

Estudio para una planificación industrial del maíz en la zona del canal de Urgel, en la provincia de Lérida

por

JOSÉ FERRÁN LAMICH

Jefe del Departamento Técnico de La Moravia, S. A. (Fábrica de malta para cerveza)

Nos referiremos en este trabajo a la zona productora de Urgel, por formar una unidad natural y de dimensiones adecuadas a la implantación de un ciclo industrial completo.

La adopción de los híbridos de maíz, rápidamente extendidos en la zona, ayudados por fuertes abonados, ha elevado la producción, superando hoy las 50,000 toneladas anuales, lo que dobla la de ocho años atrás y triplica la de 1936, según cálculos estadísticos de la Sociedad Canal de Urgel, S. A.

Un planeamiento industrial adecuado implicaría la utilización de siete u ocho pequeñas plantas de *secado* en la zona, facilitando la conservación de los *stocks*, y su inmediata comercialización desde la cosecha. *Estaciones de secado* que podrían trabajar a maquila para los agricultores, sirviendo al propio tiempo de contratación para la nueva industria. Las mismas constituirían una centralización del subproducto, la mazorca desgranada, zuros o «piñots», como se denominan aquí, o sea los «corn-cobs» de los tratados americanos, los cuales darían un buen rendimiento industrial (un 10 por 100) en la obtención, cada día más buscada, del *furfural* y sus derivados farmacéuticos, auxiliares de plásticos, gomas sintéticas y lubricantes, quedando el resto para su transformación en melaza para la alimentación del ganado.

Interesa particularmente la zona de Urgel, por cuanto posee en Menárguens una fábrica *azucarera*, propiedad de la Sociedad General Azucarera de España, que lleva ya muchos años parada, con sus instalaciones de vapor y de concentración de jugos, «bacs» de gran capacidad, para la transformación de los zuros en *furfural* y otros derivados, al ser procesados en soluciones ligeramente ácidas, con vapor a presión, y recuperados por destilación, como veremos.

Es una realidad, el de estas fábricas azucareras, hoy inservibles por

exceso de plantas industriales, que hay que mantener en paro, y que tendrían en nuestro caso, con la industrialización del maíz, una perfecta utilización práctica.

Señalemos previamente que del grano de maíz tratado adecuadamente se obtienen hoy innumerables productos: aceites, plásticos, maicenas, glucosas, dextrosas, sin contar el alcohol, que por hoy no interesa en España por el exceso de alcohol vínico. Del gluten o proteína del maíz se separa el *zein*, cuyos derivados en gran número son principalmente para fibras textiles artificiales, en cuya utilización obtenemos, tanto en la solubilización a base de sosa para la fabricación al estilo de *viscosa*, como en los procedimientos al *acetato de amilo*, u otros disolventes, para la obtención al estilo del *rayón*, una fibra de estructura parecida a la *lana*, mucho más económica y práctica que la de *caseína*, y que ha suplantado a ésta, que se utilizó, después de Italia, en los Estados Unidos, en los primeros años de la década de los años 1940-1950, y en sus propias instalaciones.

Ligero examen de la composición del grano de maíz

	Proteína	Grasa	Celulosa	Hidro-carbonos	Cenizas
I. Maíces corrientes.....	8'6	3'9	2	70	1'2
II. Maíces especiales.....	11'5	7	2'4	67	1'8

El I corresponde al promedio de la mayoría de los maíces que aquí se cultivan.

El II corresponde a una de esas variedades especializadas para la industria que constituyen en Norteamérica una fuente de grasas para el consumo humano o industrial, fácilmente obtenible y separable dentro del proceso que expondremos de molienda húmeda.

Subrayemos la facilidad, hoy que los agricultores siembran híbridos renovados anualmente, de introducir variedades similares a la muestra II.

En Estados Unidos sólo se industrializa un 8 por 100 de su enorme cosecha. Como sabemos, es la primera productora mundial, y de este 8 por 100 la mitad pasa a la molturación húmeda. Observemos también, para situarnos, que la industria cervecera absorbe casi un tercio de su producción de cebada allí. No obstante, este 4 por 100 de la producción americana de maíz que se elabora por molturación húmeda es de la categoría de los 30.000.000 de quintales métricos.

Una lista de derivados del grano de maíz muy resumida va a continuación:

Almidones	Dextrinas	Jarabes	Azúcares	Aceites	Alimento ganado	Productos industriales
Para hornear	Gomas	Glucosas	Dextrosas		Salvados	«Zein»
Levaduras químicas	Colores	Hornear		Productos farmacéuticos		
Crudos cervecería (en España se usan de arroz)	Tenería	Cerveza	Id.		Etc.	Plásticos textiles
		Envases fruta				
	Papel	Bebidas carbónicas		Cocina		Medicinales
Confitería y confección	Mucilagos	Helados		Jabones		
Gelatinizados		Mermelada				Etc.
Anticongelantes	Textiles	Industrias cárnicas		Textiles		
Pastas						

Este 8 a 11 por 100 de gluten del maíz contiene un 50 por 100 de «zein».

* * *

Existen dos métodos modernos de molturación industrial del maíz: *Molturación seca* y *molturación húmeda*.

Aunque aquí nos interesa la segunda, señalaremos, no obstante, que la molturación seca —muy parecida a la del trigo—, con pares de cilindros que van reduciendo las sémolas, provenientes de una o dos pasadas entre cilindros envolventes troncocónicos, que separan, de una parte, cierta cantidad de salvado y, de otra, una parte considerable de gérmenes, no tienen en realidad aquí una gran novedad, salvo este mecanismo desgerminador, con el cual se consigue reducir el contenido en grasa de las harinas, lo que se traducirá en una mejor conservación. Una parte de las sémolas granadas constituyen la base para la obtención de copos, maicenas, y los salvados pasarán a alimento del ganado, mientras las harinas finas, que pasarán por cedazos del número 9, constituirán buenas calidades para usos de pastelería y otros industriales.

Para estas molturaciones se prefieren los maíces blancos o amarillos.

El germen, con su composición elevada en grasa, podrá ser extraído por prensa continua o no, aprovechando sus cualidades semisecativas, o refinado convenientemente para usos de boca.

MOLTURACIÓN HÚMEDA DEL MAÍZ

Es la de la gran industria. Una producción de 10/20,000 Kg. diarios estará bien para una planta de molturación seca. La molturación húmeda requerirá una planta mínima de 70/100 toneladas diarias.

Una planta cual la Azucarera de Menárguens, debidamente adaptada, es capaz para esta producción de 70 toneladas de maíz en molturación húmeda, más el aprovechamiento de 10/15 toneladas diarias de zuros, durante un período de trabajo de doscientos días como mínimo. Se consumiría un poco más de la cuarta parte del total producido en la zona agrícola de Urgel y se obtendrían, a «grosso modo», de 14,000 toneladas de maíz anuales:

	Por 100	Toneladas
Aceite	3	420
Almidones, glucosas y dextrosas.....	66	9240
Gluten.....	4	560 de «zein»
Resto gluten y piensos para el ganado	26	3640

De 3,000 toneladas de zuros de maíz se obtendrían:

300 toneladas de Furfural y
2000 toneladas de piensos melazados

El agua de mojado («steeping water») dará un concentrado alimenticio para el ganado o para el cultivo de los antibióticos.

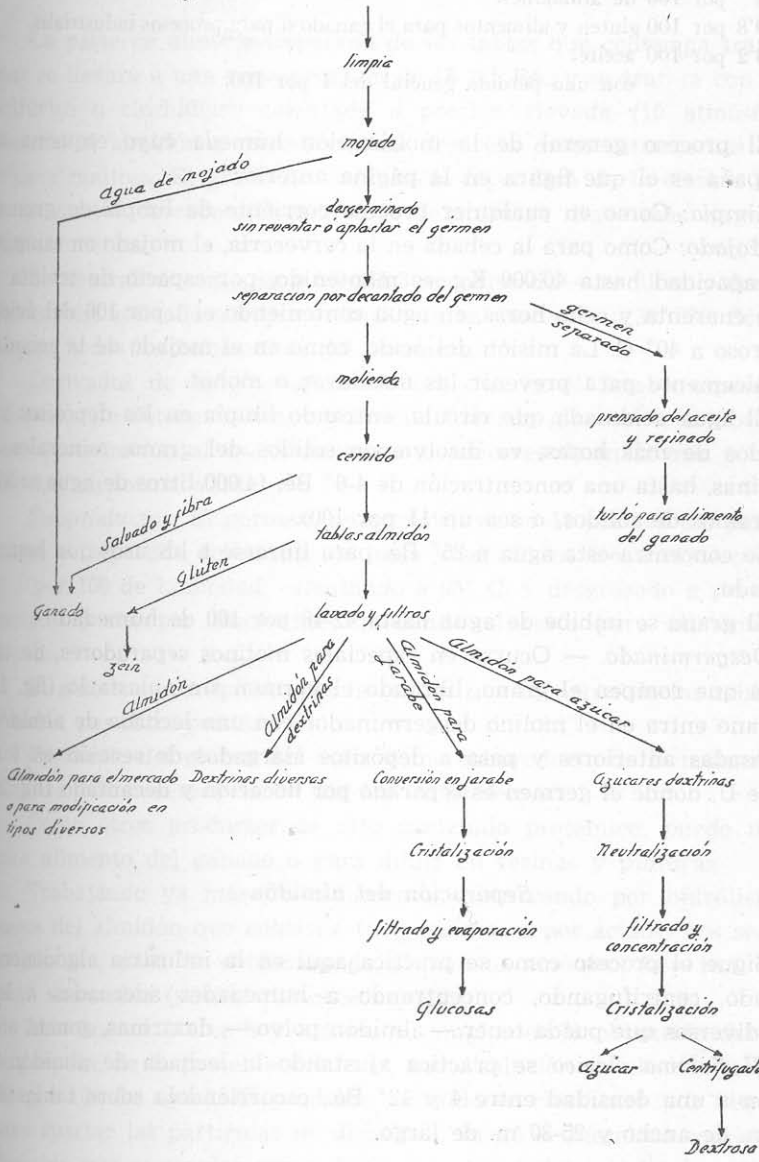
Según Sair y Fetzer, los productos obtenidos por bushel-56 libras (22'40 Kg.) son:

Agua.....	8'4 libras germen desgrasado	1,8 libras gluten	3'5 libras
Almidón.....	33 libras salvado	2 libras sólidos	
Aceite.....	1'5 libras fibra fina	2'3 libras agua mojado	3,5 libras

Las aguas del mojado pueden usarse para la producción de *fitinas* e *inútol*, así como para caldo de cultivo, como ya hemos indicado en la obtención de la penicilina y otros antibióticos.

El gluten que es arrastrado por el agua, que ha depositado ya el almidón sobre las tablas, es recogido en depósitos de base troncocónica, donde se depositan los últimos restos del almidón y se recuperan por decantación y centrifugado las proteínas insolubles. También se pueden separar por filtro-prensa.

Esquema general de la moliuración húmeda del maíz



ESQUEMA 1

En resumen, de un maíz conteniendo un 14 por 100 de humedad obtendremos, por molturación húmeda:

- 66 por 100 de almidones.
 - 29'8 por 100 gluten y alimentos para el ganado o para procesos industriales.
 - 3'2 por 100 aceite.
- con una pérdida general del 1 por 100.

El proceso general de la molturación húmeda cuyo esquema se acompaña es el que figura en la página anterior.

Limpia: Como en cualquier proceso corriente de limpia de granos.

Mojado: Como para la cebada en la cervecería, el mojado en tanques con capacidad hasta 40,000 Kg. es mantenido, por espacio de treinta y seis a cuarenta y ocho horas, en agua conteniendo el 1 por 100 del ácido sulfuroso a 40° C. La misión del ácido, como en el mojado de la cebada, es únicamente para prevenir las floriduras o mohos.

El agua acidulada que circula, entrando limpia en los depósitos ya tratados de más horas, va disolviendo sólidos del grano, minerales y proteínas, hasta una concentración de 4-6° Bé. (4,000 litros de agua = 360 kilogramos de sólidos, o sea un 11 por 100).

Se concentra esta agua a 25° Bé. para librarse a los usos que hemos indicado.

El grano se imbebe de agua hasta 42-48 por 100 de humedad.

Desgerminado. — Ocurre en especiales molinos separadores, de tal forma que rompen el grano, librando el germen sin aplastarlo (fig. 1). El grano entra en el molino desgerminador con una lechada de almidón de pasadas anteriores y pasa a depósitos alargados de sección en forma de U, donde el germen es separado por flocación y decantado (fig. 2).

Separación del almidón

Sigue el proceso como se practica aquí en la industria algodonera, lavando, centrifugando, concentrando a humedades adecuadas a los usos diversos que pueda tener — almidón polvo —, dextrinas, gomas, etc.

El sistema clásico se practica ajustando la lechada de almidón y gluten a una densidad entre 4 y 12° Bé., escurriéndola sobre tablas de 45 cm. de ancho y 25-30 m. de largo.

Conversión de los almidones en azúcares

La parte de almidón separada de las tablas que convenga transformar se llevará a una concentración de 18-22° Bé., y se tratará con ácido sulfúrico o clorhídrico calentado a presión elevada (15 atmósferas), pasando el almidón a convertirse en dextrosa o sus intermedios: dextrina y maltosa. El grado de conversión dependerá de la clase o clases de productos deseados. Cuanta más dextrosa se desee más largo será el tratamiento.

Se neutraliza con sosa a un pH-5 aproximado — se filtra y decolora con carbón activado o negro animal — y se concentra a 30° Bé. Se filtra y quita todos los remanentes del colorante.

Derivados de la *glucosa comercial*, que es el jarabe espeso que acabamos de obtener — impropriadamente llamado glucosa —, se obtienen, por concentración al vacío, dextrosas o azúcares de maíz más o menos puros, y en forma sólida.

Subproductos: El germen, que constituye un 11 por 100 del peso del grano, es separado del exceso de agua y secado en secadores especiales al 1 por 100 de humedad, calentando a 95° C. y desgrasado a presión y agotado o no, por disolvente, quedando el resto para alimento del ganado.

El gluten es recuperado de las aguas que escurren de las tablas de almidón por filtro-prensa.

Partiendo del gluten del maíz, como subproducto de la molturación húmeda, obtendremos un 50 por 100 de proteínas.

Como otros productos de alto contenido proteínico, puede usarse para alimento del ganado o para diluir en resinas y pinturas.

Trabajando ya más delicadamente, destruyendo por hidrólisis los restos del almidón que contiene (por enzimas o por ácidos) nos servirá, en pintura, para la obtención de glutamato amónico, hoy tan usado como sazonador (pastas alimenticias, etc.).

Más importante es hoy todavía su empleo en la obtención del *zein*. Se prepara, de la proteína del maíz, por disolución en alcohol propílico (15 por 100 de agua). El producto extraído se clarificará por filtración para apartar las partículas no disueltas; luego se mezclará con hexano (bencina que se emplea como disolvente de aceites en algunas fábricas de aquí y en todas las americanas) para separar el color y el aceite que contuviere.

Se producen así dos capas en el recipiente: Una contiene el aceite y la otra el «zein» concentrado; ambas se separarán por centrifugación.

Con grandes volúmenes de agua fría precipitaremos el «zein» en forma sólida (fibrosa), que se secará por un proceso a baja temperatura para evitar adquiera una estructura gomosa, que le incapacitaría para ulteriores aplicaciones.

El producto final es un polvo amarillo claro, de buena conservación.

Un nuevo proceso ha hecho más económica la producción.

El alcohol se usa sólo como primer paso y en cantidad mínima que impregne el gluten del maíz.

Su presencia solubiliza el «zein», que se extrae entonces con una económica solución alcalina que disuelve, asimismo, otras proteínas, y recupera mejor el «zein».

Propiedades y usos del «zein»

Las citaremos someramente:

Solubilidad en álcalis diluidos.

Adherencia, que comunica a los termoplásticos, al revés de casi todas las otras proteínas.

Resistencia a la hidrólisis y a la putrefacción.

Estabilidad en soluciones alcalinas.

Como barniz, en proporción de 1-1 a 1-3, con resina.

Reemplaza al *shellac* en los discos de gramófono.

En papelerías, y unido al ácido oleico, da gran resistencia a la penetración del agua y también a la penetración de las grasas. Para ello se usa el «zein» en solución alcohólica, impregnando el papel u otro material que se desee tratar.

Se usa en gomas para pegar papeles (sellos de correos, etc.), por su especial resistencia a la penetración de la humedad.

Se usa también en linóleos y en apagafuegos a base de espuma, por la consistencia que da a la espuma formada.

Usos y aplicaciones del «furfural»

Van también muy resumidas unas cuantas aplicaciones del furfural, que obtenemos de los zuros del maíz, tratados con ácido y vapor a presión, y separado luego por destilación con vapor de agua.

Es un solvente de propiedades únicas, que se emplea para refinar resina para barnices y para mejorar el aceite de soja que va al consumo de boca, ya que la parte no disuelta en el furfural es la mejor para hidrogenar y obtener grasas consistentes.

Se emplea también para plásticos, siendo, no obstante, sus principales aplicaciones para la obtención del caucho artificial, refinado el *butadieno*, separado por destilación fraccionada de los petróleos y haciéndolo apto para la obtención de caucho sintético.

Otro uso en que se hace indispensable el furfural es en el *refinado de lubricantes* y aceites para Diesel. Lubricantes mezclados con furfural mejoran sus cualidades, ya que el furfural disuelve gomas e incrustaciones («tar forming»).

Observemos el interés que tiene hoy en España, cuando va a ponerse en marcha una factoría de lubricantes en Cartagena.

Se usa también, desde 1947, el furfural en el proceso de fabricación del *nylon*.

En medicina, tenemos un derivado en el *furacin* (matagérmenes muy usado), que es soluble en agua y se usa para desinfectar heridas, quemaduras, etc.

También lo vemos usado, por sus cualidades adhesivas, en plásticos tipo bakalita, actuando al propio tiempo como intermediario para la obtención del plasmochin (droga antimalaria).

En el tratamiento de los zuros, se transforman el 85 por 100 de las pentosanas en pentosas, por solución en ácido sulfúrico, y el resto puede pasar a dextrosa con un rendimiento del 65 por 100.

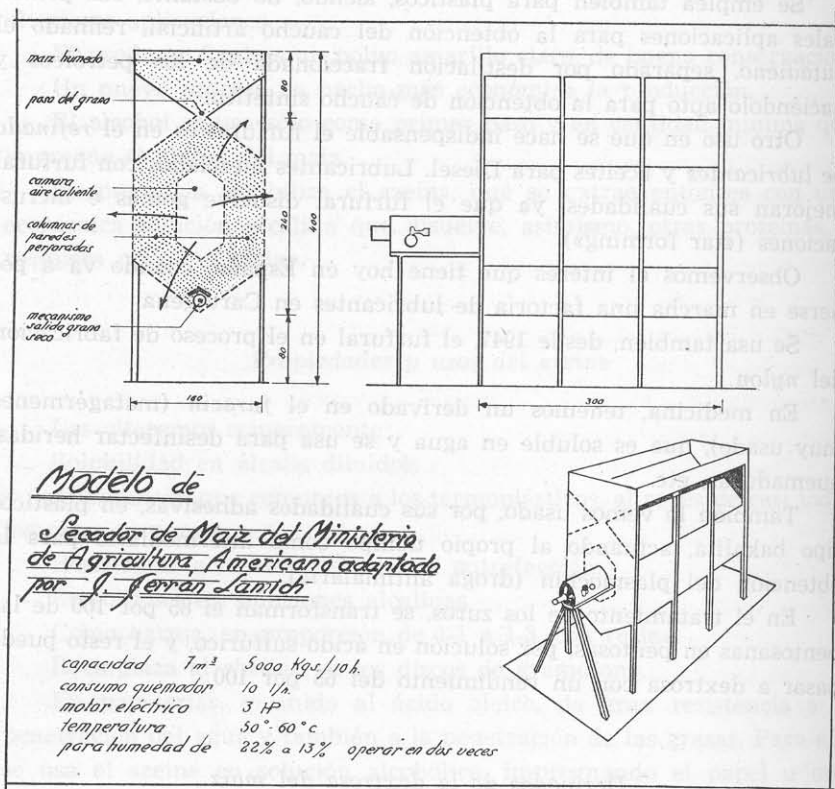
Derivados de la dextrosa del maíz

Sólo citar, que otra cosa no procede aquí, los usos de la dextrosa como fuente, por fermentación, de los ácidos cítrico y *glucónico*, así como del ácido láctico que se obtiene en gran escala por fermentación del almidón de maíz. Los ácidos tartárico, ascórbico, glucorónico y otros se obtienen, no por fermentación directa de la dextrosa, sino a través de procesos químicos.

De la misma manera se obtiene el ácido *levulínico*, cuyos derivados están siendo usados como *analgésicos* y bactericidas.

* * *

Un auxiliar indispensable en la implantación de esta industria serán siete u ocho *centros de secaje* de las mazorcas o del grano de maíz — según modelos hoy existentes —, y que comienzan a implantarse a base de secado por corriente de aire forzada y calentado por quema-



ESQUEMA 2

dores de fueloil, o gasoil, del mismo modelo de los usados para calentar hornos de cocer pan, pero con compresor de aire acoplado.

El grano por entre el cual circula el aire caliente — generalmente en dos veces mejor que en una — baja su humedad del 20 al 14 por 100 necesario para la conservación.

Estas siete u ocho estaciones secadoras, cuyo presupuesto con elevadores, jaulas metálicas y demás, sin contar edificio, según modelo americano suministrado por el Departamento de Agricultura de Washington y construido en España para el tratamiento de 15,000 Kg. diarios

de maíz, y únicamente para su secado, se eleva a unas 60 ó 70,000 ptas. por planta.

El trabajo del secador debe ir acoplado a una desgranadora. Una trilladora corriente, como la Ajuria para los demás cereales, se hace indispensable, y sobran, en los meses de octubre a enero, las trilladoras para ello.

El gasto de combustible para el secado se eleva a 0'03 ptas. por kilogramo de maíz, trabajando con fueloil, y a 0'05 ptas. por kilogramo con gasoil, siendo la primera instalación, la de fuel, bastante más costosa que lo indicado.

Estas plantas constituirían la mejor centralización de recogida de los zuros, o «corn-cobs» de los americanos, para su utilización en la obtención del furfural y los piensos melazados (esquema 2).

Dado el caso que los agricultores con la adopción de los híbridos se ven obligados a cambiar anualmente de semilla, se ve, asimismo, en perspectiva la posibilidad de introducir, a conveniencia de la industria que se estableciera, esas variedades especializadas en Estados Unidos, con las que se dobla la producción de aceite. En cultivos contratados, tal como se hace en esa misma zona de Urgel por la industria cervecera con las cebadas especializadas, podría hacerse con los maíces.

PRESUPUESTO PROVISIONAL

El presupuesto de adaptación de la industria hoy existente en Menárguens, en planta para molituración húmeda del maíz, podría cifrarse en unos 13.000,000 de pesetas, comprendidas las estaciones de secado y la habilitación de las limpias de grano, «bacs» de mojado, molinos y separadores de germen, que habría que importar por no construirse hoy en España. Instalaciones para desgrasado y secado, así como tratamiento de subproductos, concentración de líquidos —«spreading»— o atomización, para el secado final, etc.; además, acondicionamiento en silos de 5,000 toneladas de maíz.

Valorando las instalaciones existentes y utilizables de la Sociedad General Azucarera, con la parte de edificios que se necesitaría, en un valor aproximado de 12.000,000 de pesetas, daría un capital global de instalaciones valorado en 25.000,000 de pesetas.

Otros 25.000,000 de pesetas serían necesarios para la financiación de compras y funcionamiento de la industria.

Si tenemos en cuenta las 14,000 toneladas de maíz que se podrían

tratar desde el primer año, para llegar en los sucesivos a las 21,000 toneladas en trescientos días de trabajo, queda justificada esta inversión que valoraría para el consumo humano una gran cantidad de productos que pasarían al ramo de alimentación fina, a base de copos, maicena, y para el ramo de bizcochería y pastelería, así como diversidad de usos industriales, de tanto mayor interés cuanto la mayoría de derivados — almidón-glucosa comercial, dextrosa, etc. — se cotizan hoy por hoy a precios que varían entre 9 y 15 ptas. kilogramo, obtenidos en instalaciones que no pueden aprovechar la primera materia debidamente ni obtener la gama de productos que nuestro país necesita producir a un precio justo, pero inferior a su cotización actual, pues el maíz, a su precio de 2'50/2'80 ptas. kilogramo, como se paga actualmente, constituye la fuente más económica de hidrocarbonados que por hoy tenemos en España, y permitiría estimular la producción cada día creciente de este cultivo en Urgel.¹

Barcelona, diciembre 1955.

1. Autorizado por el autor del presente estudio, el Ayuntamiento de Balaguer ha presentado al I.N.I. el proyecto, prescindiendo del aprovechamiento de la vieja industria que en este original se propone.

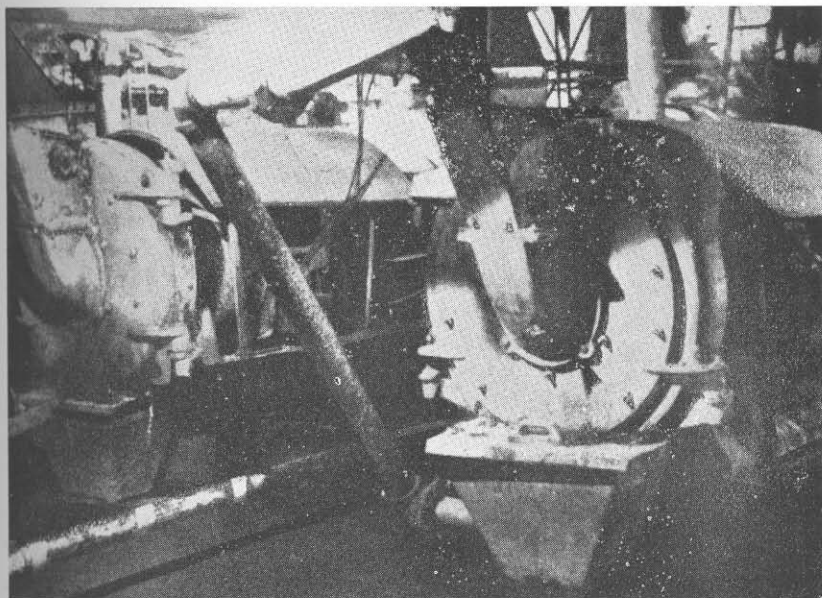


Figura 1

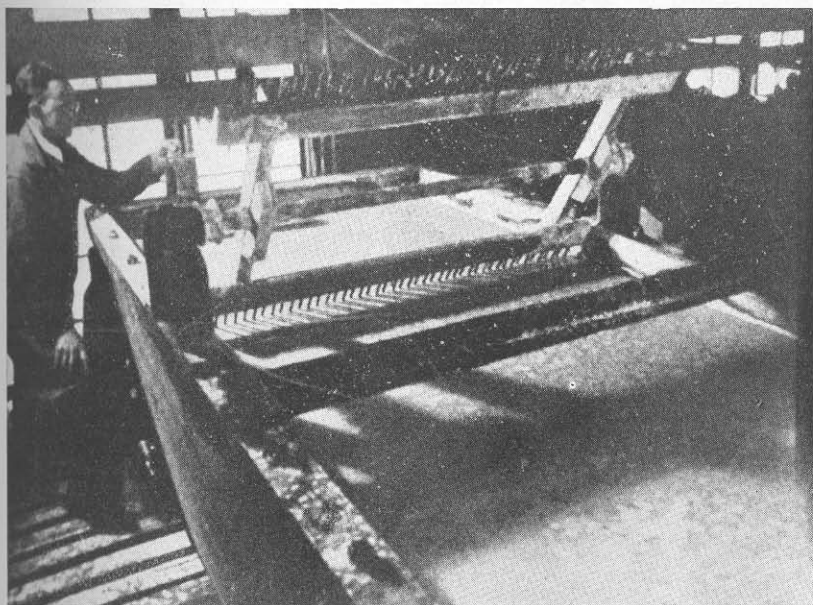


Figura 2

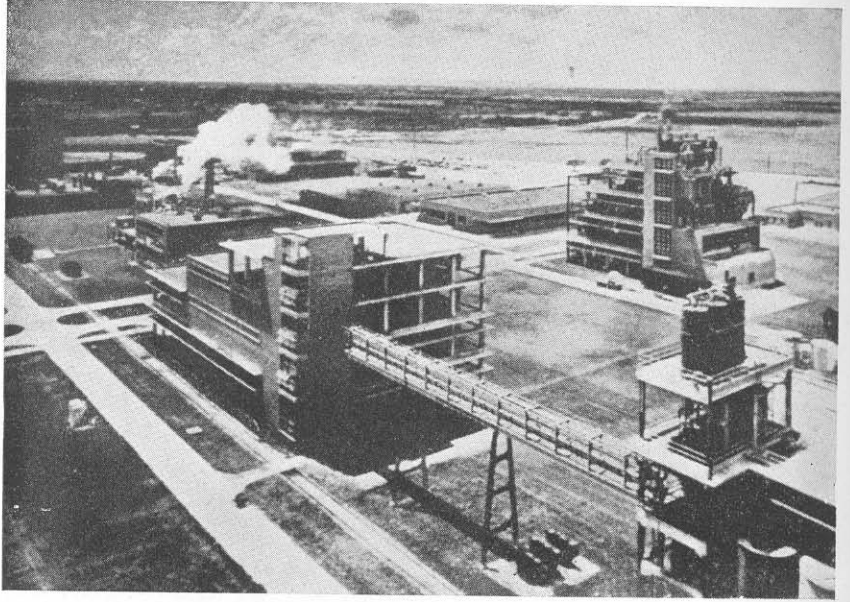


Figura 3