

MONOGRAFÍAS

AGRÍCOLAS, FORESTALES E INDUSTRIALES

---

LA YUCA Ó LA MANDIOCA

POR

GUSTAVO NIEDERLEIN,

CÓNSUL DE COSTA RICA

Jefe del Departamento científico de los Museos de Filadelfia,  
Ex-Comisionado del Gobierno Argentino en las Exposiciones Univer-  
sales de París, Chicago y Atlanta.

Ex-Naturalista del Gobierno Argentino en Museos y en muchas expe-  
diciones y comisiones oficiales é internacionales de exploraciones,  
conquista de límites, etc.,

Ex-Inspector Nacional de Bosques y Ex-Inspector Nacional de Agri-  
cultura de la República Argentina, etc.

---

(EDICIÓN ORDENADA POR EL SEÑOR MINISTRO DE FOMENTO

DOCTOR DON JUAN J. ULLOA G.)

---

TIPOGRAFÍA NACIONAL

---

SAN JOSÉ DE COSTA RICA

1896

## LA YUCA O LA MANDIOCA

MANIHOT UTILISSIMA POHL Y MANIHOT AIPI POHL

SU CULTIVO Y SUS PRODUCTOS

Con el sincero deseo de contribuir en lo posible á crear nuevos valores positivos, trataremos aquí detalladamente y con el esmero que merece, una planta americana de *primer orden*, sobre la cual la prensa *jamás* ha llamado la atención, á pesar de ser una ventajósísima fuente de producción que desde siglos atras es la base de la alimentación en muchos países tropicales y subtropicales de la América, África y Asia.

*La yuca ó la mandioca*, muy poco estimada y conocida entre nosotros, es una de las plantas más útiles del mundo. Presenta un valioso producto de múltiple aplicación, lo más copioso, fácil y barato con seguridad casi absoluta.

En un terreno dado la yuca ó mandioca produce con muy poco trabajo y cuidado más sustancias nutritivas que cualquier planta alimenticia. Ella da, según el célebre *Liebig*, seis veces más que el centeno y tres veces más que el trigo ó la papa.

Su principal ventaja consiste en la enorme masa producida (hasta 15 kilog. por planta y 180,000 á 300,000 kilog. por hectárea); en el gran tamaño de sus tubérculos (hasta 2 pies de largo) y en la cantidad de la fécula que las raíces contienen (21 á 36 %).



Muy pocas plantas feculentas existen que rindan tanto como ella; la yuca ó la mandioca contiene más y mejor fécula que la papa, que es la principal materia prima para la industria almidonera y de destilación.

La yuca ó la mandioca no sólo es un poderoso nutritivo de fácil digestión, un valiosísimo alimento para la masa del pueblo y, como ya lo indicamos, el pan y la papa de los habitantes de grandes zonas tropicales y subtropicales, donde á veces es la única planta cultivada, sino también es una rica materia para la fabricación de diferentes clases de bebidas fermentadas y aguardientes ó alcohol, conocidas bajo los nombres *caxiri*, *parivari*, *cahú*, *mishle*, *beyu*, *teruba*, *onycou*, *puwarri* y otros.

Su valor industrial, que es el mayor, y sobre el que queremos llamar especialmente la atención, no consiste, sin embargo, en esta aplicación.

Está en la facilidad de poder ser transformado su almidón por agentes químicos y físicos en *amidina* (almidón soluble ó *dextrina*) y en *azúcar* ó *glucosa* (caramelo).

La *dextrina* es un importantísimo artículo de comercio, empleada en la fabricación de cerveza y vino de fruta, en vez de la goma arábiga y otras sustancias para la impresión de los tejidos, para aprestar y espesar los mismos, para el encolado de las urdimbres, para barnizar los mapas y papel, para encolar en frío, para obtener tiras inamovibles en las fracturas, en la fabricación de panes de lujo, en la preparación de una especie de emplasto inglés, etc.

La *glucosa* tiene la propiedad de fermentar directamente en contacto con la levadura de cerveza, sin necesidad de transformación preliminar, como su-

cede al azúcar prismática, y tiene grandes aplicaciones en la cervecería, confitería, fabricación de licores, etc.

Para dar un ejemplo de su importancia, diremos que Alemania solamente produce por año más de 15 millones de kilogramos de jarabe de glucosa y más de 10 millones de kilogramos de azúcar de glucosa ó glucosa sólida.

La fécula pura de la yuca ó la mandioca, la *tapioca*, llamada también *carima*, *cipapa*, *couac*, *sago* ó *arrowroot* del Brasil, es un polvo blanco, opaco, sin olor y sin sabor, completamente indiferente, con un peso específico de 1,53, muy apreciado también por su pureza, delicadeza y ligereza para tortas, *chipas*, *mbeyús*, sopas, *puddings*, salsas y, además, como polvo para *toilette* y con azúcar para aumentar la secreción láctea.

Su demanda aumenta progresivamente. La exportación de tapioca del Brasil es de cerca de 10 millones de litros por año y la de los *Straits Settlements* en Asia más de 4 millones de kilogramos. Se vendió en el mes de enero de este año en Burdeos de 60 á 75 francos los 100 kilogramos, precio que da para cada hectárea plantada con mandioca un producto mínimo líquido de 2,500 francos, resultado espléndido, casi sin igual en la producción de materias primas en grande escala.

La fécula de la yuca ó la mandioca aun mezclada con fibras de su raíz pelada y rayada, es conocida bajo el nombre de *fariña*, *cassave* ó *uí*. Forma una harina con aspecto de aserrín de madera blanda y blanca, muy sustanciosa, delicada y agradable. Es un artículo igualmente de poca importancia comercial, muy empleado como alimento seco. Con él se





hace pan, torta y un engrudo que llaman *pirao*, ó se come con porotos, leche, miel, caldo, carne, etc. El Brasil exporta más de 10 millones de kilogramos anualmente, pagándose 2 á 2  $\frac{1}{2}$  francos por cada 80 litros.

Los residuos de la fabricación de la *farina*, fibras principalmente, llamados *angú*, se emplean para abono ó para alimentar cerdos.

Las raíces frescas, peladas ó cortadas en lonjas y secadas al sol, llamadas entonces *mbopi*, las usan millones de hombres de diferentes razas, países y continentes, cocidas, asadas ó tostadas para diversos fines culinarios, en lugar de papas ó de pan. Las hojas se comen como legumbre ó en ensalada. También son un excelente forraje para el ganado bovino y caballar. El jugo lechoso antiséptico de la raíz contiene un aceite volátil muy venenoso, usado por algunas tribus de indios y negros africanos para envenenar sus flechas.

Calentando el jugo pierde el veneno que es un ácido hydrocnyánico anhydrico, y condensándole se fabrican diversas salsas muy apetitosas para comidas de carne y pescado, llamadas *carareep*, *arube* ó *tucupi*, según las especies y cantidad de pimienta con que se mezclan.

El jugo fresco así como la raíz cruda se emplea en cataplasmas sobre úlceras purulentas.

Las semillas, en fin, son purgantes y provocan vómitos.

Creo que este ligero bosquejo prueba suficientemente la gran utilidad de la mandioca, lo mismo que su gran importancia industrial.

Referente á lo último, la fácil, barata, copiosa y segura producción de la mandioca resuelve uno de

los problemas que más preocupan á la industria almidonera, que es encontrar una materia prima, que á la vez que resulte más barata que las empleadas hasta ahora para la extracción de la materia amilácea, no esté tan expuesta á las variaciones de precio como el trigo, el maíz, las papas, el arroz y demás frutos ó semillas alimenticias.

Como ya lo indicamos, la yuca ó la mandioca muy fácilmente puede competir en fécula y también como materia prima para la destilación y fabricación de alcohol, con la papa, cuya producción total asciende nada menos que á mil millones de hectolitros por año, con un valor de más de dos mil millones de francos.

Recomendamos, pues, especialmente á los territorios del Norte el cultivo de esta raíz, no sólo por ser una de las plantas económicas más útiles del mundo, sino por la facilidad y seguridad sin igual para propagarla y multiplicarla, así como por la gran sencillez para la extracción de la fécula, que asegura también grandes resultados á los labradores pobres y poco prácticos.

Pasamos ahora á la descripción:

y La yuca ó la mandioca pertenece al género *Manihot*, de la tribu *Crotonaceae*, del orden *Euphorbiaceae* y de la serie *Unisexuales*.

Se conocen de este género *Manihot* cerca de 80 especies diferentes, originarias todas de la América tropical y subtropical, pero sólo dos nos interesan: la *Manihot utilissima* Pohl y la *Manihot Aipi* Pohl.

La patria de estas dos especies se cree que es el Brasil, si bien en ninguna parte se ha encontrado todavía en estado completamente silvestre.

De la primera: *Manihot utilissima* Pohl tiene las siguientes sinónimas:

*Janipha manihot* H. B. K.

*Jatropha manihot* L.

*Manihot edule* A. Rich.

*Jatropha stipulata* Vell.

Sus nombres vulgares son: Mandioca amargo Mandioca común, Mandió-eté (Paraguay), Obi-bolada (Malasia), Iuca, Mandi-iuca ó yátrofa (Colombia), Cassave (Indias occidentales), Juca (Perú y Ecuador), Manioc amer ó utile, Cassave amere ó Mandiuba en las colonias francesas etc.

Las variedades científicas de *Manihot utilissima* Pohl son:

<i>Manihot pumile</i>	Muell.	Arg.
„ <i>arcuata</i>	„	„
„ <i>genuina</i>	„	„
<i>hemitrichandra</i>	„	„

y las variedades vulgares conocidas:

Mandioca milagrosa, saracura, cruvella, mandipalla, amarilla, de grello y ojo rojo, assú, morandy, manahiba, manteca, matahambre, cambaya, tapoyzá, suiza, mandy, Sebastián, maritinga, parati y San Pedriño.

De la segunda especie: *Manihot Aipi* Pohl tiene las sinónimas siguientes:

*Janipha Loefflingii* H. B.

*Jatropha Manihot* Vell

„ *dulcis* Gmel.

„ *mitis* Rottb.

Y *Manihot palmata* Muell. Arg. var *Aipi* Muell. Arg.

Sus variedades científicas son:

<i>Manihot ferruginea</i>	Muell.	Arg.
„ <i>leptopoda</i>	„	„
„ <i>tenuifolia</i>	„	„

Los nombres vulgares de la *Manihot Aipi* Pohl, son:

Mandioca dulce, mansa, ó aipi, aypi-mandiog, mandiog poropi (Argentina y Paraguay), Aipim (Brasil), Iuca (Cuba) cassava dulce, camanioc, manioconassa (Las Indias Occidentales).

*La yuca ó la mandioca brava ó amarga: Manihot utilissima* Pohl, es un sub-arbusto con tallos de 6 á 8 y más pies de alto, y diámetro de un tercio á una pulgada en la parte inferior, leñosos, tortuosos, decusados, provistos de nudos y cicatrices, lisos, negros amarillentos ó cenicientos, de pocas ramas frágiles, con médula esponjosa, regularmente abundante, de hojas y estípulas deciduas, triangulares, lanceoladas, de 5 á 7 mm. de largo. El limbo de la hoja membranácea, verde oscura, lisa y sin vello por arriba, verde ceniciento por abajo y algo veloso al margen, es profundamente partido en 3 á 7 tiritas espátula-lanceoladas y con puntas agudas de 10 á 17 cm. de largo y de 1 á 5 cm de ancho.

Las flores blanco amarillentas y algo rojizas están reunidas en racimos algo umbelados. Los pedúnculos delgados, á menudo 5 ó 6 centímetros de largo, son de igual tamaño que la panícula. Las brácteas y bractéolas son caducas. Los pedicelos femeninos, abiertos y extendidos por abajo, tienen un largo de 2 á 2  $\frac{1}{2}$  cm. los masculinos de 3 á 4 mm.



Los cálices femeninos están divididos en cinco partes y miden 10 mm. de largo; los masculinos con 5 lóbulos iguales de 3 á 4 mm. El disco y los filamentos son lisos, las anteras cortas,  $1\frac{1}{4}$  mm. de largo. Las cápsulas angulosas tienen 6 alas y miden 15 mm. de largo. Tienen una forma globosa, elíptica y son rugosas y ásperas. La semilla es gris, blanca, lustrosa, marmoreada por manchas negras y parecida á la del ricino.

La raíz tuberosa es alargada de 1 á 2 pies de largo, carnosa, cilíndrica, amarillenta y contiene un jugo lechoso.

*La yuca ó la mandioca dulce ó mansa: Manihot Aipi Pohl*, es un sub-arbusto algo más pequeño que la especie anterior, igualmente liso, de tallos cilíndricos, con un tejido esponjoso en el interior, hojas alternas, grises, verdosas por abajo, largamente pecioladas y partidas en 3 á 5, á veces en 7 tiritas. Estas son angostas, lanceoladas, íntegras, al margen sinuadas. Los peciolo son cilíndricos, insertados en un estípíte muy corto y carnoso. Los estípulos pequeños triangulares son caducos. Las flores se presentan en racimos terminales algo umbelados; las masculinas con pedicelos articulados cerca de la punta, con cáliz blanquecino, urceolado, membranáceo, liso, de cinco tiritas triangulares abiertas. El disco es carnoso, con 10 senos profundos. Los estambres, en cantidad de 10, son delgaditos, insertados en los senos del disco; 5 de ellos son tan largos como las tiritas del cáliz, 5 más cortos y con filamentos más delgados. Las anteras son cilíndricas elípticas é introrsas en los estambres más largos después de la prefloración y siempre extrorsas en las más cortas. Las flores femeninas son subternadas,

los pedicelos colgantes y en la base articuladas. El cáliz tiene 5 sépalos lanceolados. El disco es íntegro, amarillo y tiene la forma de un anillo. El germen es liso y sesil, de 6 costados, y tiene tres estigmas anchas, planas, multi-lobuladas.

La cápsula de forma elíptica, de costados angostos y de  $\frac{1}{2}$  pulgada de ancho, tiene 3 cabezas y 6 valvas. El epicarpio y el mesocarpio son crasos, coriáceos. La columnita delgada de 3 costados tiene en la punta 3 dientes muy pequeños. La semilla es elíptica, aplanada, con manchas grises oscuras.— Las raíces son más pequeñas que las de la especie anterior, de un color rojizo, y son apenas venenosas; pues la sustancia tóxica ó ácido cianico que contiene la especie anterior en todas sus variedades, no se ha encontrado en la mandioca Aipi, sino en proporciones infinitamente pequeñas y esto mismo apenas en algunas.

Pasamos ahora á los *análisis químicos* de la yuca ó la mandioca, empezando con la última especie: *Manihot Aipi* Pohl ó mandioca dulce, *Aypi-mandiog* ó *mandioca mansa*.

Las raíces de esta especie, lavadas, secadas y reducidas á ceniza dieron al Dr. Glass por análisis cualitativo: potasa, magnesia, arcilla, cal, óxido de hierro, ácido carbónico, ácido cíliceo, ácido fosfórico, ácido sulfúrico, cloro y carbón.

En el análisis cuantitativo se empleó para determinar el ácido cíliceo, carbón, hierro, arcilla, ácido fosfórico, cal, magnesia y ácido carbónico 2,925 gramos de ceniza; y en la determinación del ácido sulfúrico 0,337, en la del cloro 0,753 y en la de la potasa 0,988 gramos, y se obtuvieron los siguientes resultados:

ácido silíceo y carbón.....	0,2418
arcilla.....	1,031
óxido de hierro.....	0,222
ácido fosfórico.....	0,191
cal.....	0,4029
magnesia.....	0,172
ácido carbónico.....	0,219
„ sulfúrico.....	0,009
cloro.....	0,0862
potasa.....	0,2508

100 gramos de la raíz fresca de la mandioca dulce dieron al Dr. Peckolt, los siguientes resultados:

agua.....	59,598
ácido hydrocyánico anhydrico..	0,002
sustancias grasosas.....	0,200
almidón.....	20,272
albúmina.....	0,608
mannita y azúcar prismática...	1,540
azúcar incristalizable.....	1,980
sustancias fibrosas.....	14,122
sales inorgánicas, goma, etc....	1,678
	<hr/>
	100

De la otra especie; *Manihot utilissima* Pohl, yuca brava ó mandioca brava ó amargo, obtuvo Payen, el siguiente resultado:

agua.....	63,21
fécula.....	21,00
dextrina, glucosa y sales.....	6,45
celulosa, pectosa, ácido } péctico y materias gra- } sosas.	1,59
sustancias solubles.....	7,75
	<hr/>
	100

Otro análisis de raíces descascaradas, hecho por el mismo, dió lo siguiente:

agua.....	67,65
fécula.....	23,10
sustancias azucarada y gomosa..	5,53
materias azoadas.....	1,18
celulosa, pectosa y ácido péctico.	1,50
materia grasosa y aceite esencial	0,40
sustancias minerales.....	0,64
	<hr/>
	100

El Dr. Peckolt, empleando 100 gramos de raíz fresca, obtuvo lo siguiente:

agua.....	62,180
ácido hydrocýánico anhidrico..	0,011
sustancia grasosa.....	0,112
almidón.....	24,500
mannita y glucosa.....	2,500
sustancia semejante á amygdalina.....	1,180
albúmina.....	0,549
sustancia fibrosa y leñosa.....	4,340
sales inorgánicas, goma, etc....	2,620
pérdida.....	2,008
	<hr/>
	100

De la variedad mandioca assú, el mismo químico encontró:

1) una sustancia grasosa con cierto olor á trementina, que es fácilmente soluble en éter.

2) una sustancia resinosa, semejante á la zeína del maíz, y como ella conteniendo ázoe.



3) una sustancia extractiva amarga, apenas soluble en agua ó en alcohol.

4) una sustancia de aspecto oleoso, olor y sabor particular, soluble en alcohol, en éter y agua y á la que dió el nombre *septicolitina*.

5) una sustancia extractiva de sabor desagradable.

6) ácidos orgánicos, principalmente el málico y vestigios de succínico.

Max Huss encontró en 100 gramos:

Potasa.....	28,713
cloro de potasio.....	1,880
cal.....	19,603
magnesia.....	3,158
alumina.....	2,160
óxido de hierro.....	2,115
ácido carbónico.....	26,269
„ sulfúrico.....	1,131
„ fosfórico.....	11,316
„ silíceo.....	3,625
	<hr/>
	100

La mandioca assú encierra 0,0118 de ácido cyanhídrico por 100 gramos de raíz fresca, pero no es la más venenosa, pues la blanca del bosque contiene, según Peckolt 0,0760 de este ácido en igual peso; la del ojo rojo 0,0250, la colorada del bosque 0,0216 y la cambaia 0,0200.

Otras variedades son aun más pobres en este veneno volátil, que es indudablemente la materia tóxica de la mandioca, de la cual un par de gramos mata á un hombre.

El veneno se encuentra en la cáscara blanca de



la raíz. Esta cáscara carnosa encierra también sustancias grasosas y tanino, principios que van desapareciendo con los progresos de la vegetación ó por el cultivo.

Es por eso que según el señor José Caubé da Rocha, después de un año comienza á disminuir el ácido cyanhydrico así como las materias albuminosas, sacarinas y resinosas, desapareciendo totalmente el ácido tánico, pero aumentando cada vez más la materia amylácea.

Durante la florescencia es cuando la mandioca aipí encierra mayor proporción de ácido cyanhydrico, lo que sucede igualmente con las sustancias sacarinas, hasta que, con la formación de las semillas desaparecen todas.

Entre tanto, y cuando la raíz es más rica en este ácido y en ázoe, lo es menos en hydrocarburetos.

La mandioca suiza es la más rica en materias azoadas, mas contiene muy poco almidón.

La mandioca matahambre posee ambas materias en proporciones bastante apreciables; lo contrario se observa en la mandioca mandy.

Las variedades más ricas en albúmina son:

la mandioca suiza	con.....	0,714	°[o
„ „ matahambre	„ .....	0,660	„
la mandioca saracura	„ .....	0,630	„
„ „ morandy	„ .....	0,549	„
„ „ aipim	„ .....	0,570	„
„ „ dulce y assú	„ .....	0,560	„
„ „ manteca	„ .....	0,551	„

Referente á la fécula (C 6 H 10 O 5) de las mandiocas, el célebre químico Payen da por término

medio 23,10 ‰; pero hay variedades de mucho más rendimiento, según el doctor Peckolt, tales son:

la mandioca saracura que da . . .	36,690 ‰
„ „ aipim „ „ . . .	28,180 „
„ „ mandipalla „ „ . . .	26,970 „
„ „ assú „ „ . . .	26,500 „
„ „ cambaia „ „ . . .	25,240 „
„ „,m, atahambre „ „ . . .	21,850 „

La fécula de la mandioca tiene el grano más pequeño que cualquier otro almidón. Es conocida bajo el nombre de tapioca y se compone de 2 á 8 granos, regularmente compuestos de 0,008 hasta 0,022 mm. de diámetro, cuyos gránulos por consecuencia son limitados en parte por superficies redondas y en parte por una ó más superficies planas, apareciendo esféricos vistos por arriba y cónicos vistos de lado. La tapioca del comercio se presenta como polvo gris blanco, opaco no hyalino, en pedazos irregulares y córneos, y bajo el microscopio como una mezcla de cuerpecitos de diferente tamaño, en parte algo redondos y surcados en la margen y en parte cónicos, con un punto central ó un hueco ó fisura en el interior. No muestra capas superpuestas como el almidón de la papa.

El grano de almidón, una de las sustancias más repartidas en el reino vegetal, se presenta siempre bajo forma organizada y se compone de sustancia amilácea (almidón ó fécula), de agua y una pequeña cantidad de materias minerales. De todas las combinaciones orgánicas, el almidón es la que bajo el punto de vista químico y morfológico se aproxima más á la celulosa; su composición es la misma  $C_{12}H_{10}O_{10}$  ó  $C_6H_{10}O_5$ . A consecuencia de su

poca cohesión, el almidón puede ser transformado con facilidad por agentes químicos y físicos en amidina (almidón soluble, dextrina) y en azúcar, y por esta razón es una de las sustancias más importantes bajo el punto de vista industrial.

El almidón es completamente insoluble en el agua fría, en el alcohol, en el éter y en los aceites grasos y esenciales. A la temperatura de  $160^{\circ}$  se transforma el almidón ordinario en dextrina; si se calienta hasta  $55^{\circ}$  con doce ó quince veces su peso de agua, no sufre ningún cambio apreciable; de  $55^{\circ}$  á  $58^{\circ}$  los granos tiernos de almidón empiezan á hincharse y cuanto más sube la temperatura, mayor es el número de granos que experimentan esta alteración; á una temperatura más elevada de  $62$  á  $68^{\circ}$  el líquido del almidón de mandioca se espesa y forma entonces el engrudo, cuya consistencia aumenta hasta  $100^{\circ}$ . No contiene almidón disuelto y se le puede quitar el agua con papel de filtro ó por congelación.

Cuando se hace hervir el almidón durante mucho tiempo en agua, se disuelve; una parte se disuelve en 50 partes de agua y por el enfriamiento de la disolución se separa próximamente la mitad bajo la forma de engrudo.

El ácido oxálico en disolución débil, hasta 2 de ácido por 2000 de agua, disuelve el almidón que se transforma en dextrina; esta transformación y disolución es más rápida y eficaz con los ácidos enérgicos, pero diluídos; si estos ácidos actúan durante mayor tiempo, transforman dicho almidón en glucosa, propiedad que es la base de una industria importante, la de fabricación de la glucosa. También se convierte el almidón en dextrina bajo la influencia de



una sustancia llamada diastasa. Por la acción de la saliva, de los ácidos orgánicos y de otros diferentes disolventes, el elemento principal de los granos de almidón, llamados granulosa por Naegeli, es separado y quedan las células delgadas correspondientes á las capas y compuestas de celulosa.

El almidón se disuelve, en fin, en el ácido nítrico concentrado; él precipita de esta disolución una combinación explosiva, *xiloidina*. Cuando se calienta el almidón en el ácido nítrico concentrado, se forma ácido oxálico y al mismo tiempo se produce un gran desprendimiento de vapores rojos. El engrudo de almidón, abandonado al aire, se vuelve poco á poco ácido, dando origen al ácido láctico.

El peso específico del almidón seco es de 1,53, por cuyo motivo se deposita si se le pone en suspensión en el agua.

La *dextrina*, llamada también gomalina, amilina, goma de Alsacia, etc., es una sustancia de igual composición que el almidón, es decir, que es su isomérico, es soluble en el agua é insoluble en el alcohol y desvía á la derecha el plano de polarización de la luz, lo que le ha valido el primer nombre.

En estado puro, la *dextrina* es incolora y semejante á la goma arábica, pero generalmente se presenta colorada en amarillo. El iodo no la colora en azul, como sucede con el almidón, sino en rojo amaranto débil. Bajo la influencia de los ácidos débiles, la *dextrina* se trasforma en azúcar de uva ó *dextrosa*.

La *glucosa* que tiene por fórmula química  $C^{12}H^{14}O^{14} = (C^{12}H^9O^9 + 5H^5O)$  se diferencia, aparte de su descomposición de los demás principios azucara-



dos, entre otros caracteres, por la propiedad de fermentar directamente con la levadura de cerveza.

La glucosa cristaliza en una disolución acuosa, en forma de masas esféricas ó de granos opacos, blancos; en el alcohol de 95 grados da agujas finas, microscópicas, cilíndricas; es menos soluble en el agua que el azúcar prismática, pero se disuelve en todas proporciones en este líquido hirviendo, formando un jarabe que tiene sabor azucarado, pero que no puede ser estirado en hilos como el azúcar de caña. Para comunicar á igual volumen de agua el mismo sabor dulce, son necesarias  $2\frac{1}{2}$  veces más glucosa que azúcar prismática. A  $120^{\circ}$  la glucosa tiene por fórmula  $C_{12}H_{22}O_{11}$ , á  $140^{\circ}$  pierde aun más agua y se trasforma en caramelo. (V. F. Balaguer y Primo: Almidones, féculas y sus derivados.)

En la naturaleza se encuentra la glucosa al lado del azúcar líquida no cristalizable—laevulosa ó chilariosa—en un gran número de frutos dulces, al lado también del azúcar prismática en la miel, y se obtiene en la industria por diferentes procedimientos, pero casi exclusivamente de la fécula, procedimientos que describiremos más tarde en el capítulo de los productos de la mandioca.

Pasamos ahora al cultivo.

La mandioca requiere un clima benigno, cálido, cuya temperatura no varíe mucho. El frío y calor excesivos la perjudican. Además, necesita la mandioca para su buen desarrollo gran humedad atmosférica. Ella da los mejores resultados en islas ó en las orillas de grandes ríos en la zona tropical ó subtropical. La mandioca pierde en fécula, crece más lentamente y madura más tarde á medida que su



cultivo pasa de un clima cálido hacia uno templado y de zonas húmedas á zonas de poca humedad del aire, donde la raíz se vuelve también más leñosa. La mejor zona para la mandioca es aquella donde la temperatura se sostiene entre 13 á 20° C. con una humedad relativa de 800 á 900. Para la formación de la fécula las hojas necesitan mucha luz y sol.

Estas reglas generales tienen excepciones que favorecen el cultivo de la mandioca, aun en nuestras zonas menos cálidas y húmedas.

La mandioca dulce, *Manihot Aipi* Pohl, produce bien en clima templado. Es la especie menos exigente. Se cultiva en diferentes variedades, casi exclusivamente en Corrientes, Misiones, el Paraguay y en el Sur del Brasil.

También la mandioca brava ó amarga, *Manihot utilissima* Pohl, tiene sus variedades, como la morandy, manteca, matahambre, cambaya y otras, que dan muy buenos resultados en zonas meridionales, menos cálidas, hasta en regiones donde el termómetro ha bajado á veces 4 á 5.° bajo cero.

Además, existen variedades de la mandioca brava que son tempranas, como la maritinga, la parati y la San Pedriño, que dan su producto principal dentro de algunos meses, es decir, durante la época del verano y otoño.

Mientras estas variedades muy bien se pueden cultivar en nuestras provincias y territorios del Norte, hay otras muy tardías y otras de clima exclusivamente tropical, como la mandioca milagrosa, cruvella, amarilla y de ojo rojo, que jamás darán resultados en nuestra zona.

Gran influencia sobre el desarrollo y el rendi-

miento de la mandioca ejerce también la tierra en que se la cultiva.

La mandioca requiere, ante todo, tierras sueltas, de subsuelo profundo, algo frescas, pero poco húmedas y no sombreadas, es decir, buenas condiciones físicas.

En tierras bien labradas, si bien que de fertilidad media, las raíces adquieren un desenvolvimiento admirable. Todas las plantas tuberosas desenvuelven tanto más sus raíces cuanto más profundas ó divididas fueren las tierras en que las cultivan. En tierras muy húmedas la raíz se pudre y, sobre todo, si el agua de lluvia queda estancada alrededor de la planta. En terrenos muy secos la mandioca apenas vegeta.

No le conviene, pues, cualquier tierra. El desenvolvimiento se hace lento ó incompleto en suelos muy tenaces, arcillosos, gredosos ó pegajosos. La mandioca rinde más en terrenos menos compactos, en los cuales el sílice es el elemento predominante, es decir, en terrenos en que al mismo tiempo el trabajo es de menor costo, fácil y rápido. También da grandes resultados en terrenos de desmonte, que generalmente son de mucho humus. La mandioca exige, sobre todo, materias de descomposición fácil, carbonatos solubles, conteniendo ella gran cantidad de sustancias alcalinas y ácido carbónico, como resaltan de los análisis ya citados.

Hay ciertas variedades de yuca ó mandioca poco exigentes, particularmente las de la *Manihot Aipi Pohl*, que les basta la tierra arenosa. Pero es claro que el rendimiento corresponde también á sus exigencias, siendo él entonces bastante inferior.

En Misiones y en el Brasil así como en los



Straits Settlements, la yuca ó la mandioca se planta generalmente en rozados, es decir, en terrenos de bosques desmontados, en tierra muy humosa, y produce muy bien, dando sus productos á los cinco meses más ó menos. En los Straits-Settlements se considera la tierra agotada después de 5 años de cultivo consecutivo de la mandioca. Los indios y negros africanos plantan rara vez la mandioca inmediatamente una vez tras otra sobre el mismo terreno; lo dejan descansar varios años, limpiándole después de los arbustos y matas crecidas. En la República Argentina, en el Paraguay y en el Brasil se puede observar cierta rotación y alternación. Se planta sobre un rozado nuevo á menudo: 2 años mandioca, 2 años maíz, y, porotos ó tabaco, en seguida caña de azúcar, y, finalmente, agotada la tierra por ésta, se siembra nuevamente mandioca. Abono no se usa. El mejor sería estiércol ó abono compuesto con ceniza.

La siembra ó plantío de la yuca ó mandioca tiene generalmente lugar desde fines del invierno hasta entrada la primavera, aunque se puede plantar en todas las estaciones del año, como la práctica lo ha enseñado. Los mejores productos se obtuvieron siempre de los plantíos hechos al principio de la primavera. No se debe plantar ni en los meses más secos y calientes, ni durante la época de lluvias prolongadas y copiosas.

La yuca ó la mandioca se multiplica generalmente por medio de estacas, lo que es lo más acertado y ventajoso. Por medio de semilla hay mucha demora, pues suelen germinar á los 50 á 65 días, y, además, no producen raíces tan voluminosas.

Para la reproducción se dividen los tallos, que

se han conservado desde la última cosecha amontonados y tapados con ramas y brozas, para librarlos del sol, del exceso de humedad y de las heladas. No deben ser ramas verdes, tampoco muy viejas y se prefieren los extremos inferiores de los tallos á los superiores. Conforme el número de botones ó yemas que presenten, se cortan los tallos en pedazos, de 20 á 35 cm. de largo, procurando que cada estaca contenga de 3 á 5 yemas.

En terrenos de desmonte, donde el arado no se puede emplear, la estaca se pone en un agujero verticalmente ó inclinada, dejando al aire libre 2 á 3 pulgadas. Se arraiga fácilmente en tiempo de algunas lluvias. La distancia á que deben plantarse unas estacas de otras es de 1 á 2 pies en todos sentidos. En terrenos muy fértiles se sitúan más distantes que en otros menos sustanciosos.

Conviene mucho el cultivo con arado; con él se hacen surcos ó zanjitas, de 3 á 4 pies de distancia, según la fertilidad del suelo. En ellos se ponen las estacas á 1 pie más ó menos de distancia, algo inclinadas y no echadas del todo, cubriéndolas por medio del arado con poca tierra. Cada hectárea puede contener fácilmente de 36,000 á 40,000 plantas.— Estas comienzan á brotar unos 15 días más ó menos después de ser plantadas. A los 30 días hay que carpirlas. Llegadas las plantas á la altura de un pie hay que repetir la carpida, aflojando bien la tierra para facilitar la circulación del aire, la propagación de la luz y la doble acción química y física de los rayos solares. Dos meses después conviene darlas otra carpida, que es la última, aporcando al mismo tiempo las plantas.

Los yuyos son los mayores enemigos de la yuca



ó mandioca. Las langostas no la hacen daño y hay también muy pocos insectos que la atacan. Fuera de larvas de algunos, sólo la hormiga cortadora (*Alcodoma Cephalotes?*) la perjudica. Las escasas enfermedades que sufre son la gangrena, la sarna y la clorosis.

No se puede precisar exactamente la época propia para la cosecha, esto es, la madurez de la yuca ó mandioca, porque no siempre el labrador debe confiarse á la fructificación, que á veces tiene lugar cuando la planta no está desenvuelta todavía. Puede considerarse como la más propia cuando las plantas pierden sus hojas. Sin embargo, se pueden cosechar las raíces cuando las hojas adquieren un color amarillo. Teniendo en vista el mayor rendimiento, no se debe hacer la cosecha sino cuando las plantas tuvieran un año de edad.

Bajo este punto de vista la mandioca está madura cuando contiene la mayor cantidad de fécula en sus raíces, y no cuando la planta se seca.

Algunos pretenden haber observado en algunas variedades tardías que aun en 12 meses no se han desenvuelto completamente, que la cantidad de fécula crece en las raíces hasta el tercer año. Ciertamente es que las raíces se conservan debajo de tierra por mucho tiempo. Pero es un error creer que cuanto más tiempo se conserva la raíz debajo de tierra, tanto más rica queda. Los chinos, dominados por esta creencia, la dejan 16 á 18 meses en el suelo. Por otra parte, los europeos en los Straits Settlements las recogen á los 9 ó 10 meses, convencidos de que la raíz es entonces más rica y que pierde con cada día más en almidón, poniéndose al mismo tiempo leñosa y más difícil para la extracción. Así ellos no



sólo sacan de una cosecha temprana más renta en almidón, sino también tienen mucho antes disponible el terreno para nuevos cultivos.

En las Indias Occidentales se suprime la flor para obtener más resultados, es decir, más gruesas y con mayor cantidad de almidón las raíces que son el reservador de las sustancias nutritivas, y más grandes las hojas que son las que producen la fécula.

Por falta de máquinas para desenterrar las raíces sin destruirlas, la cosecha comienza con cortar las ramas por medio de un machete, dejando algunos pies de la mata. En seguida se extirpa con la mano hasta con raíces. Los tubérculos que se quiebran y quedan después bajo tierra se sacan con el arado.— Cerca del depósito se las corta del tallo con una hachita. Los tallos se guardan entonces para semilla, conservándose ellos muy bien de un año para otro.

La raíz se compone de la cáscara ó película exterior de color blanco sucio ó barroso oscuro, de la camada envuelta por ella, de color blanco, bastante quebradizo, y la camada central, formada por un tejido utricular, lleno de fécula y atravezado por fibras de una á otra extremidad. Alrededor de la periferia de la raíz se observan á veces algunas raicillas extremadamente delgadas.

El color de la parte feculenta es ordinariamente blanco y lechoso; sin embargo, hay variedades que presentan un amarillo blanquizco.

El jugo lechoso que se obtiene prensando la raíz y que en estado de reposo precipita la fécula, se hierve, y pierde entonces su veneno, dando, condensándola, una salsa llamada *carareep* que se mezcla



con diferentes especies, y es muy apreciada como antiséptico y medio de conservar la carne por más tiempo que en el vinagre.

En otras partes se condensa más hasta que forma una masa gruesa, amarilla, la que mezclada con pimienta sirve bajo el nombre de *arube* para condimentar el pescado. También el líquido que queda después de lavar la fécula se hierva y condensa, dando una salsa llamada *tucupi*, que se mezcla con pimienta y pimentón, tomando el gusto de esencia de anchoas.

Mezclando el jugo con melaza y dejándole fermentar, resulta una bebida que embriaga, llamada *onycoú*, *puvarrie* y *teruba*. También la raíz entera en fermentación da una bebida que embriaga, y destilándola, en fin, alcohol.

Ya hemos indicado la utilidad de la raíz de la mandioca para fines culinarios, como reemplazante de pan, papa y patata, sea conocida, asada ó tostada. Rallando la raíz pelada, prensando en seguida esta pasta fina y asándola sobre planchas de hierro se obtiene un pan muy agradable, conocido bajo el nombre de pan de cassave.

Este pan bien tostado y deshecho en pedazos se hace hervir en agua; después de frío se revuelve, en seguida las mujeres lo mascan y escupen en una vasija en la que se echa agua tibia y se deja fermentar el todo, resultando una bebida parecida á cerveza agria, muy refrescante y nutritiva, de color oscuro amarillento que se llama Mishlé ó Paiwari en la Guayana, y Caxiri por los indios del Brasil. Es su bebida favorita, y tomada en gran porción, embriaga.

Pelada la raíz de la mandioca, lavada, rallada,

secada sobre planchas de hierro no muy calientes y pulverizada, resulta la renombrada fariña, alimento importantísimo del Brasil, cuyos usos ya antes hemos indicado.

Observé la fabricación de este alimento en Misiones, Corrientes, Chaco, Brasil y Paraguay. Allí se ponen las raíces en agua para ablandar la cáscara, que en seguida se saca y ralla.

Metida la masa en un gran cedazo, se separan las fibras más gruesas. En seguida se echan á una bolsa que se cuelga con un peso en la punta, que reemplaza la prensa para hacer salir el jugo que, como lo indicamos, se recoge por algunas tribus de indios para hacer de él una de las mencionadas salsas.

La masa embolsada, algunos la secan también, colgándola á la chimenea. La masa de esta manera ya algo seca, se tuesta después á fuego lento en grandes tachos, moviéndola continuamente, con lo que se va el veneno. La fariña así obtenida exhala, estando caliente, un perfume á maíz tostado; también tiene un gusto á este mismo muy agradable, pero que, enfriándose se pierde. En estado bien seco la fariña se conserva un año más ó menos. Los indios destilan de ella un aguardiente muy fuerte y algo dañoso.

Se produce mucha fariña en el Norte del Brasil, donde el Gobierno y las sociedades rurales hacen muchos esfuerzos á fin de desarrollar el cultivo de la mandioca y perfeccionar la fabricación de la fariña y de la tapioca. La especie que más se presta para aquel clima es la yuca brava ó mandioca brava, *manihot utilissima* Pohl, con todas sus variedades.

La *fécula* ó *almidón* de la mandioca se obtiene rallando las raíces frescas, sometiendo la pasta á una fuerte presión y lavándola después en mucha

agua. La fécula así lavada y secada se llama en el Brasil *polvillo*; el nombre de *tapioca* lo recibe el polvillo después de humedecido y tostado.

Para la fabricación de la tapioca se recomienda en el Brasil muy especialmente.

1) El *raspador Almeida*, que movido por agua, vapor ó fuerza animal puede raspar 800 kilogramos de mandioca por hora.

2) El *rallador Almeida*, que movido por los mismos motores puede rallar 800 kilogramos por hora, mientras que por el procedimiento ordinario sólo se puede hacer la tercera parte; y

3) El *tamiz Almeida*, de tejido metálico, de lino ó algodón para extraer el *polvillo* en la salida de la mandioca rallada, aparato que unido al rallador extrae automáticamente 96 kilogramos por hora.

Estas máquinas pueden fabricar diariamente 20 hasta 500 sacos de polvillo, según su tamaño, siendo la velocidad la misma. La descripción de estas invenciones del señor D. Manuel Correa de Almeida, de Río Janeiro, se halla en el núm. 11 del *Auxiliador de Industria Nacional* de Río Janeiro, año 1890.

En los Straits Settlements se usa el vapor como motor para la fabricación de la tapioca.

Las raíces se echan en un gran cilindro cerrado en forma de tambor, que se mueve y presenta una cantidad de caños que echan con fuerza chorros de agua sobre las raíces continuamente movidas y que limpias, caen de por sí en una máquina ralladora muy perfecta, que rompe y destroza las células y deja en libertad los granos de la fécula; de esta máquina salen en forma de líquido pulposo que á su vez va á un cilindro cubierto de muselina ó de un tejido fi-



no de alambre y por cuyos costados corre continuamente agua que separa el almidón de las fibras.

Con el agua caliente que se recibe en grandes cubas sale también en suspensión el almidón. El agua corriente que entra de abajo en las cubas y caños puestos más cerca de la orilla de aquéllas, lo hacen pasar á varios recipientes, donde se precipita el almidón y luego se saca poco á poco el agua por medio de una serie de gruas perpendiculares. Después se echa nuevamente agua para lavar el almidón, hasta que éste queda completamente limpio y blanco.

Limpia la fécula se deja secar allí mismo ligeramente; después se corta en pedazos grandes que se ponen á secar en estantes muy aereados; en seguida se ponen en grandes planchas de estaño casi horizontales, bajo las cuales pasa un canal calorífico que mantiene un calor no muy alto.

Otras fábricas no secan los pedazos grandes de almidón en estantes, sino en tachos profundos, bastante calentados, y los ponen también en planchas de estaño que mueven continuamente. Después pasan á una máquina que separa los pedazos, según su tamaño, con lo cual se concluye la operación, y la tapioca está lista para ser embolsada. En todos estos trabajos se exige limpieza absoluta.

Los chinos hacen preferentemente *tapioca de perla*. Para este efecto ellos muelen los grandes pedazos de almidón en tamaño de munición n.º 4; después la echan en un paño que tiene la forma de una hamaca, en la cual, hamacados de un lado al otro los granos, se redondean. Al fin se ponen todavía, por media hora, en un tacho medianamente calentado, ó por medio día al sol.

El almidón arreglado en bolitas se llama carima; generalmente en el comercio se le encuentra deshecho. La tapioca en masilla se conoce también bajo el nombre *couac*.

Esta relación demuestra que la fabricación de la tapioca no exige muchos conocimientos, ni máquinas caras.

Pasemos ahora, guiados por el señor Balaguer y Primo á la fabricación de la dextrina. Esta puede hacerse con arreglo á varios procedimientos que pueden resumirse en los siguientes:

- 1) tostado lento de la fécula.
- 2) por la acción del ácido nítrico sobre la misma.
- 3) calentando á éste con el ácido sulfúrico diluído.
- 4) tratándola por una infusión de malta.

*Tostado lento:* unas veces se extiende la materia amilácea sobre placas de palastro dispuestas paralelamente en una estufa de aire caliente: el calor se mantiene durante tres horas á la temperatura de  $180^{\circ}$ , si se trata del almidón; otras veces se encierra la materia amilácea en un cilindro de cobre ó de fundición que penetra en un baño de aceite, mantenido de  $180$  á  $200^{\circ}$ ; otras veces se emplean hornos parecidos á los de cocer pan, y la materia amilácea se agita constantemente.

*Acción del ácido nítrico:* se añade á 1000 kilogramos de fécula seca 300 de agua acidulada de antemano con 2 kilogramos de ácido nítrico de  $36^{\circ}$  á  $40$  B. La pasta se pone á secar al aire libre; se rompe después con una pala; en seguida se extiende en capas de 3 á 4 centímetros sobre placas de palastro con rebordes en una estufa de aire caliente, mantenida entre  $110^{\circ}$  á  $120^{\circ}$ . Al cabo de dos ho-

ras á dos y media, el ácido se ha evaporado y la materia no contiene más que una cantidad insignificante de fécula no trasformada. Este procedimiento da la dextrina blanca, fécula soluble ó gomosa, dextrina Huzé.

Reemplazando el ácido nítrico por el clorhídrico, se obtiene, según Girardin, un producto todavía más blanco, que se llama entonces gomalina.

También puede sustituirse el ácido nítrico por el sulfúrico.

*Tratamiento con la malta:* Esta da un jarabe de dextrina, que consiste en el tratamiento del almidón por el extracto de la malta ó diastasa. Presenta dificultades para el transporte, por la transformación de parte en azúcar y por su difícil conservación.

*La glucosa* se obtiene, como ya lo dijimos, industrialmente, casi exclusivamente de la fécula. La fécula y la materia amilácea en general se convierte en azúcar glucosa por medio de la sacarificación que puede verificarse industrialmente con los ácidos ó con la diastasa.

De todos los ácidos empleados en la fabricación de la glucosa, el que más ventajas presenta es el sulfúrico.

Para verificar la sacarificación se empieza por introducir en la cuba cierta cantidad de agua (30 hectolitros por 1 kilogramo de fécula á tratar) y se añade agitando el líquido por cualquiera de los medios conocidos de 20 á 25 kilogramos de ácido sulfúrico de 60°; en seguida se introduce vapor de agua para calentar en el tubo de plomo, cuya parte inferior está llena de agujeros; y mientras se calienta el líquido, se diluye fécula en una cantidad de agua



igual á la suya; aunque la temperatura del líquido de la cuba llegue á 100° se echa poco á poco, por fracciones de 20 litros la papilla feculenta; la ebullición se mantiene siempre, y en cuanto se ha añadido toda la fécula, tendremos dentro de la cuba 40 hectolitros de agua, 25 kilogramos de ácido y 1000 de fécula. La operación termina ordinariamente á los tres cuartos de hora de haber añadido la última fracción de fécula.

Cuando se quiera obtener la glucosa en forma de azúcar, en vez de la de jarabe, se duplica la cantidad de ácido empleada, para abreviar la ebullición; con este procedimiento hay una pérdida, hasta 20 ó 25 por  $\%$  de materia amilácea que no se transforma en materia gomosa.

El mejor procedimiento y más ventajoso es el que consiste en producir la sacarificación de la fécula á altas temperaturas, de las que la más baja no es menor de 136°, siendo la preferente la de 160, porque además de que acelera la operación y por su medio se obtiene en totalidad la transformación de la goma en glucosa, se consigue la evaporación del aceite esencial y cuerpos empireumáticos que pudiera contener la fécula. Para verificar la sacarificación por este procedimiento, se emplea como recipiente convertidor, en vez de una cuba, una caldera parecida á las de vapor á alta presión, forrada de plomo interiormente, que lleva en su exterior una cubierta que deja entre ella y la caldera un espacio de 10 centímetros que se llena de ceniza ó cualquiera otra sustancia aisladora, para evitar las pérdidas de calor; está provista, además, de un tubo de plomo que penetra en su interior y está lleno de agujeros para el calentamiento de la masa líquida por medio del va-



por de agua; en su parte superior lleva un tubo con su correspondiente llave para la introducción de la papilla de fécula, y por último, tiene un tubo de sangría en el fondo y otro de desprendimiento de vapores en su parte superior.

La marcha de la operación con este aparato es muy sencilla y análoga á la de la cuba antes descrita. Se echan en la caldera 25 kilogramos de ácido sulfúrico diluido en 25 hectolitros de agua, y se eleva la mezcla á la temperatura de 100°; mientras esto sucede, se forma aparte y en vasija abierta la papilla en otros 25 kilogramos de ácido diluido en 25 hectolitros de agua, cuyo líquido se calienta á 30° por medio de un tubo de vapor y en el momento se añade poco á poco 1.000 kilogramos de fécula agitando y calentándola hasta 78° durante todo el tiempo de la operación: la papilla así formada es la que se añade poco á poco á la primera caldera ó convertidor y se mantiene la ebullición. La neutralización del ácido sulfúrico se verifica por medio de la barita ó de la cal, que ambas forman con aquél ácido sulfatos insolubles que se depositarán en el fondo de las vasijas en que se opera.

Después de la neutralización se procede á la evaporación ó concentración, del siguiente modo: así que el líquido sacarino ha quedado trasparente por haberse depositado el sulfato insoluble, lo cual suele suceder á las diez ó doce horas de reposo, se decanta la parte clara á un depósito especial y se lava el precipitado añadiendo á la primera las aguas de loción.

En tal estado la disolución de glucosa marca unos 15° B y debe ser concentrada hasta la consistencia de jarabe. El depósito que alimenta la



evaporatoria, se llena por medio de una bomba ó monta jugos con la disolución trasegada ó decantada de glucosa; esta alimentación se gradúa por medio de una llave que deja correr el líquido á un canal de donde cae én forma de lluvia por los agujeros que contiene aquella en la caja evaporatoria; saliendo de esta caja ya más concentrado, vuelve á caer el líquido en otro depósito que á su vez alimenta la caldera donde el líquido sacarino adquiere la graduación deseada. En esta caldera adquiere el líquido sacarino la concentración de 30° B., en cuyo estado se le envía á unas cajas donde reposa y deposita todavía cierta cantidad de sulfato de cal; se frota después en frío á través de negro animal y se le embarrila, si es que le desea obtener en forma de jarabe de fécula.

Cuando se quiera obtener la glucosa sólida, se lleva la concentración del líquido sacarino hasta 40° B, se le pasa enseguida á los enfriadores ó refrigerantes, donde se le deja hasta que empiecen á manifestarse las señales de cristalización, en cuyo caso se le envasa en barriles donde acaba de adquirir la forma sólida.

La preparación de la glucosa granulada, está fundada en los mismos principios.

La diastasa se puede también emplear en la fabricación de la glucosa por medio de la fécula. Este procedimiento, que es de gran importancia en las industrias de la alcoholización, la tiene muy pequeña en la de la glucosa.

De la alcoholización de la mandioca trataremos en otro folleto de esta biblioteca junto con las demás materias para la fabricación de alcohol, que son la

papa, el maíz, trigo, cebada y otros cereales, caña de azúcar, sorgo, remolacha, topinambur, melón, batata, arroz, mijo, dari, castaña, algarroba, tuna, higo, naranja y otras frutas diversas, etc.

