, 262-269.
- MAYMONE B. (1957). Le polpe di carrube esaurite residue dalla estrazione degli zuccheri. *Alimentazione Animale*, 29-32.
- MAYMONE B., BATTAGLINI A. (1951). Ricerche sulla digestibilita e sul valore nutritivo della carruba (Ceratonia siliqua L.). *Annali Sper. Agr.*, 4.

- MAYMONE B., BATTAGLINI A. (1953). Ricerche sulla digestibilita e sul valore nutritivo del germe di carruba (Ceratonia siliqua L.). Annali Sper. Agr., 7, 1977-1984.
- MAZA M.P., ZAMORA R., ALAIZ M., HIDALGO F.J., MILLAN F., VIOQUE E. (1989). Carob bean germ seed (Ceratonia siliqua): study of the oil and proteins. Journal Science Food Agricultural, 46, 495-502.
- MEER W.A. (1979). Carob as a substitute or extender for cocoa. Manufacturing confectioner, 59, 41-42.
- MENEZES E. (1980). Ripe and distilled carobs: some trials to determine their nutritive value. Portug. Acta Biol., 16, 253-266.
- MERWIN M.L. (1981) The culture of carob (Ceratonia siliqua L. for food, fodder, and fuel in semi-arid environments. International Tree Crops Institute USA, Inc. California, 18 pp.
- MICHALET - DOREAU B., VERITE R., CHAPOUTOT P. (1987). Methodologie de mesure de la dégradabilité in sacco de l'azote des aliments dans le rumen. Bull. Tech. C.R.Z.V. Theix, I.N.R.A., 69, 5-7.
- MIGUEL J. A., DE ANDUS V. (1982). Simple method for simultaneous determination of aflatoxins, ochratoxin A and zearalenone in agricultural products. An INIA, Ser.: Ganadera, 15, 101-110.
- MITJAVILA S. (1980). Problemes nutritionnels lies a la presence de tanins dans les aliments. Groupe Poliphenols Bull. Liaison, 9, 5-14.
- MITRAKOS K. (1988). The botany of Ceratonia. Proceedings of the II International Carob Symposium. Valencia. p. 209-218.
- MITRAKOS K., LAMBIRI M. (1980). Phenolic compound changes during the ripening of carob beans. Portug. Acta Biol., 16, 217-220.
- MONTERO E., MEDRANO H. (1988), Biomasa y composición mineral de órganos en crecimiento del algarrobo (Ceratonia siliqua L.) Primeros resultados. Proceedings of the II International Carob Symposium. Valencia. p. 183-193.
- MORATAL J. (1985). Aspectos históricos y legales de la garrofa. Razones para el fomento de su cultivo. Jornadas de la Garrofa. Liria. Valencia.

- MORETTINI A. (1963). Carrubo. Frutticoltura generale e speciale. Ramo Editoriali degli agricoltori, Roma.
- MULET A., CAÑELLAS J., FOU J., ROSELLO C. (1988). Determinación de taninos en extractos azucarados obtenidos a partir de la pulpa de algarroba. Proceedings of the II International Carob Symposium. Valencia. p. 473-481.
- NACHTOMI E., ALUMOT E. (1963). Tannins and polyphenols in carob pods (*Ceratonia siliqua*). J. Sci. Food Agric. 14, 464-468.
- NETO A.P.L. (1964). Carob beans for feeding pigs. Bol. Pecuar., 32, 49-69.
- NEUKOM H. (1988). Carob bean gum: properties and applications. Proceedings of the II International Carob Symposium. Valencia. p. 551-555.
- NEYROUD M. (1963). Une nouvelle médication antidiarrhéique, la farine de caroube. Ann. Pediat., 166, 113-116.
- NORDEN A. C. (1981). Cocoa powder alternatives, some experiences from practice. Conf. Manuf. Mark., 18, 32-33.
- NORRIS K.H. (1964). Reports on the design and development of a new moisture meter. Agricultural Engineering (St. Joseph, Michigan), 45, 370-372.
- NORRIS K.H., BUTLER W.L. (1961). Techniques for obtaining absorption spectra on intact biological samples. IRE Transactions on Bio-Medical Electronics, 8, 153-157.
- NORRIS K.H., HART J.R. (1965). Direct spectrophotometric determination of moisture content of grain and seeds. In Principles and Methods of Measuring Moisture Content in Liquids and Solids. Reinhold, New York, 4, 19-25.
- NORRIS K.H., BARNES R.F., MOORE J.E., SHENK J.S. (1976). Predicting forage quality by infrared reflectance spectroscopy. J. Anim. Sci., 43, 889-897.
- NORRIS M. J. (1986). SPSS. Advanced statistics guide. Mc Graw-Hill Book Company.
- N. R. C. (1988). Nutrient requirements of dairy cattle. National Research Council, National Academy Press, Washington, Sixth revised Edition, 157 pp.
- N. R. C. (1989). Nutrient requirements of horses. National Research Council, National Academy Press, Washington, Fifth revised Edition, 100 pp.

- NUNES J., BARRADAS F.H. (1980). Carob industrial exploitation brandy production. Portug. Acta Biol., 16, 317-320.
- NUNES M.A., CORREIA O.C.A. (1980). Water relations and Gas exchanges in Ceratonia siliqua L. Portug. Acta Biol., 16, 151-164.
- NUNES M.A., LINSKENS H.F. (1980). Some aspects of the structure and regulation of Ceratonia siliqua L. stomata. Portug. Acta Biol., 16, 165-174.
- O'KEEFFE M., DOWNEY G., BROGEAN J.C. (1987). The use of near infrared reflectance spectroscopy for predicting the quality of grass silage. J. Sci. Food Agric., 38, 209-216.
- OKUDA T., YOSHIDA T., HATANO T. (1989). New methods of analyzing tannins. J. Natural Products, 52, 1-31.
- ORPHANOS P.I. (1980) Practical aspects of carob cultivation in Cyprus. Portug. Acta Biol. (A) XVI (1-4): 221-228.
- ORPHANOS P. I., PAPACONSTANTINO J. (1969). The carob varieties of Cyprus. Cyprus Agricultural Research Institute. Nicosia. Tech. Bull., 5, 27 pp.
- ORSKOV E. R., McDONALD I. (1979). The estimation of protein degradability in the rumen from incubation measurements weighted according to rate of passage. J. Agric. Sci. Camb., 92, 499-503.
- PASSOS DE CARVALHO J. (1988). Carob Pollination aspects. Proceedings of the II International Carob Symposium. Valencia. p. 281-289.
- PICCIONI M. (1970). Diccionario de alimentación animal. Ed. Acribia. Zaragoza. p. 65-72.
- PICCIONI M. (1989). Dizionario degli alimenti per il bestiame, 59 Ed. Edagricole, 133-141 pp.
- PIGNATTI S. (1982). Flora d'Italia. Edagricole. Bologna.
- PISATURO G., BISAGNO T. (1981). The significance of the absence (or minimum presence) of fructose in powdered cocoa. Pharmaceutica Acta. Helvetiae, 56, 142-144.
- PIVA G., SANTI E. (1982). Possibili impieghi zootecnici del frutto del carrubo. Atti del Convegno "Il carrubo ... salviamolo!". Ragusa. Italia. pp. 67-77.
- PIVA G., SANTI E., AMERIO M. (1978). Utilizzazione zootecnica della farina essicata di carruba. Riv. Suinicoltura, 19, 43-46.

- POLUNIN O. (1974). Guía de campo de las flores de Europa. Omega S.A. Barcelona.
- POU J., CAÑELLAS J., MULET A., SAURA-CALIXTO F. (1988). Enriquecimiento en proteína de la pulpa de algarroba por multiplicación de levaduras en cultivo semisólido. Proceedings of the II International Carob Symposium. Valencia, p. 483-492.
- PRICE M. L., BUTLER L. G. (1980). Tannins and nutrition. Puurdue University. Agricultural Experimental Station. Bull., 272. India.
- PRIMO E., LAFUENTE B., CORTES V. (1962). Azúcares de la algarroba. VII. Tratamientos óptimos de purificación. Rev. Agroquím. Tec. Alim., 2, 337-342.
- PUCHADES R., ROCA A., SERRA J. A., ROIG M. A. (1988). Composición de la pulpa de Algarroba de las variedades más representativas de la Comunidad Valenciana. Proceedings of the II International Carob Symposium. Valencia. p. 169-181.
- RAMOS R. (1941). Un nuevo medicamento: la harina de algarroba. Rev. Esp. Farm. y Terap., 21, 1339.
- RICHARDS F. J. (1969). The quantitative analysis of growth. In: F.C. Steward Ed. Plant Physiology. Vol. V. p. 3-76.
- RIHANI N., GUESSOUS F., POND K.R. (1989). Effect of protein level on the feeding value of carob pulp containing diets for sheep. Journal of Animal Science, 67, supplement 1, 493.
- RODRIGUEZ J., FRUTOS D. (1988). Primeros estudios sobre las poblaciones de algarrobo (*Ceratonia siliqua* L.) en el sureste y sur de España. Proceedings of the II International Carob Symposium. Valencia. p. 255-264.
- ROSELLO V. M. (1977). Les Illes Balears: Resumen geográfico. Ed. Barcino. Barcelona.
- ROSENHEIM O. (1920). Observations on anthocyanins. I. The anthocyanins of the young leaves of the grape vine. Biochem. J., 14, 178-188.
- RULLAN J. (1897). Cultivo práctico del algarrobo. Imprenta la Sinceridad, Mallorca, 154 pp.
- RUTTER I. (1978). Pesticide residues in food arising from transport in freight containers. Chem. Industry, 14, 531-532.

- SAELENS B. (1984). Improved food products based on meat. French Patent, 2 534 780 A1.
- SALARI C. (1982). Generalità, caratteristiche chimico-fisiche, proprietà e campi di impiego della farina di semi di carruba. Atti del Convegno "Il carrubo ... salviamolo!". Ragusa, Italia, pp. 105-111.
- SANCHEZ-CAPUCHINO J.A., SALAZAR D., GARCIA S., MARTINEZ S., MELGAREJO P. (1988). Tipificación pomológica de los algarrobos de la Comunidad Valenciana. Proceedings of the II International Carob Symposium. Valencia. p. 69-78.
- SAURA-CALIXTO F., CAÑELLAS J. (1982). Components of nutritional interest in carob pods (Ceratonia siliqua). J. Sci. Food Agric., 33, 1319-1323.
- SAURA-CALIXTO F., CAÑELLAS J., POU J., MULET A. (1988). Caracterización química de la fracción fibrosa de la pulpa de algarroba. Proceedings of the II International Carob Symposium. Valencia. p. 493-503.
- SAURA-CALIXTO F. (1988). Effect of condensed tannins in the analysis of dietary fiber in carob pods. Journal of Food Science, 53, 1769-1771.
- SCHIEHMANN R., NEHRING K., HOFFMANN L., JENTSCH W., CHUDY A. (1971). In Energetische Futterbewertung und Energienormen. Berlin VEB, Deutscher Landwirtschafts Verlag.
- SCHWEINFURTH C. (1894). Sammlung arabischaethiopischer pflanzen-ergebnisse von reisen in den jahrem 1881, 1888-89, 1891-92. Bull. Herb. Boissier, 2, 1-114.
- SEILER A. (1977). Galaktomannanabbau in keimenden Johannisbrotsamen (Ceratonia siliqua L.). Planta, 134, 209-221.
- SERRA J., ESCRICHE I., FITO P., LLUCH M.A. (1988). Evolución del comportamiento de los azúcares del algarroba en distintas experiencias de tostado. Proceedings of the II International Carob Symposium. Valencia. p. 541-550.
- SETÄLÄ J. (1983). The nylon bag technique for determination of ruminal feed protein degradation. J. Sci. Agric. Soc. Finl., 55, 1-78.
- SEVINATE PINTO I. (1980). Ultrastructural aspects during the ontogeny of Ceratonia siliqua endosperm cells (preliminary study). Portug. Acta Biol., 16, 119-126.

- SEAKIOTAKIS E.M. (1978). Germination in vitro of carob (Ceratonia siliqua L.). Horticultural Abstracts, 1979, 49, 4527.
- SHEIKH, K. H. (1976). Variations in leaf hydration and stomatal openings of some maquis in response to changes in some environment factors. Proceedings of III MPP Meeting. Ege University. Bornova. Izmir.
- S.O.I.V.R.E. (1962). Norma de calidad de la garrofa y el garrofin. Orden ministerial del 17/5/1962.
- SOMOGYI M. (1952). Notes on sugar determination. Journal Biology Chem., 195, 19-23.
- SOUSA D. R. , SANTOS M. C. , DAVID M. M. , MESQUITA, M. M., CORREIA, G.C., BENTO-PEREIRA, F. (1980). Trunk biomass and tree-crown structure in Ceratonia siliqua. Portug. Acta Biol., 16, 131-140.
- SOUW P., REHM H.J. (1973). Investigations on microorganisms in thickening agents. I. Cell counts of aerobic microorganisms. Chem. Mikrobiol. Techn. Lebensm., 2, 187-193.
- SPINA P. (1989). El Algarrobo. Ed. Mundi-Prensa, Madrid, 158 pp.
- TAGARI H., HENIS Y., TAMIR M., VOLCANI R. (1965). Effect of carob pod extract on cellulolysis, proteolysis, deamination, and protein biosynthesis in an artificial rumen. Applied Microbiology, 13:437-442.
- TAMARO D. (1954) Tratado de Fruticultura. Ed. G. Gili. S.A. Buenos Aires.
- TAMIR M., ALUMOT E. (1969). Inhibition of digestive enzymes by condensed tannins from green and ripe carobs. J. Sci. Food Agric., 20, 199-202.
- TAMIR M., ALUMOT E. (1970). Carob tannins -Growth depression and levels of insoluble nitrogen in the digestive tract of rats. J. Nutr., 100, 573-580.
- TAMIR M., NACHTOMI E., ALUMOT E. (1971). Degradation of tannins from carob pods (Ceratonia siliqua) by thioglycolic acid. Phytochemistry, 10, 2769-2774.
- THOMSON P. (1971). The Carob in California. California rare fruit-growers yearbook. Vol. III, pp. 61-102.
- TOLENTINO P. (1950). Mécanisme et limites de l'action thérapeutique de la farine de caroube dans les diarrhées infantiles. Ann. Pédiat., 175, 201-222.

- TOUS J. (1984 a). Cultivo del algarrobo. Hoja Divulgativa Nº: 10. Ministerio de Agricultura. Madrid. 16 pp.
- TOUS J. (1984 b). El Algarrobo. Su importancia en la cuenca mediterránea. Agricultura, 623, 474-478. Ministerio de Agricultura. Madrid. 24 pp.
- TOUS J. (1985). Comercialización y variedades de algarrobo. Hoja Divulgativa Nº: 1/85. Ministerio de Agricultura. Madrid. 24 pp.
- TOUS J., BATLLE I. (1988). Situación actual y perspectivas del cultivo del Algarrobo. Proceedings of the II International Carob Symposium. Valencia. p. 317-345.
- TOUS J., BATLLE I. (1990). El Algarrobo. Ed. Mundi-Prensa. Madrid 102 pp.
- VACCARI G., MANTOVANI G., SGUALDINO G., GOBERTI P. (1987). Near infrared spectroscopy utilization for sugar products analytical control. Zuckerind., 2, 800-807.
- VALDES B. (1985). Sinopsis del Reino Vegetal. In: R. Alvarado. Historia Natural. Vol. III: Botánica. Carroggio S.A. Barcelona. p. 82-265.
- VAN SOEST P.J. (1963). Use of detergents in the analysis of fibrous feed. II. A rapid method for the determination of fibre and lignin. J. Assoc. Off. Anal. Chem., 46, 828.
- VAN SOEST P.J., ROBERTSON J.B. (1985). Analysis of forages and fibrous food. A laboratory manual for Animal Science 613. Cornell University. 202 pp.
- VAN SOEST P.J., WINE R.H. (1967). Use of detergents in the analysis of fibrous feeds. IV. Determinations of plant cell wall constituents. J. Assoc. Off. Anal. Chem., 50, 50.
- VARDAR Y., SECMEN S., ÖZTURK M. (1980). Some distributional problems and biological characteristics of *Ceratonia* in Turkey. Portug. Acta Biol., 16, 75-86.
- VAVILOV N.I. (1950). The origin, variation, immunity and breeding of cultivated plants. Chronica Botanica. Waltham. Massachusetts.
- VIDAL D. (1985). El troceado como etapa previa al aprovechamiento industrial de la garrofa. Jornadas sobre la Garrofa. Llíria, Valencia.
- VOHRA P., KRATZER F. H., JOSLYN M. A. (1966). The growth depressing and toxic effects of tannins to chicks. Poultry Science, 45, 135-142.

- VOLCANI R. (1950). Carobs vs barley as dairy cattle feed. *Ktavim*, 1, 175-182.
- WARDEN J., MARTINS-LOUCAO M.A. Y DE SOUSA H.C. (1980). Cytophotometric contribution to the knowledge of *Ceratonia siliqua* seed development. *Portug. Acta Biol.*, 16, 103-118.
- WEINGES K., BÄHR W., EBERT W., GÖRITZ K., MARK H. D. (1969). Konstitution, entstehung und bedeutung der flavonoidgerbstoffe. *Fortschr. Chem. Org. Naturst.*, 27, 158-260.
- WEINSTEIN M. (1982). The paleoecology of the early wurm in the Hule Basin. Thesis. Tel Aviv University.
- WIELINGA W. (1976). Stabilization of ice creams. *Alimentaria*, 77, 43-48.
- WIELINGA W. (1988). Stabilizing effect of locust bean gum in ice cream. Proceedings of the II International Carob Symposium. Valencia. p. 611-620.
- WILLIAMS B.D. (1978). Yes, there are differences between carob and cocoa (powders, extenders). *Food Eng.*, 50, 88-89.
- WILLIAMS P.C., THOMPSON B.N. (1978). Influence of whole meal granularity on analysis of HRS wheat for protein and moisture by near infrared reflectance spectroscopy (NRS). *Cereal Chem.* 55, 1014-1037.
- WOLTER R., DURIX A., LETOURNEAU J. C., CARCELEN M. (1980). Evaluation chez le poney de la digestibilité des pellicules de soja, du marc de pommes, des caroubes et du tourteau de pépins de raisins. *Ann. Zootech.*, 29, 377-385.
- WURSCH P. (1979). Influence of tannin-rich carob pod fiber on the cholesterol metabolism in the rat. *J. Nutrit.*, 109, 685-692.
- WURSCH P. (1988). Structure of tannins in carob pod and their antidiarrhoeic properties. Proceedings of the II International Carob Symposium. Valencia. p. 621-629.
- WURSCH P., DEL VEDOVO S., ROSSER J., SMILEY M. (1984). The tannin granules from ripe carob pod. *Lebensm-Wiss. Technol.*, 17, 351-354.
- ZEHNDER H.J., ETTTEL W. (1981). Investigations on irradiated food additives and intermediate products. *Alimenta*, 20, 67-70.

ZOHARY M. (1973). Geobotanical foundations of the Middle East. Fischer. Stuttgart.

XIMENEZ DE EMBUN J. (1962). Los Montes: Introducción a la selvicultura. Ministerio de Agricultura. Madrid. 2ª edición.



• T UAB / 1171
UNIVERSITAT AUTÒNOMA
DE BARCELONA
BIBLIOTECA
REG. 200083
SIO. _____
REF. 125

