

**Cultivo del Algarrobo (Ceratonía Siliqua). - Composición química
de los frutos cosechados en el Uruguay**
(Estudio preliminar)

Ing. Agr. PEDRO MENENDEZ LEES

Profesor de Industrias Agrícolas

Ing. Agr. MIGUEL QUINTEROS (hijo)

Profesor de Selvicultura

El cultivo del algarrobo (*Ceratonía siliqua*) se viene realizando con éxito en el Uruguay desde el punto de vista selvícola, lo que nos ha determinado a reunir en el presente trabajo sus características culturales y la composición de su fruto, con el fin de hacer notar sus posibilidades de aprovechamiento, a objeto de llamar la atención sobre la conveniencia de su explotación, que diversificaría las plantaciones forestales que se efectúan en el país en la actualidad.

Nos ha inducido a redactar el presente trabajo, aparte de aportar datos analíticos sobre la composición de la algarroba de producción nacional y utilizada en otros países como alimento del ganado, el deseo de divulgar los resultados obtenidos por el Profesor G. ODDO, Director del Instituto de Química de la Universidad de Palermo (Italia) en colaboración con el Doctor DE FONZO, en la obtención industrial de sacarosa, usando este fruto como materia prima, después de muchas tentativas y ensayos infructuosos realizados por diversos experimentadores en épocas distintas.

El nuevo método industrial, patentado ODDO - DE FONZO, está basado en la extracción directa del azúcar, por medio de

solventes orgánicos: el alcohol etílico y el metílico. Las algarrobas, separadas las semillas y bien desmenuzadas, son agotadas de la sacarosa que contienen bajo la acción del solvente, sea utilizando al efecto un extractor de grasas, sea utilizando una batería de difusores, con aparatos a decantación sucesiva de la solución azucarada desde un elemento al otro y con carga a rotación continua de la materia prima. Después de pocas horas de funcionamiento continuo, la solución azucarada caliente, que se obtiene de un modo o de otro, es decantada en un recipiente cerrado. Al reposar se inicia enseguida la deposición de los cristales de azúcar, completándose la cristalización en 10 o 15 días.

El azúcar así obtenido se presenta en forma de gruesos cristales de coloración blanca, ligeramente amarillenta, dulce al paladar y de perfume ligeramente agradable a algarroba, perfume que se pierde cristalizando una sola vez por el alcohol etílico o mejor por el agua, en presencia de carbón animal, volviéndose blanco y perfectamente igual al azúcar común obtenido con la caña de azúcar y la remolacha.

El rendimiento en azúcar cristalizado bruto, extraído ya sea con alcohol etílico o con alcohol metílico, varía desde el 16 al 23 % del peso de las algarrobas, incluidas las semillas.

Haciendo pasar luego una fuerte corriente de vapor por el residuo de las algarrobas, se separa todo el alcohol de que está impregnado el residuo. Destilando las aguas madres todo el resto del solvente se recupera, pudiéndolo emplear nuevamente en las extracciones siguientes.

Como residuo de la destilación se obtiene una melaza densa que contiene azúcar invertido, además de 2 a 3 % de sacarosa. La pérdida del solvente es mínima, lo mismo que sucede en la extracción de las grasas por medio de solventes volátiles, pues ninguno de los dos alcoholes — etílico o metílico — toma parte en las reacciones.

Según el Profesor ODDO, utilizando las zonas aptas para intensificar el cultivo del algarrobo "el mercado azucarero podría entonces dividirse así: remolacha en las regiones del Norte, muy ricas en agua; la caña de azúcar en las regiones ecuatoriales, muy ricas en humedad; y el algarrobo entre una y otra región, el de las zonas templadas y secas.

“En esta competencia de producción, la remolacha, planta anual o bienal, y la caña cuya vida no pasa de los 20 años en general, plantas exigentes de tierras fuertes y muchos gastos culturales, serán paulatinamente substituídas por el trigo y otros cereales más necesarios para la humanidad, cuyo progreso vegetativo va siempre en aumento. Al contrario, un bosque de algarrobos, una vez constituido en su terreno árido y seco, donde no tiene porque temer la competencia de otras plantas, será un patrimonio constante y perpétuo de esta industria.

“Pero hay más: la remolacha y la caña, productos fermentescibles, exigen, a los efectos de la extracción del azúcar, las grandes fábricas que hoy se conocen y mucho personal para preparar en 3 meses su gran producción; las algarrobas, al contrario, se conservan sin alterar aunque son más ricas en azúcar, pudiendo ser elaboradas durante todo el año, utilizando pequeñas instalaciones con pocos operarios y la venta del azúcar extraído podrá ser paralela a la producción, lo que trae como consecuencia una gran economía de capitales.

“La remolacha y la caña dan como sub-productos solamente los residuos y la melaza; en las algarrobas hay, además, las semillas que se colocan en el mercado a un precio mucho más elevado. La afirmación mundial de esta tercera fuente de sacarosa podrá tardar, pero es inevitable: todas las buenas cualidades del algarrobo contribuirán a ello.”

El algarrobo se desarrolla en la zona del naranjo, entre los 27º y 42º de latitud; su región predilecta corresponde a las costas de Europa meridional y muchas islas del Mediterráneo: Mediodía de Portugal, España, Cerdeña, Italia continental, Sicilia, Grecia, Asia Menor, Egipto, Cirenaica, Tripolitania, Túnez, Algeria, Marruecos.

El Profesor F. BRUNO, Director del Jardín Colonial de Palermo, en una encuesta realizada para conocer la producción de

algarrobas en la región del Mediterráneo, ha llegado a las siguientes cifras:

PAISES		QUINTALES	
Portugal			400.000
España :			
Valencia	619.480		
Castilla	302.816		
Tarragona	208.060		
Balears	93.200		
Alicante	19.664		
Barcelona	5.500		
Murcia	420		
Málaga	416	1.249.556	
Algeria		2.180.050	
Italia :			
Sicilia	400.000		
Italia Meridional y Cerdeña	350.000	750.000	

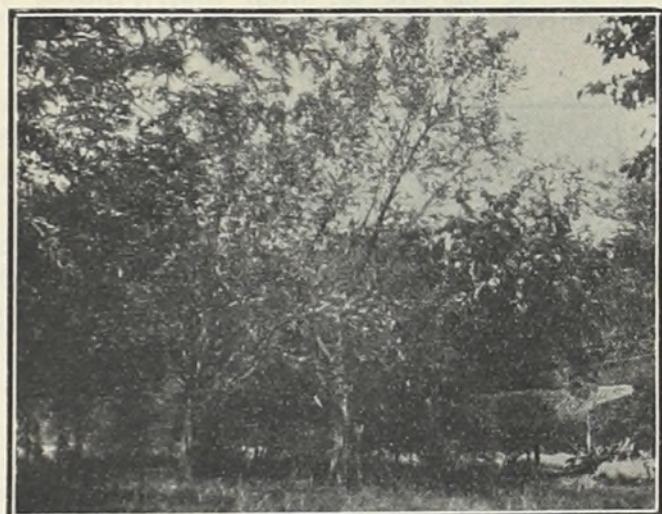
Es una leguminosa dioica, que se reproduce por semilla, y que también se acostumbra injertar en las zonas mencionadas con lo que se afirma, se asegura su productividad.

Se calcula que la producción mundial actualmente oscila en los cinco millones de quintales anuales. Podría llegarse a límites muy superiores injertando los algarrobos silvestres que predominan todavía en zonas muy extensas.

En Europa, el algarrobo comienza a fructificar entre los ocho y diez años. A partir de los quince a los veinte años su producción se intensifica. Es longevo: su vida va más allá de un siglo. Según POTT la producción media es de 40 a 50 kilogramos de fruta seca por árbol. El Profesor ODDO le atribuye una producción en pleno desarrollo entre 50 a 1000 kilos de algarrobos por pie y por año, conteniendo la hectárea un promedio de 30 plantas cuando alcanza su máximo crecimiento.

La experiencia del cultivo de esta leguminosa hasta el presente, en el país, permite ser optimista en cuanto a las condiciones favorables que encuentra en el Uruguay para su desarrollo.

El algarrobo es un árbol de hoja permanente, no muy alto, pero frondoso. Lo hemos cultivado en el país en las laderas abrigadas de nuestras sierras, de exposición norte, en suelos frescos y pedregosos, con bastante humus, con excelentes resultados.



Algarrobos (*Ceratonia Siliqua*) plantados en 1910 en el Campo Experimental de la Facultad de Agronomía

Hemos constatado en nuestro país, que las plantas jóvenes son muy sensibles a los fríos y a los soles intensos. Las heladas tardías de primavera, sobre todo, le causan mucho daño. De aquí la necesidad de plantar el algarrobo en sitios abrigados, o en mezcla con otros árboles, que se irán aclarando a medida que aumenta la edad y la espesura de las jóvenes plantas.

Hemos tenido buenos resultados con la plantación de acacias de hoja permanente, — especialmente con la acacia mollisima, — efectuada un año antes en siembra de asiento, que protege luego las pequeñas *Ceratonias*. acelerando su crecimiento.

La sexualidad del algarrobo se manifiesta al comenzar la floración, es decir, en nuestro país, a los 8 o 9 años de edad. Siendo una planta dioica es posible que en una plantación ya efectuada la floración revelase luego que la gran mayoría de

los pies son masculinos, cuya producción en algarrobas sería así nula. Este inconveniente grave y posible puede evitarse sembrándose de asiento, o en cualquier envase varios ejemplares en un mismo sitio (el trasplante a raíz desnuda le es perjudicial) procedentes de semillas de una misma planta en la que está más repartida la sexualidad, con la que se obtendría con seguridad un porcentaje del 50 % de plantas femeninas en cada sitio. Luego, al revelarse la sexualidad en la plantación, se van eliminando de los pequeños grupos los pies masculinos, dejando solamente alrededor de un 10 %, bien distribuidos, suficientes



Ramas de algarrobo con fruta verde

para la fecundación de toda la plantación, debido a que sus flores son muy frecuentadas por los insectos distribuidores de pólen.

Si se ha efectuado la plantación en pequeños grupos, los clareos se ejecutarán en las plantas adultas en las que se haya manifestado la sexualidad y se haya generalizado la producción, suprimiendo la mayor parte de los pies masculinos hasta asegurar una gran mayoría femenina en la plantación. Este sistema de plantación asegura, además, la autodefensa del vegetal en su primera edad, mantiene el suelo cubierto y garantiza la cons-

tancia en la producción. Los clareos sucesivos seguirán manteniendo este estado de protección, a la vez que irán proporcionando espacio suficiente a los algarrobos, caracterizados, como ya hemos dicho, por su frondosidad.

En el Uruguay hemos observado que el algarrobo se caracteriza por la constancia en su producción, que en ejemplares de 15 a 20 años, oscila entre 12 a 15 kilogramos por árbol, con una densidad de 400 pies femeninos por hectárea.

Es un árbol de grandes raíces, muy profundas. Por consiguiente, es un árbol autónomo, poco sensible, entonces, a las variantes del clima.

La semilla del algarrobo se caracteriza por conservar durante mucho tiempo su poder germinativo. Por consiguiente, la multiplicación del *Ceratonia Siliqua* de las variedades más recomendables en otros países, se vería facilitada, puesto que su importación puede hacerse sin tomar precaución alguna, como es el caso en otras semillas, y sin que la diferencia de estaciones, por otra parte, pueda constituir obstáculo alguno.

El fruto del algarrobo es una vaina indehisciente de forma más o menos lanceolada, de color verde claro antes de su madurez y luego marrón oscuro.

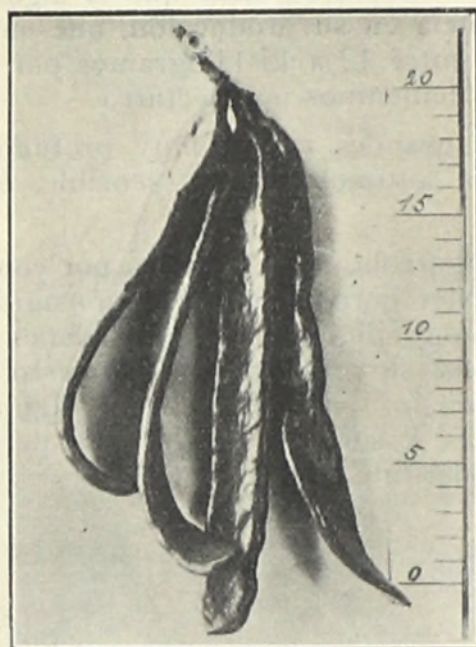
El promedio de longitud de los frutos cosechados en el Campo Experimental de la Facultad de Agronomía es de 20 cm. siendo de 10 cm. y 25 cm., respectivamente, la longitud mínima y máxima de las mismas. El promedio de su ancho ha sido de 4 cm. siendo de 2 cm. y 6 cm., respectivamente, su ancho mínimo y máximo. El espesor de las vainas oscila entre 5 a 10 milímetros.

El promedio de peso de las vainas cosechadas ha sido de 13 gramos, conteniendo de 6 a 7 semillas por fruto, con un peso promedio de 163 miligramos por semilla.

El epicarpio del fruto es coriáceo; el mesocarpio es carnoso y el endocarpio, que es leñoso, forma las celdas que contienen la semilla (una en cada celda).

El mesocarpio es rico en sacarosa. Su contenido oscila entre 20 y 25 % de sacarosa, llegando, a veces, hasta 29-34 % y 10 a 20 % de azúcar reductor que se halla en proporción inversa a la de la sacarosa.

Conviene destacar que el análisis de algarrobas viejas da porcentajes muy bajos en sacarosa debido a que ha sido invertida, por acción de una diastasa.



Algarrobas cosechadas en Marzo de 1930

POTT da la siguiente composición de la fruta seca:

ELEMENTOS	%	PROMEDIO
Substancia seca	80.2 - 90.8	87.8 %
» azoada.	3.5 - 10.1	6.0 »
» grasa	0.3 - 3.1	1.4 »
Extractivos no azoados . .	64.4 - 73.3	70.7 »
Celulosa bruta	3.9 - 11.8	7.5 »
Cenizas		2.2 »

GOUIN cita los siguientes análisis de MUNTZ y GIRARD de la fruta entera:

ELEMENTOS	I	II
Agua	16.30 %	11.40 %
Materias azoadas	4.31 »	7.50 »
» grasas	0.54 »	0.95 »
Sacarosa	30.10 »	
Glucosa	14.55	66.33 »
Materias hidrocarbonadas .	32.10	
» minerales	2.20 »	13.82 »

DEJONGHE ha obtenido los siguientes resultados:

I

Agua	% 16.70
Sacarosa	» 24.65
Glucosa	» 8.85
Materias albuminoideas, extrac-	
tibles, celulosa, grasa	» 31.29

I

Agua	% 23.80
Sacarosa y glucosa	» 40.00
Subs. albuminoideas	» 5.21
Acido tanico	» 1.82
Acido butirico	» 1.30
Materias colorantes, etc.	» 1.10
Celulosa	» 5.00
Grasa	» 0.55
Extractivo no azoadado (gomas, etc.)	» 20.02
Cenizas	» 2.30

El análisis del fruto entero-pulpa y semilla-cosechado en el Campo Experimental de la Facultad de Agronomía, nos ha dado los siguientes resultados:

ELEMENTOS	Muestra 1	Muestra 2	PROMEDIO
	%	%	%
Agua	31.48	31.05	31.26
Substancia seca	68.52	68.95	68.74
Cenizas	2.59	2.49	2.54
Substancia orgánica total . . .	65.93	66.46	66.20
Proteína	5.23	5.42	5.32
Grasa	0.49	0.32	0.40
Celulosa bruta	5.04	4.61	4.82
Celulosa pura	4.87	4.46	4.66
Substancia reductora total . . .	31.25	30.46	30.85
Almidón, etc.	24.09	25.80	24.95

Los análisis que subsiguen practicados por BALLAND (1 al 7) 1 por BOLHEA (8) corresponden al fruto despojado de su semilla.

ANALISTA	BALLAND (1904)							BOTHEA (1922)	
	CHIPRE I	CANDIA		GRECIA IV	MESSINA V	PORTUGAL VI	ALGERIA VII		?
		II	III						
ORIGEN DE LA ALGARROBA								VIII	
Agua	9.2 %	11.0 %	12.0 %	10.8 %	12.3 %	11.8 %	12.5 %	12-19.5 %	
Substancia azoada	6.02	5.6	5.74	6.86	6.3	5.7	2.1	3-4.35	
Grasa	0.55	0.4	0.35	0.5	0.6	0.5	0.4	0.25-0.42	
Azucar reductor	21.74	28.57	8.2	29.4	27.1	15.7	31.25	8.5-11	
Sacarosa.	21.36	14.53	26.04	10.28	12.7	21.0		29.4-34.6	
Almidon y otras substancias extractivas	28.43	29.7	37.7	30.7	26.9	34.1	42.05	24.6-30.7	
Celulosa.	10.5	8.1	7.85	9.5	11.8	9.2	9.4	4.8-7.8	
Ceniza	2.2	2.1	2.0	1.96	2.2	2.0	2.2	2.5-4.1	
P ² 05.	0.24	0.18	0.24			0.16			

Los resultados obtenidos en el análisis de los frutos del Campo Experimental, sin las semillas, son los siguientes:

ELEMENTOS	Muestra 1	Muestra 2	Muestra 3	Promedio
	%	%	%	%
Agua.	22.91	22.16	23.94	23.00
Substancia seca	77.09	77.84	76.06	77.00
Cenizas	2.14	2.12	2.13	2.13
Substancia orgánica total . . .	74.95	75.72	73.93	74.87
Proteína.	4.21	4.21	4.65	4.36
Grasa	0.48	0.31	0.42	0.40
Celulosa bruta.	5.62	5.91	5.55	5.69
Celulosa pura	5.46	5.72	5.37	5.51
Substancia reductora total . .	34.00	35.2	31.9	33.70
Almidón, etc.	30.80	30.28	31.58	30.69

Las semillas del algarrobo son de forma ovalada, achatadas; su perisperma es duro y de color rojo oscuro; el endosperma es blanquecino.

Según BALLAND la composición de la albúmina (endosperma) de la semilla es la siguiente:

ELEMENTOS	I	II	Promedio
	%	%	%
Agua.	13.00	10.7	11.53
Substancias azoadas	14.5	15.4	14.95
Grasas	1.25	1.9	1.57
Sacarosa	0	0	
Almidón e hidratos de carbono	61.4	62.4	61.9
Celulosa.	6.86	6.5	6.68
Cenizas	3.0	3.1	3.05

La semillas de los frutos del Campo Experimental dieron en el análisis la siguiente composición:

ELEMENTOS	Muestra 1	Muestra 2	Muestra 3	Promedio
	o/o	o/o	o/o	o/o
Agua	16.63	16.58	16.65	16.62
Substancia seca	83.37	83.42	83.35	83.38
Cenizas	2.71	2.79	2.66	2.72
Substancia organica total . .	80.66	80.63	80.69	80.56
Proteína	17.22	18.18	17.86	17.75
Grasa	1.33	1.40	1.37	1.36
Celulosa bruta	6.34	6.55	6.21	6.36
Celulosa pura	6.16	6.35	6.05	6.19
Substancia reductora total . .	34.2	33.1	32.8	33.36
Almidon, etc.	21.75	21.60	22.61	21.98

Las semillas del fruto representan alrededor del 10 % de su peso total.

Del perisperma se extrae una substancia colorante, empleada en el teñido de sedas y lanas, de color rosado. Del endosperma se extrae una substancia mucilagínosa empleada en curtiembre, denominada "Tragosol"

POTT establece que las algarrobas son comidas con avidez por el ganado y que son relativamente de fácil digestión. WEISKE les atribuye la siguiente digestibilidad a sus componentes.

Substancia azoada . . .	67.7 o/o
» grasa . . .	53.5 »
Extractivos no azoados .	95.4 »

Conclusiones

1.^a — El cultivo del algarrobo es adaptable en el suelo y clima del Uruguay, especialmente en las laderas nortes de las sierras abrigadas en la zona Este, hasta donde llega la influencia del mar en su acción reguladora, y en las sierras del norte del país (zona nacional de la naranja).

2.^a — La composición química de las algarrobas cosechadas en el Uruguay no difiere sensiblemente de la composición del fruto cosechado en su área forestal natural.

Bibliografía

- 1) L'Agricoltura Coloniale — Anno XXIII N.^o 1. — Istituto Agricolo Coloniale — Italiano. Firenze.
- 2) L'Industria Saccarifera Italiana — Año XXI — N.^o 10.
- 3) E POTT — Manuale Dell'Alimentazione del Bestiame, 1909.
- 4) R. GOUIN — Alimentación racional de los animales domésticos.
- 5) Les produits Coloniaux et le materiel Colonial N.^o 52 — Marsella.