

# CARACTERISTICAS FISICAS, QUIMICAS Y ORGANOLEPTICAS DEL ALMIDON DE "ACHIRA"

(*CANNA EDULIS KER* var.)

Por RAFAEL MORALES RODRIGUEZ

## RESUMEN

En el Departamento del Huila, República de Colombia, se produce un almidón llamado "achira", extraído del rizoma de la *Canna edulis*. En este estudio se describe, en forma general, la botánica y agronomía de las dos variedades encontradas en dicha región. Se encontró que el almidón de "achira" tiene un alto contenido de amilosa y se comprobó este hecho con pruebas de viscosidad, cocimiento, estabilidad y formación de geles firmes y transparentes a bajas concentraciones. Se comprobó que el tamaño del gránulo del almidón de "achira" es el más grande conocido (64 micrones, valor promedio) lo cual, junto con su apariencia a la luz polarizada, lo diferencia fácilmente de los demás. Se encontró que este almidón produce, aun lavado intensamente, un sabor característico cuando, en presencia de cuajada de leche, se hornea por encima de su temperatura de pirólisis. Este sabor, que no es producido por otros almidones en condiciones similares, se atribuye a la adsorción de impurezas dentro de la configuración helicoidal de la fracción lineal, en la cual es rico este almidón.

## INTRODUCCION

En el Departamento del Huila, República de Colombia, se elabora un bizcocho llamado de "achira", cuyo componente principal es un almidón extraído del rizoma de una *Canna*.

Una investigación preliminar demostró que existía poco conocimiento sobre la botánica y agronomía de esta planta y sobre las propiedades de su almidón.

El objeto de este trabajo es contribuir con una información general sobre la parte botánica y agronomía de la *Canna edulis*, de donde se extrae el almidón de "achira", y el de estudiar las propiedades físicas, químicas y organolépticas de este almidón.

El autor expresa sus agradecimientos al Profesor Jesús Idrobo, de la Facultad de Ciencias Naturales de esta Universidad, que fue el iniciador de este estudio; al químico Alvaro Iregui Borda, quien colaboró en forma decisiva para la culminación de este trabajo; a don Oliverio Lara Borrero, quien suministró informaciones sobre la zo-

na y cultivos de "achira" en el Departamento del Huila; al ingeniero agrónomo Esteban Rico, quien colaboró en la parte inicial del estudio agronómico; al químico Félix Moncada, del Instituto de Investigaciones Tecnológicas, quien contribuyó al estudio de las propiedades físicas del almidón; al profesor Mario Ospina, quien aportó las fotografías de los almidones estudiados; al Instituto de Investigaciones Tecnológicas por facilitar varios equipos utilizados en este estudio; al doctor Ignacio Fernández, Gerente de la Cervecería Bavaria, S. A., en Neiva, quien facilitó los medios para viajar a la zona estudiada y suministró las muestras necesarias, y muy especialmente, a la compañía Bavaria, S. A., que patrocinó esta tesis y facilitó los laboratorios para su realización.

## BOTANICA DE LAS CANNACEAS

### 1 — Localización del Género *Canna*.

#### a) Origen del Género *Canna* en Sur América.

El origen está localizado muy seguramente entre Colombia y el Perú (3). En este último país, por ejemplo, se encuentra evidencia precolombina de estos rizomas, en los llamados ceramios o huacos, lo cual no deja duda de que esta planta fue muy familiar entre los Incas (2).

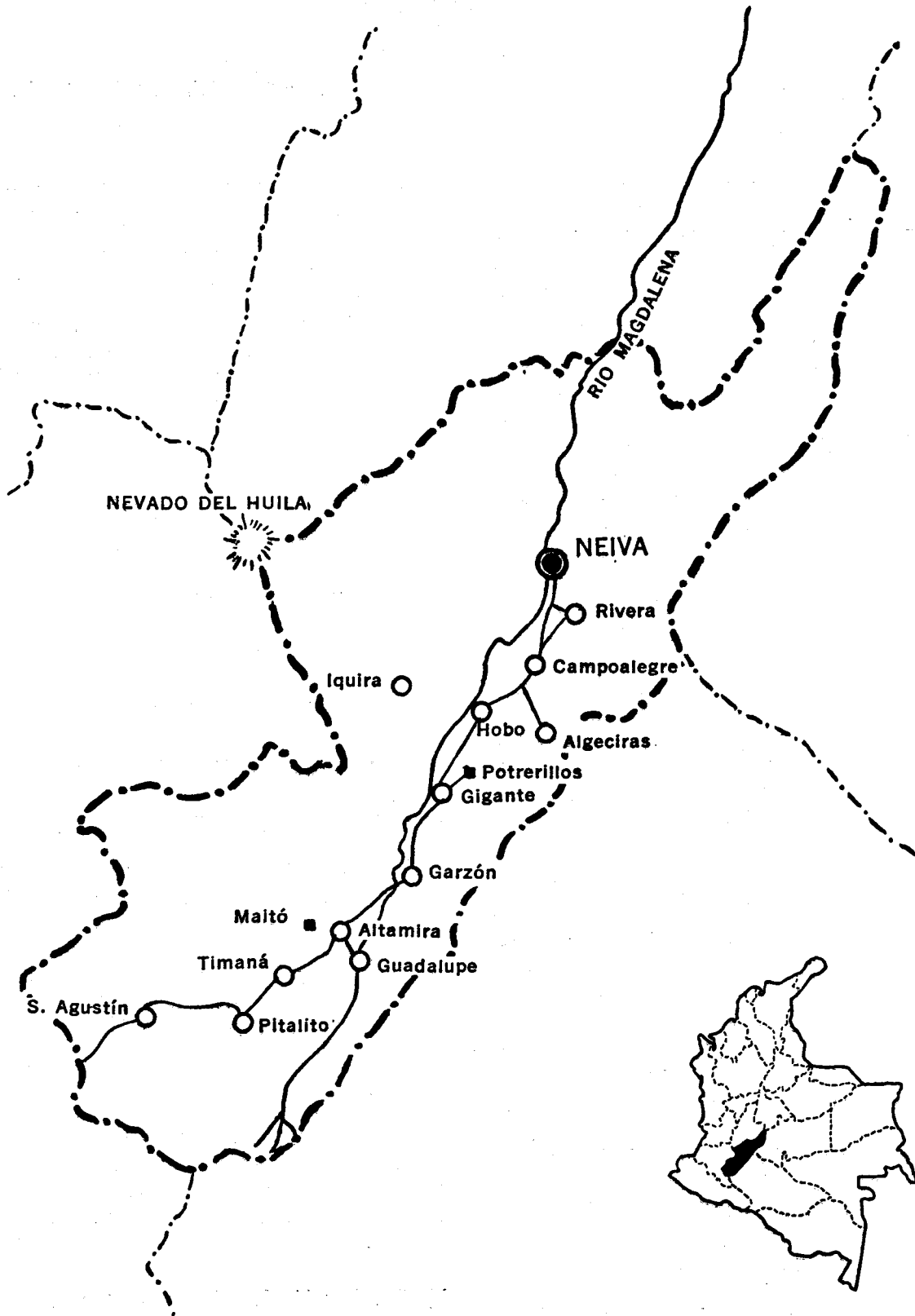
En las fotografías números 1 y 2 se puede observar el sorprendente parecido entre los ceramios incaicos y los rizomas de la *Canna edulis Ker* coleccionados por el autor en el Departamento del Huila. La fotografía numero 1 pertenece a la colección de la doctora Juana Infantes, catedrática de Botánica de la Universidad de San Marcos, en la ciudad de Lima, gracias a cuya gentileza se reproduce

#### b) Localización de cultivos de *Canna* en el mundo.

La *Canna edulis* se encuentra cultivada en los pisos térmicos cálidos y templados del trópico del nuevo mundo. De acuerdo con la literatura esta especie se conoce en México, Centro América, Venezuela, Colombia, Ecuador, Perú, Bolivia, Brasil y Argentina (4, 5, 6, 7, 8, 9).

# ZONAS ACTUALES DE CULTIVO DE ACHIRA

(CANNA EDULIS)



También se cultiva en Australia, donde se extrae de sus rizomas el almidón conocido como "Queensland Arrow-root", el cual es diferente al "Arrowroot" corriente que proviene de una marantácea (8, 10).

c) *Localización de cultivos en Colombia.*

Se encuentran en pisos térmicos cálidos y templados, pero los mejores cultivos están en el piso térmico templado del Departamento del Huila, en las zonas citadas más adelante y en las de Quetame y Guayabetal en el Departamento de Cundinamarca, donde se conoce como "Sagú".

También se cultiva en el sur de Colombia (límites con el Ecuador), y en la región amazónica. Los indios Inganos (Valle del Sibundoy) y los Cofanes en el Putumayo, entre Colombia y el Ecuador, comen los rizomas asados (11).

d) *Zonas de cultivo en el Departamento del Huila.*

El cultivo de la "achira" en el Departamento del Huila se encuentra localizado en las cercanías de los municipios de Algeciras, Gigante, Íquira, Rivera y Timaná (Mapa 1). Se escogió como zona de observación el municipio de Gigante, localidad de Potrerillos, vereda de Guadalupe, localizada a 20 kilómetros del municipio y conocida en la región como la más apropiada para el cultivo de "achira".

2 — *Varietades de *Canna edulis* encontradas.*

En las zonas visitadas se encontraron 2 cultivos \* o clones cuyos nombres, "natagueña" y "bugueña", posiblemente indiquen su procedencia, (fotografías números 3 y 4).

Estos dos clones cultivados en la región se pueden distinguir fácilmente y producen un almidón de características similares; el más cultivado es el llamado "bugueña". El clon "natagueña" se encuentra esporádicamente.

Los especímenes de las variedades encontradas se entregaron para su clasificación al Herbario Nacional Colombiano (COL), de la Facultad de Ciencias de la Universidad Nacional (11), donde figuran así: COL-96554 (bugueña) y COL-96553 (natagueña).

La descripción de las variedades encontradas en el Huila coincide con la de la especie *Canna edulis* Ker (9), dentro de la cual está clasificada la *Canna* que produce el almidón "Queensland Arrow-root", obtenido comercialmente en Australia.

\* *Cultivar*: Una variedad o raza que se ha originado y persistido bajo cultivo pero no es necesariamente una especie. (Correll, 1962: The potato and its wild relatives).

1. *Epoca de la siembra.*

La época de la siembra es en el mes de octubre, tiempo por lo regular de lluvias. Para la propagación del cultivo se entierran los rizomas (fotografía número 6) a 15 cm. de profundidad, cada 80 centímetros entre planta y planta. A las dos semanas brotan los renuevos y a los dos meses ya hay hojas adultas.

Se necesitan las lluvias de los meses de octubre y noviembre durante el período de crecimiento y las lluvias de abril para el engrosamiento del tallo y su completo desarrollo.

Los cultivadores solamente deshieran el terreno antes de la siembra y posteriormente no hacen limpieza alguna. La "achira" sembrada en forma intercalada en el terreno y a un mismo tiempo con el café, permite obtener dos cosechas de rizomas, antes de que éste comience a dar fruto.

Es práctica de los cultivadores rotar cultivos de yuca con cultivos de "achira" con el objeto, según ellos, de obtener mayor rendimiento.

2. *Epoca de la cosecha.*

Después de obtener la planta su desarrollo completo es necesario el sol para su maduración. A los 10 meses de sembrada, o sea en el mes de agosto del año siguiente, las hojas se marchitan y se inclinan, signo de que la planta ya está madura.

En este período es cuando se deben arrancar los rizomas, pues de lo contrario nuevas plantas germinan a expensas de los brotes suministrados por los rizomas terminales (fotografía número 6).

Durante la visita a la vereda de Guadalupe, en julio de 1963, se observaron plantas cercanas a la época de cosecha, como la que se ve en la fotografía número 3. Nótese el ataque de insectos en las hojas.

3. *Extensión de los cultivos.*

La zona se caracteriza por pequeñas propiedades en la mayoría de las cuales hay media hectárea en cultivo de "achira" (fotografía número 5). Los cultivadores informaron que casi todas las fincas comprendidas entre la vereda de Guadalupe y las veredas pertenecientes a los municipios de Algeciras y Rivera, dedican terrenos de la misma extensión al cultivo de la "achira", lo cual indica que su extensión global es relativamente grande.

Se visitaron también las poblaciones de Altamira y Guadalupe y no se encontraron cultivos de "achira", pese a que en la primera ha sido tradicional la fabricación de bizcochos. En esta población utilizan almidón producido en Timaná.

En general, los cultivos de "achira" están disminuyendo en toda la zona debido al descenso del rendimiento obtenido, como consecuencia de la falta absoluta de asistencia técnica y utilización de fertilizantes.

#### 4. Rendimiento del cultivo.

En la finca La Trinidad, vereda Guadalupe, a 8 kilómetros de la localidad de Potrerillos en el municipio de Gigante, se produjeron 200 cargas de rizomas, de 125 kilos cada una, en una hectárea de terreno inclinado y proveniente de una siembra hecha a un metro entre planta. Estas cifras dan un rendimiento por hectárea de 25 toneladas, lo cual parece excesivo debido seguramente a la dificultad para apreciar la extensión del terreno.

No se obtuvieron otros datos de rendimiento.

#### 5. Proceso de extracción.

El proceso de extracción en las zonas visitadas del departamento del Huila es muy rudimentario y similar al empleado para el almidón de yuca. Las fábricas están localizadas cerca a los cultivos, bajo enramadas que protegen los raspadores (fotografías números 7 y 8).

Para romper el rizoma se utilizan raspadores cilíndricos, contruidos con troncos de madera cubiertos con lámina galvanizada perforada y accionados manualmente (fotografía número 7). En algunas fábricas disponen de raspadores más eficientes, movidos por motor, como el que se observa en las fotografías números 9 y 10.

El producto obtenido del rallado se pasa por lienzo fino y se lava repetidas veces por decantación en ollas de barro. Finalmente se retira de las ollas la pasta de almidón purificado y se seca al sol. El producto se empaca en bolsas de azúcar usadas.

#### 6. Rendimiento.

Con los métodos rudimentarios descritos, se obtuvieron 20 cargas de almidón de "achira" a partir de 120 cargas de rizomas, en la finca La Trinidad ya citada. Cada carga pesaba, en ambos casos, 125 kilos.

De los datos anteriores resulta un rendimiento del 17% de almidón respecto al peso de los rizomas. De acuerdo con los cultivadores de la región, el rendimiento promedio es del 15%.

#### 7. Precios.

El producto se vende al intermediario por quintales o cargas.

El precio oscilaba entre \$ 200 y \$ 250 la carga de 125 kilos en julio de 1963.

El precio de venta al por menor en los almacenes de víveres era de \$ 1.30 la libra en la misma fecha.

#### CARACTERISTICAS FISICAS ESTUDIADAS DEL ALMIDON DE "ACHIRA"

Dentro de las propiedades físicas del almidón son importantes para su caracterización el comportamiento de sus soles o pastas a diferentes temperaturas y concentraciones, el tamaño y distribución de sus gránulos y su apariencia al mi-

croscopio, con luz normal y polarizada. Las dos primeras ayudan a determinar su posible utilización en la industria.

#### 1 — Viscosidad, estabilidad y gelificación de soles de cuatro almidones.

##### a) Ensayos con el amilógrafo Brabender.

Cuando una solución acuosa de almidón se calienta, sus gránulos se hinchan y producen una solución viscosa, más o menos estable al calentamiento, y que al enfriarse puede o no producir geles de diferente grado de firmeza y estabilidad.

El amilógrafo Brabender es un aparato que permite registrar los cambios de viscosidad de una suspensión de almidón, calentada lentamente con agitación, sometida a una temperatura elevada por un lapso de tiempo determinado y, por último, enfriada lentamente. Este tratamiento permite valorar la temperatura de gelatinización, la viscosidad máxima alcanzada, la estabilidad del almidón en solución y su tendencia a formar geles cuando se enfría.

Las curvas obtenidas se ilustran en el Gráfico Nº 1, del cual se tomaron las cifras relativas que se presentan en la Tabla número 1.

El procedimiento seguido para la elaboración de esta tabla es una modificación del propuesto por Smith (44), que permite expresar en cifras las propiedades de gelatinización, facilidad al cocimiento, estabilidad y gelificación, del almidón en solución.

El almidón de "achira" tiene una temperatura de gelatinización de 65°C, la cual es relativamente más alta que los de papa y yuca, pero inferior a la del almidón de maíz.

Es notable la dificultad para el cocimiento del almidón de "achira" si se la compara con las de la papa, yuca y maíz, pese a que este último tiene una temperatura de gelatinización mayor.

Contrasta la estabilidad de los soles de "achira" y maíz con la inestabilidad de los de yuca y papa, siendo este último el más inestable. Esta propiedad se refiere al período de calentamiento a 87°C, explicado en la Tabla 1.

Igualmente es notoria la tendencia a la gelificación de los almidones de maíz y "achira", mientras es casi nula la de yuca y papa.

Debe tenerse en cuenta, para analizar los resultados anteriores, que la concentración de los diferentes almidones no es la misma, debido a la necesidad de escoger una concentración que quede comprendida dentro de los límites del gráfico. Sin embargo, el sol de almidón de "achira", sometido a calentamiento prolongado o a enfriamiento, tiene una viscosidad superior a los demás almidones, inclusive el de maíz, pese a estar 2% por debajo de la concentración de este último.

Todos los resultados anteriores están de acuerdo con el contenido de amilosa de los cuatro almidones, determinado en el Capítulo siguiente por su afinidad de yodo. En la Tabla número 4 de di-

cho Capítulo, se puede observar que el contenido de amilosa, deducido del valor de afinidad de yodo, tiene el más alto valor en el almidón de "achira", luego en el de maíz y los de menor contenido son los de papa y yuca, en su orden.

b) *Viscosidad y gelificación a diferentes concentraciones.*

Con el fin de relacionar la concentración con el aspecto de los soles y su gelificación, se prepa-

raron soluciones de almidones de "achira", maíz, papa y yuca, calentando la suspensión del almidón lentamente hasta 91°C, con agitación, hasta que se comprobó al microscopio la ruptura completa de los gránulos. Estas soluciones se dejaron enfriar a temperatura ambiente para observar su aspecto y su consistencia de sol o gel y determinar su viscosidad absoluta en un viscosímetro-Hoeppler, a 20°C.

En la Tabla número 2 y en la gráfica número 2 se presentan los resultados obtenidos.

T A B L A N° 1

INTERPRETACION DE LAS CURVAS DE VISCOSIDAD BRABENDER EN CIFRAS RELATIVAS

Calentamiento: 1.5°C/minuto.

Lapso de calentamiento a 87°C: 16 minutos.

ALMIDON	Concentración base seca. %	Mg Minutos	Vm U. B.	Mm Minutos	Vr U. B.	Ve U. B.	Temperatura inicial de gelatinización	Facilidad de cocimiento Mm - Mg	Inestabilidad del sol. Vm - Vr U. B.	Indice de gelificación. Ve - Vr U. B.
							°C. Tg.			
"Achira" . . . . .	5.0	10	900	39.6	900	1.020	65.0	29.6	0	120
Maíz . . . . .	7.0	13	450	24.6	430	900	69.5	11.6	20	470
Papa . . . . .	2.5	3.3	980	12.6	340	340	55.0	9.3	640	0
Yuca . . . . .	5.5	6.6	410	10	280	295	60.0	4.4	130	15

Tg : Temperatura a la cual comienza un brusco ascenso en la viscosidad.

Mg : Minutos en los que se alcanza la temperatura Tg.

Vm : Viscosidad máxima durante el calentamiento.

Mm : Minutos en los que se alcanza la viscosidad máxima Vm.

Vr : Viscosidad después de 16 minutos a 87°C.

Ve : Viscosidad al enfriar a 50°C.

Se observa que los soles de almidón de papa y "achira" son transparentes, especialmente el de papa, mientras que los de maíz y yuca son turbios, lo cual guarda relación con el tamaño de los gránulos, determinado en la parte 2 de este Capítulo.

Al ir subiendo progresivamente la concentración, los almidones de papa y yuca no forman geles, mientras que el de "achira" forma un gel firme y transparente a una concentración de 3,5% y el de maíz un gel firme y turbio a 6%. Esta propiedad de formar o no geles está de acuerdo con la interpretación de las curvas de viscosidad Brabender y es debida a la proporción relativa de las fracciones amilosa y amilopectina de los almidones.

Las determinaciones de viscosidad absoluta se hicieron con el objeto de estudiar su variación relativa a medida que se aumenta la concentración y sus valores absolutos no pueden ser tomados sino como un índice, debido a que estos flúidos son no-newtonianos. Estas viscosidades no guardan relación con las encontradas en el amilógrafo Brabender, ya que la agitación durante la medida

y el tratamiento térmico utilizados en ambos métodos son muy diferentes. Sin embargo, se observa una baja viscosidad relativa en los soles de "achira" y maíz que repentinamente pasan a geles, sin permitir medidas posteriores de viscosidad.

En conclusión, se encontró que el almidón de "achira" produce soles de alta viscosidad a bajas concentraciones relativas, que requieren tiempos largos de cocimiento. Estos soles son muy estables al calentamiento prolongado, y de claridad comparable a los de papa. Al enfriarse producen geles firmes más transparentes que los de maíz a concentraciones notablemente más bajas.

2— *Tamaño de los gránulos de cuatro almidones y su apariencia microscópica.*

a) *Tamaño de los gránulos.*

El almidón aparece al microscopio compuesto de diminutas estructuras individuales llamadas "gránulos", cuyo tamaño y forma son características de cada variedad botánica.

T A B L A N º 2

RELACION ENTRE LA CONCENTRACION DE 4 ALMIDONES,  
SU VISCOSIDAD Y GELIFICACION

ALMIDON	Concentración % (base húmeda)	Aspectos en dos concentraciones	Características	Viscosidad en centipoises
"Achira"	1.0	} ligeramente turbio	sol	6
	2.0		sol	31
	3.0		sol-gel	680
	3.5		gel	
	5.0		gel	
	7.0		gel	
Maíz	1.0			2
	2.0	muy turbio	sol	
	2.5			6
	3.5	muy turbio	sol	
	4.5			540
	5.0		sol-gel	
	7.0		gel	
	8.0		gel	
Papa	1.0	} muy claro	sol	
	2.5		sol	605
	3.0		sol	1.164
	3.5		sol	1.947
	4.5		sol	
	5.5		sol	
Yuca	2.5	} turbio	sol	9
	3.5		sol	31
	5.5		sol	298
	7.5		sol	1.947
	9.0		sol	3.426

Se midieron los gránulos de almidones de "achira", maíz, papa y yuca en un microscopio con ocular micrométrico 15x y un objetivo 20x. Después de hacer una calibración por medio de un micrómetro reticular, se midió el eje longitudinal de 10 gránulos tomados al azar, en 8 campos para el almidón de "achira" y en cuatro para los restantes. Los resultados se presentan en la Tabla N º 3.

El valor de 63.6 micrones para el eje longitudinal del almidón de "achira" coincide con el valor encontrado por Radley (45) para la *Canna edulis Ker* y confirma que es el almidón de gránulo más grande conocido.

Se observa una dispersión relativa del tamaño similar en los gránulos de "achira" y papa (41 y 45%) y en menor grado en los de yuca y maíz (29 y 34.5%). La distribución de los gránulos en todos los almidones no sigue la forma normal de la curva de Gauss sino que tiene un área mayor en la zona por encima del valor promedio.

El gránulo grande del almidón de "achira" lo hace útil en aquellos usos específicos en los que se aprovecha esta característica física y sobre los cuales no tenemos información.

T A B L A N º 3

TAMAÑO DE LOS GRANULOS ENCONTRADOS  
PARA 4 ALMIDONES

	Micrones			
	"Achira"	Maíz	Papa	Yuca
Nº de campos observados..	8	4	4	4
Nº de lecturas por campo.	10	10	10	10
Lecturas totales . . . . .	80	40	40	40
Promedio . . . . .	63.6	16.5	39.7	17.8
Desviación Standard . . . . .	26	5.7	18	5.2
Error Standard. . . . .	2.8	0.8	2.8	0.9
Desviación Standard expresada en % del promedio.	41%	34.5%	45.5%	29%
Distribución de los tamaños en 40 lecturas:				
0 - 10	0	0	0	0
10 - 15	0	11	1	9
15 - 20	0	13 P	2	12 P
20 - 25	0	11	4	11
25 - 30	0	4	4	7
30 - 35	1	1	5	1
35 - 40	0	0	4 P	0
40 - 45	4	0	4	0
45 - 50	3	0	2	0
50 - 55	4		3	
55 - 60	4		3	
60 - 65	6 P		1	
65 - 70	3		3	
70 - 75	3		2	
75 - 80	2		1	
80 - 85	2		1	
85 - 90	1		0	
90 - 95	2			
95 - 100	0			
100 - 105	0			
105 - 110	2			
110 - 115	0			
115 - 120	1			
Mayor 120	2			

P = Frecuencia en donde está el promedio.

b) Observación a la luz normal y polarizada.

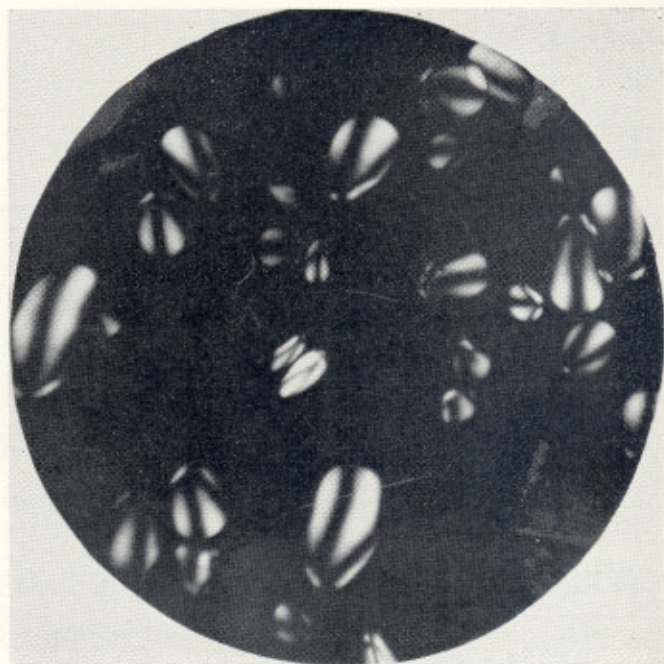
En las microfotografías números 11 a 14 se observan las características de los gránulos de almidón de "achira", papa, yuca y maíz, respectivamente. Estas características son útiles para identificar los almidones ya que, como puede observarse, cada almidón tiene diferencias que lo distinguen de los demás.

El tamaño del gránulo del almidón de "achira" lo diferencia fácilmente de los de la yuca y maíz, que además tienen el hilum en el centro del gránulo y la correspondiente cruz central a la luz polarizada.

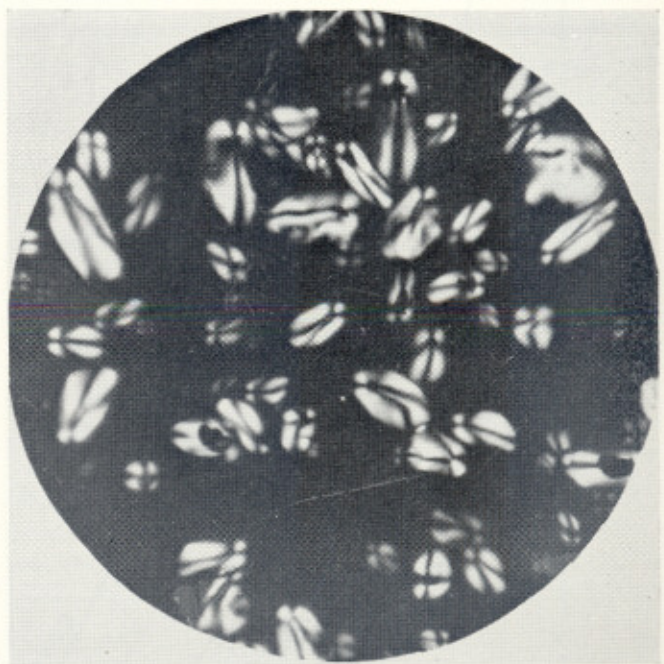
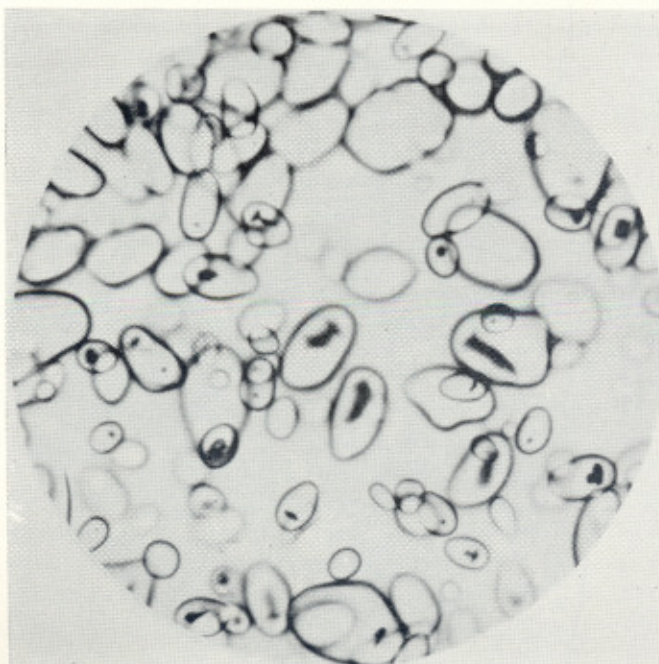
Los gránulos de los almidones de "achira" y papa son ovoidales y tienen ambos el hilum excéntrico pero más pronunciado y menos difuso en este último. A la luz polarizada ambos presentan una V, que es clara y bien delineada en el de "achira" e irregular y difusa en el de papa.

Debe tenerse en cuenta que las microfotografías presentadas no reproducen fielmente los detalles que se observan directamente y los cuales permiten en la práctica una identificación más fácil.

OBSERVACION DE GRANULOS DE 4 ALMIDONES A LA LUZ NORMAL Y POLARIZADA



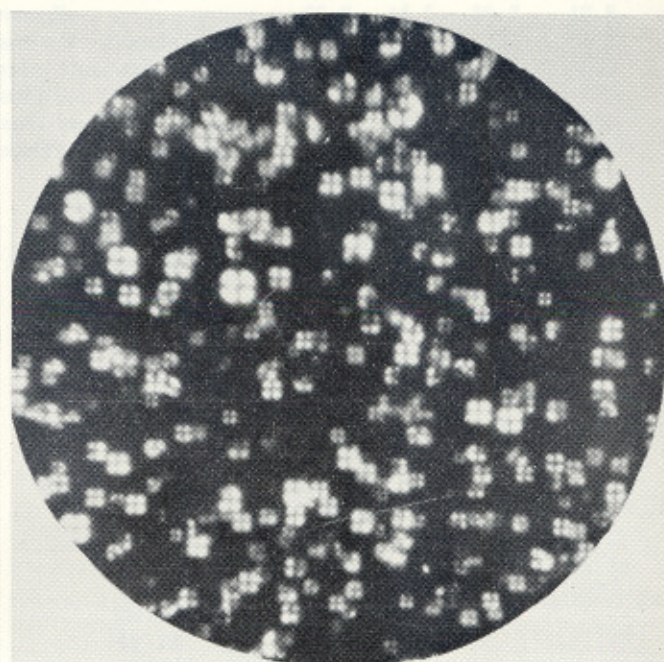
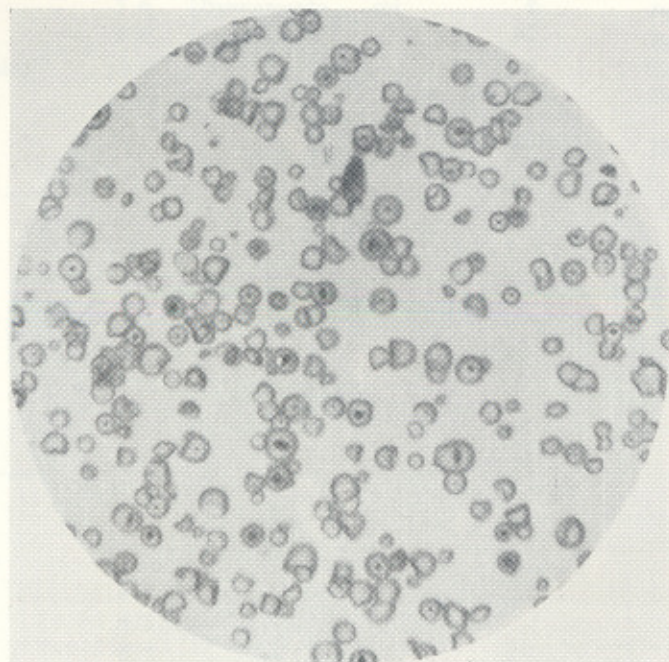
FOTOMICROGRAFÍA Nº 11: Gránulos de Almidón de "achira".



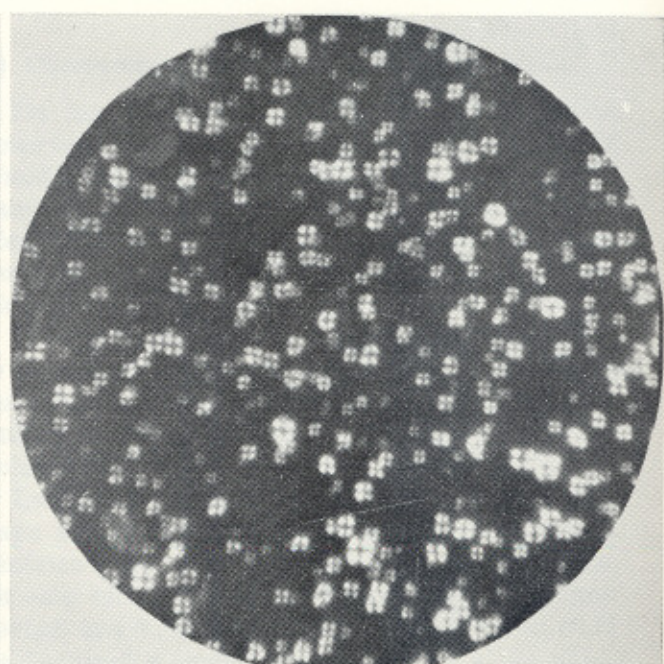
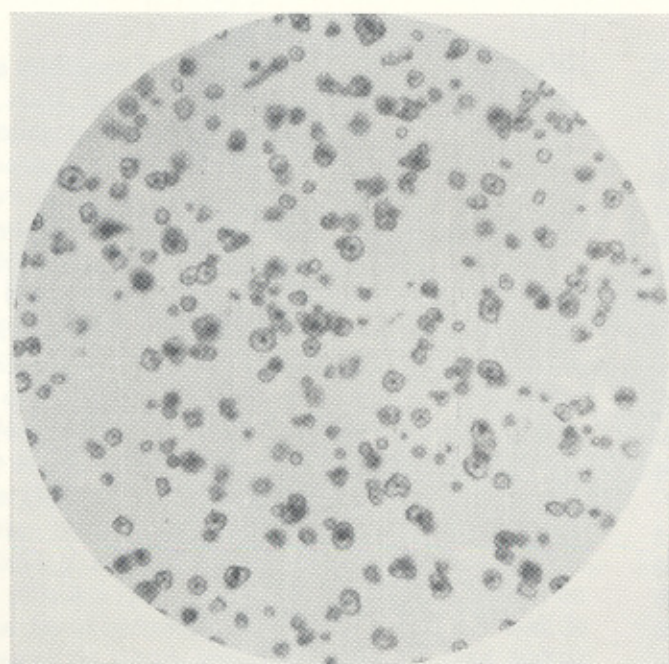
FOTOMICROGRAFÍA Nº 12: Gránulos de Almidón de papa.

OBSERVACION DE GRANULOS DE 4 ALMIDONES A LA LUZ NORMAL Y POLARIZADA

(Continuación)



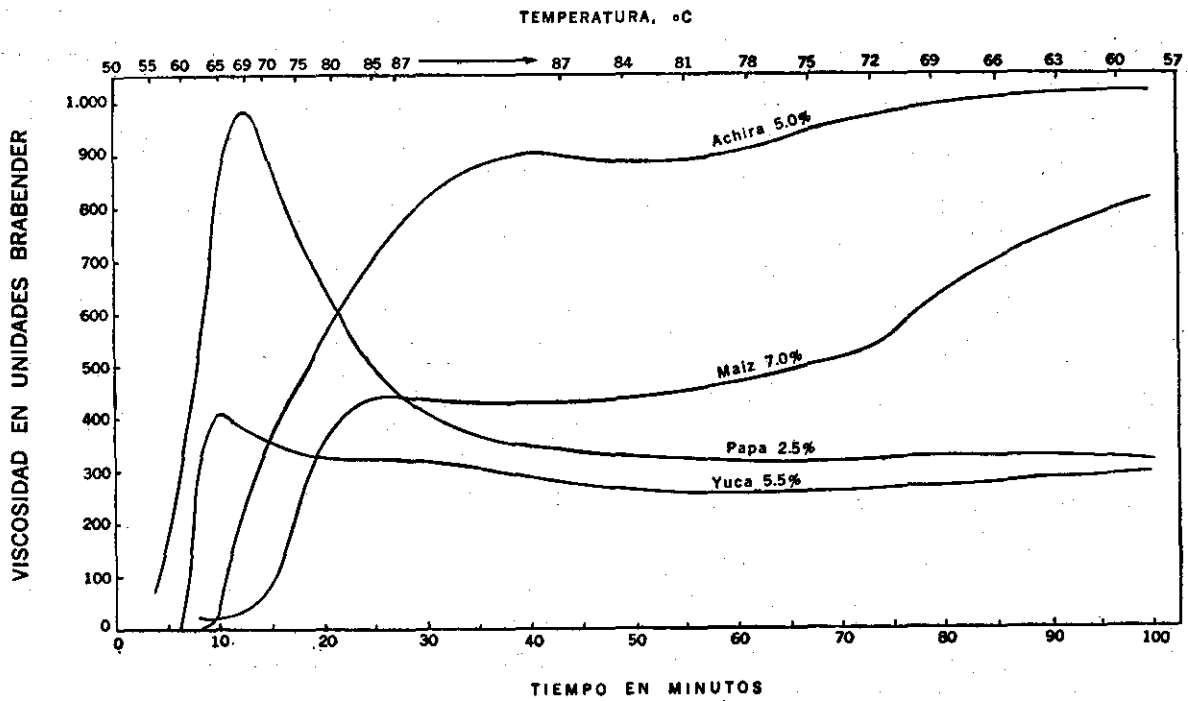
FOTOMICROGRAFÍA N° 13: Gránulos de Almidón de yuca.



FOTOMICROGRAFÍA N° 14: Gránulos de Almidón de maíz.

# CAMBIOS DE VISCOSIDAD BRABENDER DE CUATRO ALMIDONES A DIFERENTES TEMPERATURAS

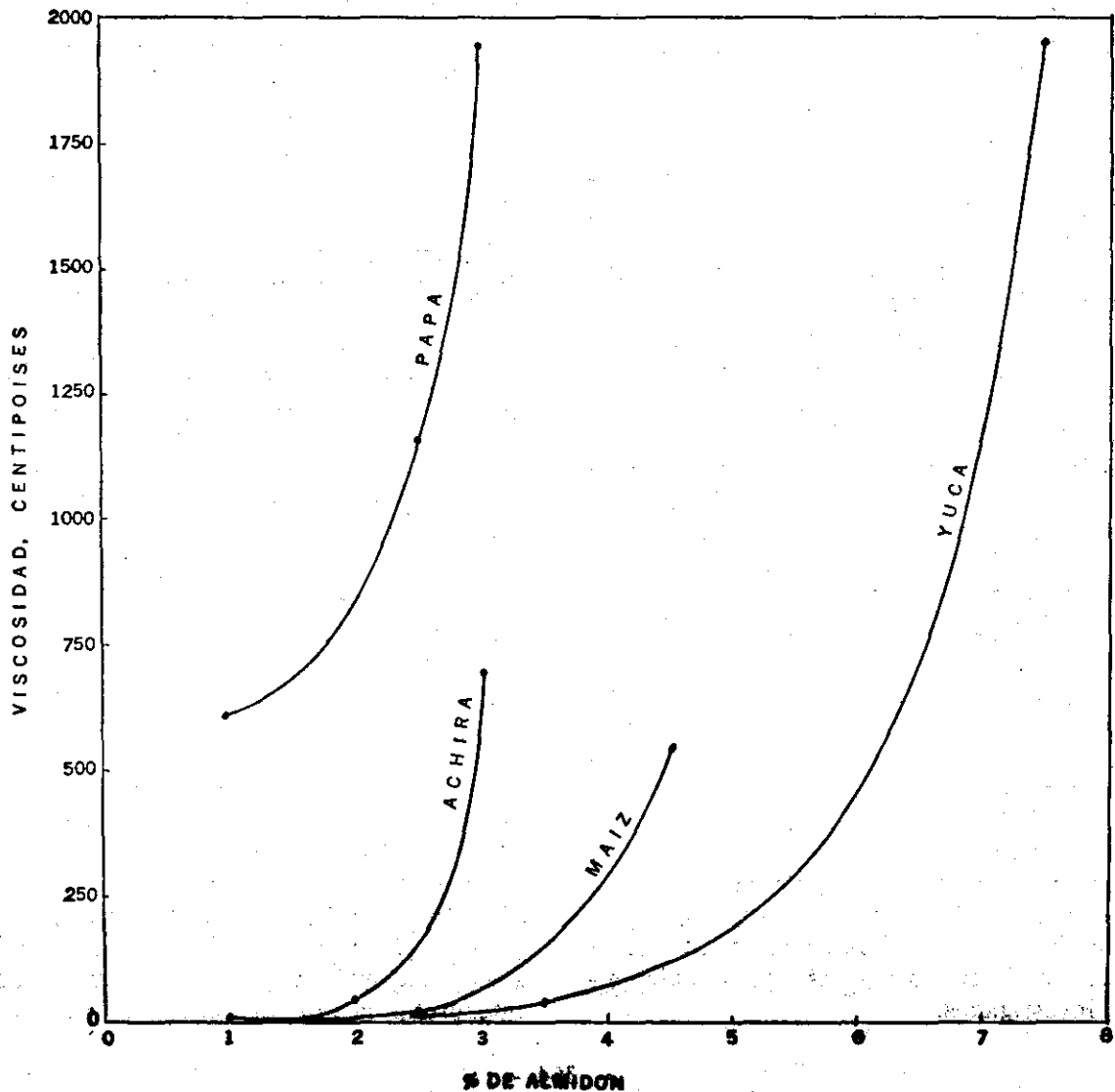
Gráfico No. 1



# VISCOSIDAD DE CUATRO ALMIDONES EN FUNCION DE LA CONCENTRACION

VISCOSIMETRO HOEPLER - TEMPERATURA 20°C

Gráfico No. 2



**CARACTERISTICAS QUIMICAS  
ESTUDIADAS DEL ALMIDON DE "ACHIRA"**

Se estudiaron tres características químicas del almidón de "achira" relacionadas con su constitución química, su comportamiento físico y su utilización en biscochería. En primer lugar se confirmó, por cromatografía, que la glucosa es el monosacárido elemental de este almidón. En segundo lugar se determinó su adsorción de yodo con el fin de evaluar su contenido de amilosa. Por último, se hicieron observaciones a diferentes temperaturas de calentamiento para determinar su temperatura de pirólisis. Todos estos ensayos se hicieron simultáneamente con almidones de yuca, maíz y papa.

**1—Determinación del monosacárido elemental.**

La glucosa es el monosacárido elemental de todos los almidones. Aun cuando desde el punto de vista teórico era de esperar que también lo fuera para el almidón de "achira", se confirmó experimentalmente por medio de cromatografía ascendente en papel.

Con el objeto de conocer los diferentes polisacáridos que se producen durante la degradación del almidón, se efectuó una hidrólisis ácida parcial. Se utilizaron almidones purificados de "achira", maíz, papa y yuca, todos los cuales se hidrolizaron hasta que la solución resultante daba una coloración pardo rojiza al yodo.

Estas soluciones, junto con mosto de cerveza enriquecido con una pentosa (1-arabinosa), se analizaron por medio de la técnica de cromatografía ascendente en papel de Green y Stone (26), aplicándolas por medio de un dispositivo Spinco-Beckman de banda, en vez de la técnica de gota utilizada por dichos autores.

En la fotografía número 15 se puede observar el cromatograma obtenido, en el cual el mosto de cerveza se utiliza como patrón, de acuerdo con su muy estudiada composición (26).

Pese a la defectuosa irrigación del solvente, el cromatograma muestra la presencia de 6 polisacáridos (maltoheptosa, maltohexosa, maltopentosa, maltotetrosa, maltotriosa y maltosa), una hexosa (glucosa) y trazas de otros dos monosacáridos en los hidrolizados parciales de todos los cuatro almidones.

En el lado izquierdo de la fotografía se alcanza a apreciar la mancha correspondiente a la 1-arabinosa del cromatograma duplicado hecho simultáneamente en el mismo papel. De manera que aun cuando el Rf de los distintos azúcares está desplazado verticalmente, debido a defecto en la irrigación del solvente, la presencia de este mismo desplazamiento en el cromatograma contiguo permite concluir que los 6 polisacáridos y el monosacárido elemental son los mismos en los cuatro almidones investigados.

**2—Evaluación de la fracción amilosa.**

La estructura de las dos fracciones que contiene el almidón y la proporción variable en que se encuentran explican muchas de sus propiedades físicas y químicas.

El análisis de la proporción de las dos fracciones, amilosa y amilopectina, lo desarrollaron Bates *et al.* (28) con base en la adsorción de yodo por el almidón y explicada por la hipótesis de Hanes (25) de que la amilosa, fracción lineal, tiene una configuración helicoidal que le permite acomodar yodo. En cambio, la amilopectina, fracción ramificada, no tiene esta configuración y en consecuencia su adsorción de yodo es muy baja. La técnica de Bates, modificada por Lansky y Schoch (29, 30), permite la determinación cuantitativa de la adsorción de yodo, la cual es un valor característico y diferente para cada tipo de almidón que permite conocer la proporción relativa de la fracción amilosa.

En la gráfica número 3 y en el cuadro número 4, se muestran y resumen los resultados obtenidos con almidón de "achira", papa, maíz y yuca.

TABLA Nº 4

AFINIDAD DE YODO DE CUATRO ALMIDONES

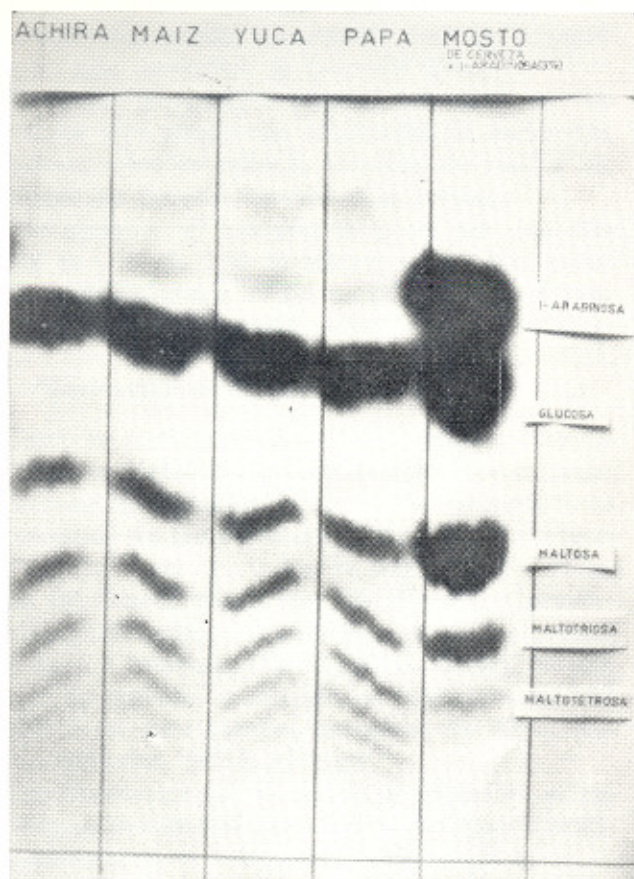
ALMIDON	% de humedad	Mg. de yodo adsorbidos por 100 mg. de almidón	% de afinidad de yodo (base seca)
"Achira"	13,5	6,10	7,05
Maíz	5,8	5,60	5,94
Papa	10,9	5,05	5,66
Yuca	8,2	4,35	4,73

De acuerdo con estos resultados el almidón de "achira" tiene el valor más alto de afinidad de yodo dentro de los almidones analizados (7,05%). Este alto valor de afinidad de yodo indica que su contenido de amilosa está entre los más altos presentes en almidones nativos, y puede catalogarse entre los de mayor contenido.

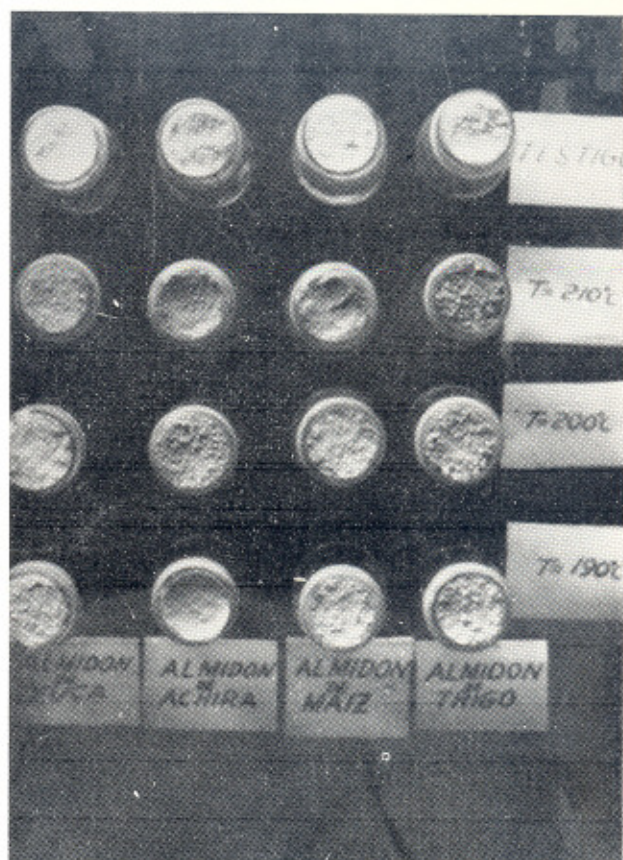
Uno de estos últimos, por ejemplo, el que se encuentra en los bulbos del lirio de Florencia (Easter lily) tiene una afinidad de yodo de 6,5% y un contenido de amilosa de 34%. Esta última cifra fue determinada por Kerr y Severson (32) con base en un patrón de amilosa cristalina extraída del maíz.

En este trabajo no se expresan los resultados como porcentaje de amilosa ya que, según Lansky *et al.* (29), no se ha clarificado la posible existencia de fracciones intermedias, lo cual constituye una dificultad para escoger el tipo de fracción lineal que deba usarse como patrón de referencia.

Sin embargo, el alto contenido de amilosa del almidón de "achira" está confirmado por la alta y muy estable viscosidad de sus soles calentados a alta temperatura (87°C), como ya se discutió al interpretar la gráfica número 1. Además, la for-



FOTOGRAFÍA N° 15: Cromatograma de soluciones parcialmente hidrolizadas de cuatro almidones y mosto de cerveza.



FOTOGRAFÍA N° 16: Observaciones de pirólisis de almidón de "achira", maíz, yuca y trigo.



FOTOGRAFÍA N° 17: Bizcochos de "achira" en su empaque tradicional.

mación de geles firmes a baja concentración de este almidón (tabla número 3) está de acuerdo con un alto contenido de fracción lineal.

Haciendo un análisis similar con cada uno de los otros tres almidones analizados se encuentra la misma relación entre la afinidad de yodo y las propiedades físicas mencionadas arriba.

Por ejemplo, el almidón de papa con una afinidad de yodo de 5,66 da soles poco estables a elevada temperatura y no forma geles firmes a concentraciones relativamente altas.

### 3 — Observaciones de pirólisis.

Como se verá más adelante, la temperatura de pirólisis es factor determinante del sabor característico del bizcocho de "achira". Por esta razón se determinó esta temperatura, tanto para el almidón de "achira" como para los de trigo, maíz y yuca.

Se fabricaron conos con los almidones previamente purificados, los cuales se secaron durante una hora a temperatura de 150°C. Luego, en una estufa de convección forzada, se calentaron de 150 a 220°C en incrementos sucesivos de 10°C, durante periodos de 15 minutos.

Las observaciones del grado de tostación se resumen en la tabla número 5 y se ilustran aproximadamente en la fotografía número 16.

Tomando como temperatura de descomposición el denominado como "pirólisis intensa", se observa que el almidón de trigo se descompone a 180°C, los de maíz y "achira" a 190 y el de yuca a 200°C.

La prueba organoléptica del almidón de "achira" no mostró el sabor característico del bizcocho a ninguna de las temperaturas ensayadas. Es decir, que el almidón en sí mismo, aún sujeto a pirólisis no produce este sabor, el cual, como más adelante se verá, solo se forma en presencia simultánea de cuajada de leche y almidón de "achira".

No se encontró ninguna correlación entre el tamaño de los gránulos o la afinidad de yodo y la temperatura de pirólisis de los cuatro almidones.

T A B L A N<sup>o</sup> 5

OBSERVACIONES SOBRE PIROLISIS DE 4 ALMIDONES  
A DIFERENTES TEMPERATURAS

Almidón	150°C	160°C	170°C	180°C	190°C	200°C	210°C	220°C
Yuca	0	0	1 +	2 +	2 +	3 +	3 +	5 +
"Achira"	0	0	1 +	2 +	3 +	3 +	4 +	5 +
Maíz	0	1 +	2 +	2 +	3 +	3 +	4 +	5 +
Trigo	1 +	1 +	2 +	3 +	3 +	4 +	4 +	5 +

0 = sin pirólisis.

1 + = primeros signos de pirólisis.

2 + = pirólisis algo pronunciada.

3 + = pirólisis intensa.

4 + = tostado pronunciado.

5 + = quemado.

## EL BIZCOCHO DE 'ACHIRA'

El desconocimiento de las propiedades físicas y químicas del almidón de "achira", estudiadas en el presente trabajo, explica por qué no ha sido utilizado hasta ahora sino en la fabricación de bizcochos.

El objeto de este capítulo es el de estudiar los aspectos generales de su fabricación para poder explicar su textura y sabor característicos, no encontrados en productos similares preparados con almidones corrientes.

### 1 — Su elaboración.

Se observó en el municipio de Altamira, Huila, que el bizcocho de "achira" o "calentano" se elabora con este almidón y cuajada de leche, además de cantidades menores de huevo, mantequilla y sal. La proporción de almidón a cuajada varía de 1:1 a 1:3, según la localidad, lo cual explica la ubicación de las fábricas en sitios que disponen de leche abundante y barata.

El horneo del bizcocho es una operación delicada que comprende dos etapas. En la primera la masa se somete durante corto tiempo a una temperatura muy elevada, cerca de 250°C, que produce una pirólisis más o menos intensa determinante del sabor y de su intensidad. En la segunda etapa se somete el bizcocho a una temperatura moderada hasta que se seca completamente y adquiere su textura característica. El producto final tiene una humedad muy baja y su conservación debe hacerse en empaques a prueba de humedad.

### 2 — Metodología seguida para las pruebas organolépticas.

Estas pruebas se hicieron con un grupo de catadores experimentados del Laboratorio de Investigaciones de la Cervecería Bavaria, S. A. Se pidió a los catadores anotar especialmente sus observaciones sobre textura, sabor y su intensidad, calificando de acuerdo con estas observaciones de 0 a 5.

El objetivo de todas las pruebas realizadas fue el de encontrar diferencias notables que permitieran su análisis estadístico y evitaran un número considerable de pruebas por fuera de las posibilidades de este estudio.

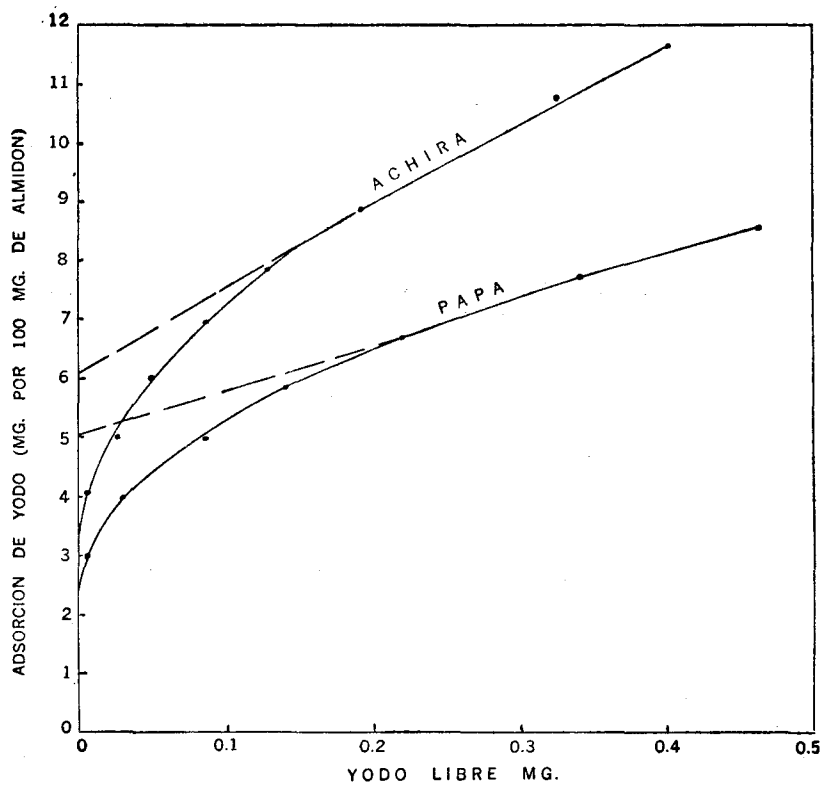
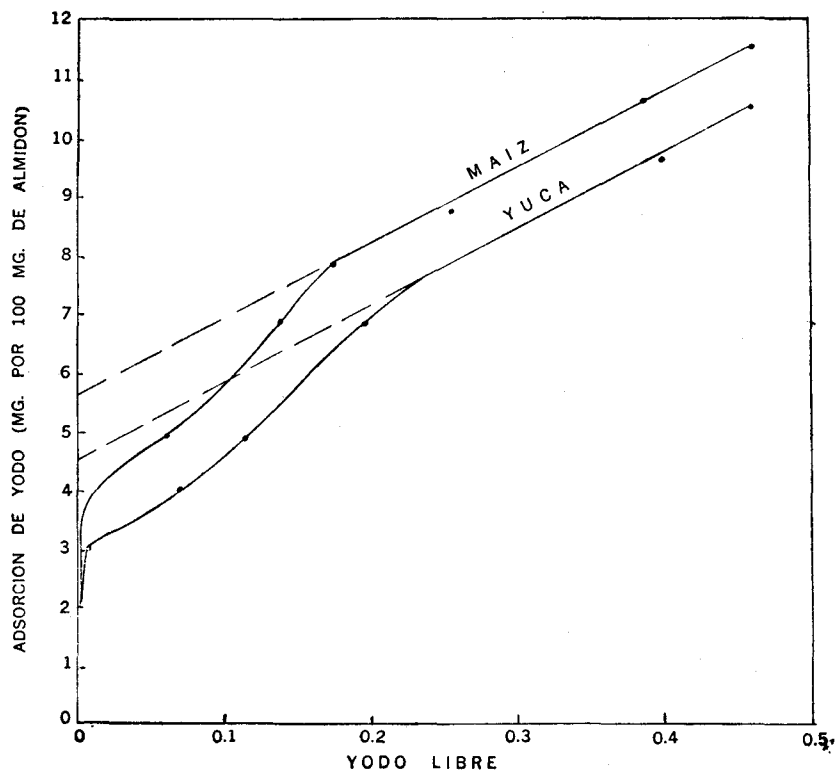
### 3 — La formación del sabor.

#### a) Efecto de la temperatura.

Durante el estudio de las características químicas, se observó que una masa hecha exclusivamente con almidón de "achira" no adquiría el sabor característico del bizcocho cuando se la sometía a diferentes grados de tratamiento térmico, aun alcanzando su temperatura de pirólisis.

# MEDICION POTENCIOMETRICA DE ADSORCION DE YODO EN CUATRO ALMIDONES

Gráfico No. 3



Posteriormente se encontró que la masa preparada con cuajada, almidón y los demás ingredientes menores ya mencionados, no adquiriría tampoco el sabor característico al calentarla a temperaturas por debajo de 180°C, aun por tiempos prolongados. Por encima de esta temperatura, que corresponde a la zona de pirólisis encontrada para el almidón, comienza a formarse el sabor y puede llegar a alcanzar una intensidad tal que se vuelve hostigante. Por este motivo, muchos de los bizcochos de "achira" que se venden son sometidos a un raspado previo al horneado final, cuando la pirólisis inicial ha sido excesiva.

b) *Efecto del tiempo de horneo.*

En vista de que con el horneo tradicional no era posible obtener resultados reproducibles, se buscó un tiempo óptimo de horneo para temperatura constante de 209°C. Los resultados de la prueba organoléptica correspondiente se presentan en la Tabla Nº 6.

T A B L A Nº 6

FUERZA SENSORIAL DE BIZCOCHOS PREPARADOS CON DIFERENTES TIEMPOS DE HORNEADO A 209°C.

	Calentamiento en minutos				
	15	20	25	30	35
Número de catadores..	4	4	4	4	4
Calificación mediana..	1,5	1,0	3,0	3,0	4,5
Límites..	0-4,0	0-2,0	2,0-3,0	2,0-4,0	4,0-5,0

Esta prueba ilustra la influencia decisiva de los factores tiempo y temperatura en la formación del sabor, el cual fue nulo a 15 minutos de calen-

tamiento y óptimo a 35. Para uno de los catadores este tiempo fue excesivo.

Se encontró una diferencia significativa al nivel del 5% entre el calentamiento a 35 minutos y el resto de los tratamientos.

c) *Efecto de la procedencia y de la refinación por lavado.*

Con el objeto de determinar si las impurezas del almidón de "achira" comercial eran las causantes del sabor característico del bizcocho, se prepararon muestras con almidones de Neiva, Garzón y Altamira, las cuales no mostraron diferencia alguna en la prueba organoléptica, tal como puede observarse en la Tabla 7.

T A B L A Nº 7

PRUEBA SENSORIAL DE BIZCOCHOS DE "ACHIRA" ELABORADOS CON ALMIDONES DE TRES PROCEDENCIAS

	Altamira	Neiva	Garzón
Numero de catadores..	7	7	7
Calificación mediana ..	4.0	4.0	4.0
Límites . . . . .	2.5-5.0	3.5-4.5	3.0-5.0
<i>Concepto predominante.</i>			
Aroma . . . . .	no	mejor	mejor
Textura . . . . .	arenosa	arenosa	arenosa
Sabor. . . . .	bueno (más)	bueno	bueno (más)
Intensidad . . . . .	media	media	alta

Con el mismo fin se prepararon bizcochos con almidones de Garzón y Altamira, lavados con agua repetidas veces por decantación, y se compararon

T A B L A Nº 8

PRUEBAS SENSORIALES DE BIZCOCHOS DE "ACHIRA", PREPARADOS CON ALMIDONES LAVADOS Y SIN LAVAR

PROCEDENCIA	Garzón		Garzón		Altamira	
	Sin lavar	Lavado	Sin lavar	Lavado	Sin lavar	Lavado
Tratamiento						
Número de catadores . . . . .	7	7	7	7	6	6
Calificación, mediana . . . . .	4.0	3.0	3.0	4.0	4.0	4.7
Límites . . . . .	2,0-5,0	2,0-5,0	1,0-5,0	2,0-5,0	3,5-4,0	2,0-5,0

*Características predominantes:*

Textura . . . . .					Buena	Muy buena
Intensidad de sabor. . . . .	++			++		++
Análisis estadístico * . . . . .	No significativa		No significativa		No significativa	

\* Prueba de comparación de pares (31).

contra bizcochos hechos con almidón sin lavar de la misma procedencia. No se encontró diferencia significativa en ninguna de las tres pruebas realizadas, como se puede observar en la Tabla N° 8.

En conclusión, el almidón de "achira", mezclado con cuajada de leche y calentado suficientemente a la temperatura de pirólisis, produce un bizcocho de sabor característico aun cuando el almidón sea lavado intensamente con agua.

Podría explicarse la propiedad anterior como debido al alto contenido de amilosa del almidón de "achira". En efecto, la probable configuración helicoidal de la fracción lineal le permite atrapar por adsorción sustancias que pueden acomodarse espacialmente entre ella y que no son eliminadas por un sencillo lavado con agua (25, 34).

#### 4 — Comparación organoléptica de bizcochos elaborados con cuatro almidones.

Con el fin de valorar la influencia del almidón de "achira" en la calidad de los bizcochos, se prepararon muestras con este almidón y los de yuca, maíz y trigo.

Los resultados de una prueba organoléptica comparativa se presentan en la Tabla N° 9. De acuerdo con el análisis de los resultados, la diferencia encontrada favorable al bizcocho de "achira" es significativa al nivel del 1%.

Los catadores dieron su preferencia por el bizcocho de "achira" debido a su textura granulosa y a su sabor característicos. Los demás almidones dan al bizcocho un sabor y una textura muy diferentes.

T A B L A N° 9

PRUEBAS SENSORIALES DE BIZCOCHOS PREPARADOS CON ALMIDONES DIFERENTES

A L M I D O N	"Achira"	Maíz	Yuca	Trigo
Número de catadores ...	8	8	8	8
Calificación mediana ...	4.0	3.0	2.5	2.5
Límites ...	3,5-5,0	1,0-3,5	1,0-3,5	2,0-3,5

Característica predominante:

Aroma ...	Normal	Normal	Normal	Normal
Textura ...	Arenosa	No arenosa	Menos arenosa	A pan
Dureza ...	Normal	Algo dura	Dura	Normal
Sabor ...	Típico	Simple	Extraño	Bueno

#### CONCLUSIONES

La planta conocida en el sur de Colombia como "achira" y de la cual se extrae el almidón del mismo nombre, coincide con la descripción taxonómica de la *Canna edulis Ker* que se encuentra en los registros botánicos.

La *Canna edulis Ker*, cultivada en Colombia con fines comerciales se encuentra entre 1.500 y 2.000 metros sobre el nivel del mar, es decir, en climas cafeteros.

El procedimiento de extracción del almidón es similar al empleado para otros almidones, como el de yuca.

De acuerdo con su afinidad de yodo, su contenido de amilosa es superior al de maíz y puede catalogarse entre los de mayor contenido de los almidones nativos.

El tamaño del gránulo del almidón de "achira" tiene un valor promedio de 64 micrones que lo diferencia, junto con su apariencia a la luz polarizada, de los demás almidones conocidos.

Su temperatura inicial de gelatinización es de 65°C y requiere un tiempo largo de cocimiento, produciendo soles de alta viscosidad a bajas concentraciones relativas, estables al calentamiento

prolongado. Este comportamiento, junto con los geles firmes que produce, está de acuerdo con el alto contenido de amilosa encontrado en este estudio. Asimismo, la transparencia de sus geles está de acuerdo con el gran tamaño de sus gránulos.

La pirólisis del almidón de "achira" comienza a una temperatura de 180°C. Por encima de esta temperatura debe hacerse el horneado del bizcocho elaborado con dicho almidón para que adquiera su sabor característico. Este sabor no se produce en condiciones similares, con los almidones de maíz,

yuca o trigo. El almidón de "achira" calentado aisladamente tampoco produce ese sabor.

El lavado intensivo del almidón no modifica estas características organolépticas, lo que demuestra que no son impurezas del almidón comercial las causantes del sabor.

Se atribuye este fenómeno al alto contenido de amilosa, cuyas cadenas lineares de configuración helicoidal pueden atrapar por adsorción sustancias que se acomodan espacialmente entre ellas y que no son eliminadas por un sencillo lavado con agua.

#### BIBLIOGRAFIA

1. Diccionario Enciclopédico Salvat. 1962, 10ª ed. T. 3.
2. INFANTES, Juana. Universidad de San Marcos, Lima. Información personal.
3. MOSCOSO, R. M., 1943. Catálogo de la Flora Dominicana. Universidad de Santo Domingo. Parte I, Spermatophyta: 89. New York.
4. STANDLEY, Paul C., 1937. Flor of Costa Rica, Field. Mus. Nat. Hist. Bot. Series, Vol. XVIII (1): 191. Chicago.
5. STANDLEY, Paul C. y Julian A. STEYENMARK, 1952. Flora of Guatemala, in Field. Botany. Vol. 24 (III). 204. Chicago.
6. PITTIER, H., *et al.*, 1945. Catálogo de la Flora Venezolana. T. I: 186. Caracas.
7. MACBRIDE, J. Francis, 1936. Flora of Perú, Field. Mus. Nat. Hist. Bot. Series, Vol. XIII (1): 738. Chicago.
8. WINKLER, Hubert, 1930. In Engler, Die Natürlichen Pflanzenfamilien. 2ª Ed. T. 15º: 654. Leipzig.
9. KRANZLIN, Fr., 1912. In Engler, das Pflanzenreich, Cannaceae, IV, 47:64. Leipzig.
10. ENGLER'S, A., 1964. Syllabus der Pflanzenfamilien. T. I: 611. Berlín.
11. IDROBO, Jesús. Universidad Nacional de Colombia. Información personal.
12. HOOKER, J. D. y B. D. JACKSON, 1895. Index Kewensis. T. I: 412. Oxford.
13. GRAY HERBARIUM, Index Cards. Harvard University. Cambridge. Mass.
14. PÉREZ ARBELÁEZ, E., 1956. Plantas Útiles de Colombia, 3ª Redacción: 254.
15. URIBE, J. A., 1941. In Uribe Uribe L., S. J. Flora de Antioquia. 84. Medellín.
16. HILL, A. F., 1952. Economic Botany, 2nd. Edition, McGraw-Hill. Book Company, Inc. New York.
17. Herbario Nacional Colombiano de la Universidad Nacional.
18. BAILEY, L. H., 1961. Manual of Cultivated Plants, most commonly grown in the Continental U. S. and Canadá. Sixth Ed. The MacMillan Co. New York.
19. International Code of Botanical Nomenclature. 1961.
20. LAWRENCE, 1951. Taxonomy of Vascular Plants.
21. CORN STARCH, 1958. 2nd. Edition. New York, Corn Industries Research Foundation, Inc. p. 14.
22. MACMASTERS, M. M., I. A. WOLFF, 1959. Characteristics of Cereals as Food & Feed. Samuel A. Matz Editor. The AVI Publishing Company Inc. 569-93.
23. ALLEN, R. M., 1958. Photomicrography D. Van Nostrand Company Inc. p. 419.
24. RADLEY, J. A., 1953. "La reacción de almidón con yodo", en J. A. Radley Almidón y sus derivados, 3rd. Ed. Revised. E. H. Tripp. Chapman & Hall Ltd. London.
25. MOE, Owen A., 1953. The physical and Chemical Characteristics of Starch and its Derivatives. In Brautlecht C. A. Almidón, sus fuentes, producción y usos, Reinhold Publishing Corp. New York, 354-386.
26. GREEN, S. R. and Irwin STONE, 1952. Fermentabilidad de trisacáridos de mosto, un factor en atenuaciones variables. Reimpreso de proceedings, A. S. B. C., Annual Meeting, Wallerstein Laboratories, New York, N. Y.
27. SCHOCH, T. J., 1942. Procedimientos de desengrase para almidones. J. Am. Chem. Soc., 64, 2954.
28. BATES, F. L., *et al.*, 1943. Contenido de amilosa y amilopectina de almidones por su formación de complejo con yodo, J. Am. Chem. Soc. 65, 142-148.
29. LANSKY S., KOOI M. y T. J. SCHOCH, 1949. Propiedades de fracciones y subfracciones lineales de varios almidones. J. Am. Chem. Soc. 71, 4066-4075.
30. SCHOCH, T. J., 1957. Preparación del almidón y fracciones del almidón. En Methods in Enzimology. Vol. III. Colowick. SP. y Kaplan, N. O. Editores, Academic Inc., New York.
31. KRAMER, A. y B. A. TWIGG, 1962. Fundamentals of Quality Control for the Food Industry. The AVI Publishing Co. Inc. (1962), Apéndice I, Outline of Statistical Methods, pp. 448-454.
32. KERR, R. W. y G. M. SEVERSON, 1943. G. M. J. Am. Chem. Soc. 65. 1154-1157.
33. PEAT, S., 1954. The Biological Function of Starch. In J. A. Radley Almidón y sus derivados. 3rd. Edition, Revised E. H. Tripp Editor Chapman & Hall Ltd. London, Vol. I.
34. SCHOCH, T. J., 1962. Recientes adelantos en la Química del Almidón. The Brewer's Digest (February).
35. HAWORTH, W. N., 1929. In Fifty years of progress in starch Chemistry by Sansted, R. M. Published in Cereal Science Today (June-1965).

36. SULLIVAN, C. O. Chem. Soc. Trans, 1872, 25, 579. In J. A. Radley. Cap. 3. Vol. I.
37. HOUGH, L. y J. K. N. JONES, 1954. The chemical evidence for the Structure of Starch in J. A. Radley. Cap. 3. Vol. I.
38. MACY, Rudolph, 1958. Química Orgánica simplificada. 2nd. Ed. Chemical Publishing Company, N. Y. P. 452, 1958.
39. WHISTLER, R. L. y W. M. CORBETT, 1957. Polysaccharides. In Ward Pigman "The Carbohydrates". Academic Press Inc. New York.
40. HIRST, E. L. y J. K. N. JONES, 1945. Nature, 156, 785-786. En J. A. Radley "Las fracciones del almidón", por Schoch T. J.
41. *National's Exploration of Starch*. National Starch & Chemical Corp.
42. SCHOCH, T. J. y A. L. ELDER, 1955. Starches in the Food Industry, in *Advances in Chemistry*, Series N° 12. Uses of sugars and other carbohydrates in the Food Industry. Am. Chem. Soc. 21-34.
43. MEYER, S. B. *et al.*, 1961. Introduction to plant physiology D. Van Nostrand Company.
44. SMITH, R. J., 1964. Viscosity of Starch Pastes. In *Methods in Carbohydrate Chemistry* by Whistler R. L. Academic Press. New York. London.
45. RADLEY, J. A., 1953. Starch and its Derivatives. Third Ed. (Revised). E. H. Tripp Editor, Chapman & Hall Ltd. London. 2 Vols.