

LA EXTRACCIÓN

DE ALMÍDON DE CAMOTE

EN EL PERÚ

Proyecto industrial presentado a la

ESCUELA NACIONAL DE INGENIEROS

por Carlos Morales Macedo Puyó,

para obtener título profesional.

Lima, Mayo de 1950.

Señores Miembros del Jurado :

El estudio que someto a vuestra ilustrada consideración, para obtener el preciado título de Ingeniero, trata de la extracción de almidón de camote. He elegido un tema referente a una industria que no ha alcanzado el desarrollo que le corresponde en el Perú, dado el progreso de las manufacturas nacionales consumidoras del producto y nuestra capacidad de producción agrícola de la materia prima.

El proyecto consiste en la instalación de una planta fabril para elaborar 4 a 5 toneladas de almidón por día, utilizando el camote cultivado en los valles de la costa peruana. Pretende satisfacer así la creciente demanda en el país y contribuir a su independencia económica.

El presente trabajo no sólo es el modesto esfuerzo de un estudiante, sino una revelación de la generosidad de quienes ayudaron a llevarlo a buen término, no escatimando el aporte de sus conocimientos y experiencia profesional.

Debo expresar mi profunda gratitud a los maestros de la Sección Química de la ilustre Escuela Nacional de Ingenieros,

que mantendrán en mí la vinculación espiritual emanada de sus enseñanzas durante cinco años de vida estudiantil. En especial, a los profesores Ing.^s Germán Pflücker y Gamio, Mariano Tarnawiecki y Germán de la Fuente, por sus valiosos consejos para el mejor desarrollo de este proyecto industrial.

La deferente acogida recibida por el personal de los laboratorios de Química Agrícola en la Estación Experimental de La Molina, me permitió verificar los análisis del camote producido en el país, obligando mi agradecimiento. Al Dr. José Vega Machiavello corresponde una mención singular, por las facilidades otorgadas para observar de cerca el funcionamiento de la fábrica de almidón que él dirige y recibir la invaluable ayuda de su versación técnica.

VI.- EL ALMIDÓN REQUERIDO EN EL PERÚ

La demanda de almidón extranjero	Pag. 61. ✓
La producción actual en el Perú	63. ✓
La necesidad de almidón en el país	64. ✓
La capacidad de la proyectada fábrica	65. ✓

VII.- PARTE TÉCNICA

1.- Flow-sheet y balance de materias	68.
2.- El proceso de fabricación	69.
3.- Ubicación de la proyectada fábrica	79. ✓
4.- Construcciones	83.

VIII.- PARTE ECONÓMICA

1.- Costo de la materia prima	88.
2.- - agua y energía eléctrica	89.
3.- - terreno y construcciones	91.
4.- - maquinaria, equipo e instalaciones	92.
5.- - supervisión y mano de obra	93.
6.- Gastos fijos de mantenimiento	94.
7.- Capital necesario (capital de inversión) ..	95.
8.- Costo de producción	96.
9.- Utilidad	97.
 C o n c l u s i o n e s	 98.

ANEXOS

Velocidad de sedimentación de las partículas de almidón de camote	1001
Cálculo del secador	103.
Presupuesto de las construcciones	109.
 B i b l i o g r a f í a	 112.

- I -

G E N E R A L I D A D E S

EL ALMIDON EN LA NATURALEZA

EL ALMIDON EN LA INDUSTRIA HUMANA

LA INDUSTRIA DEL ALMIDON EN EL PERU

LA CONVENIENCIA DE FABRICAR ALMIDÓN EN EL PERÚ.

EL ALMIDÓN EN LA NATURALEZA

A estímulo de la energía solar, los vegetales realizan en la Naturaleza la maravillosa transformación de lo mineral en lo orgánico. Mediante la función clorofílica, las partes verdes de la planta captan el CO_2 del aire y lo descomponen, exalando el O_2 e incorporando el C a su propio organismo, para elaborar así, en sutiles reacciones bioquímicas, las variadas sustancias indispensables para la nutrición animal y para el mantenimiento de la vida en el planeta. Derivado de esa formidable acción biológica, el almidón está ampliamente difundido en el reino vegetal.

Las materias amiláceas constituyen una considerable reserva de carbohidratos contenida en el organismo de las plantas. Se encuentran en la corteza de tallos y raíces, se acumulan en tubérculos, se concentran en las semillas y frutos, mientras sus formas transicionales se difunden en las hojas verdes, circulan en el latex o aparecen como diminutos corpúsculos incluidos en las células vegetales.

Varía notablemente la proporción de almidón en las plantas y su contenido en las diferentes partes del organismo vegetal. Se encuentra en los granos de cereales en la subida proporción del 70 %, ciertas raíces y tubérculos contienen un 25 a 30 %, lo mismo que la medula de algunas palmeras y otras selectas estructuras vegetales; en proporciones menores, siempre es grande la difusión del almidón en el mundo de las plantas.

En la planta viva, el almidón se forma dentro del protoplasma celular como transformación de los corpúsculos de clorofila. Las inclusiones celulares llamadas "plastidos" o "leucitos" cargadas de clorofila (cloroleucitos), se convier-

ten en gránulos de almidón (amiloleucitos), como resultado de un proceso bioquímico substancial en la vida vegetal. Estos gránulos amiláceos, al principio pequeños y numerosos, se desarrollan hasta ocupar casi todo el citoplasma como una masa compacta; tal ocurre en las semillas de arroz, avena y demás cereales, en tubérculos como la papa y el camote, en raíces tuberiformes como la yuca o en tallos como el de la palma sagú.

No se conocen con precisión científica las diversas etapas del proceso que culmina con la producción de almidón, como resultado de la acción de la luz solar sobre las partes verdes del vegetal, cumpliéndose en la Naturaleza esa trascendente función clorofílica mantenedora de la vida. El maravilloso poder de transformar lo mineral en lo orgánico es un atributo de las plantas, que se ejerce mediante un mecanismo íntimo todavía desconocido en la Ciencia.

Numerosos experimentos prueban que la absorción de CO_2 y su descomposición subsiguiente sólo se verifican por mediación de la clorofila y en presencia de la luz. Son muy interesantes las investigaciones bioquímicas realizadas con el fin de conocer la verdadera naturaleza de la clorofila y revelar todo el proceso de la fotosíntesis. Se acepta que la clorofila no es una sola especie química definida y se la concibe como un estérido complejo integrado por varios pigmentos en diverso grado de oxidación. Hay razones para aceptar que uno de los primeros productos que se forman sea el formaldehído, que se polimeriza y da lugar a glúcidos como almidones y azúcares. Es evidente que los cloroleucitos se transforman en gránulos amiláceos, en cantidad proporcional al CO_2 desdoblado y de acuerdo con la intensidad de la energía luminosa.

Al estado natural, el almidón se presenta en gránulos dotados de una estructura que les es propia, ya sea cuando constituyen aisladas y disminu-

tas inclusiones celulares o cuando se condensan en las semillas o en compactos tubérculos. Los gránulos amiláceos de diferentes orígenes exhiben una notable variedad de formas y tamaños, aunque manteniendo una estructura que constituye su primordial carácter. Las partes verdes de una misma planta poseen variadas cantidades de almidón durante el día, según la hora y el estado atmosférico, siendo mayor al caer de la tarde y reduciéndose durante la noche.

No alcanza hasta ahora la investigación química, con sus más penetrantes análisis, a discernir esas diferencias entre los variados gránulos de almidón observables al microscopio o determinadas por procedimientos de orden físico. El gránulo de la papa se señala entre los de mayor tamaño y el del arroz entre los más pequeños, considerándose que las dimensiones generales varían entre 0,002 mm. y 0,185 mm. Los hay de forma esférica, ovoidea y poligonal, atribuyendo esta última a la compresión con los gránulos vecinos.

En el corpúsculo de almidón se aprecia un núcleo, que corresponde al centro geométrico a cuyo rededor la materia amilácea se dispone en estratos. La observación de los gránulos a la luz polarizada permite apreciar un "hilum" y una estructura estratificada, que consiste en estrías dispuestas de manera característica para cada especie vegetal y se supone generada por sucesivos estadios de deshidratación. Parece averiguado que, como lo afirmó Nægelli, el corpúsculo amiláceo crece de afuera hacia adentro, de manera que cada capa interior es más joven y menos densa que la que la rodea.

El gránulo amiláceo es una estructura biológica que no está constituida solamente por almidón. Entre sus variados componentes orgánicos e inorgánicos, figura como constante el ácido fosfórico en forma de fosfatos primarios o secundarios, a lo cual se atribuye la reacción debilmente ácida del conjunto. El variado tenor en Ph, Ca y acaso Si, materias grasas y otros productos orgánicos, influye en las propiedades de los almidones de diversa procedencia.

EL ALMIDON EN LA INDUSTRIA HUMANA

(Notas históricas)

El almidón fué conocido y utilizado desde los albores de la civilización, no sólo como vital ingrediente alimenticio sino como factor importante en varias industrias, que son exponente de progreso porque van incrementando el dominio del hombre en la Naturaleza.

Se afirma que los egipcios, desde 3.500 años A.C., daban consistencia a sus papiros con harina de cereales. Los griegos le dieron el nombre de " amydon ", acaso debido a que no se obtiene por el simple molido como la harina sino por el lavado de los productos vegetales que lo contienen.

Plinio, el célebre naturalista, se ocupa detenidamente del almidón en su magna obra de Historia Natural, señalando las muchas aplicaciones de esta materia orgánica ofrecida al hombre por el mundo de las plantas. Dioscórides, el fundador de la ciencia farmacéutica, trata del almidón y de los procedimientos para obtenerlo, dando así una interesante idea del progreso alcanzado por la industria química durante los primeros años de nuestra era cristiana.

Prolongóse el empleo del almidón durante la Edad Media hasta fines del siglo XIV, época en que dejó de ser estimado como insustituible factor para el apresto de los tejidos y en la manufactura de papel. Renació la demanda de almidón en tiempos posteriores y ya en el siglo XVI los holandeses lo fabricaban en grande escala. El uso de tan importante materia orgánica viene ampliándose en los tiempos modernos, especialmente desde el siglo XVIII en que se le estudia químicamente y se revelan sus muchas propiedades

y sus ingentes aplicaciones. En Europa se establecen fábricas para extraer almidón de maíz, trigo, arroz y variados cereales; la fécula de papa se obtiene por primera vez en Alemania hacia 1760; se instalan centrales para la producción de dextrina y de glucosa; y va engrandeciéndose el campo de aplicaciones del almidón, al punto de convertirse en un producto indispensable en la vida contemporánea.

Las estadísticas de la producción de almidón en Estados Unidos durante el año 1939 arrojaban ya la alta cifra de 2,7 billones de libras, casi todo procedente del trigo, cantidad que casi ha llegado a duplicarse durante el último decenio con la instalación de grandes fábricas de almidón de otras procedencias, especialmente las que funcionan en Maine para derivarlo de la papa y las más recientes en Florida para utilización del camote. En 1940, Alemania alcanzaba a producir 250 millones de libras anuales de fécula de papa. El Japón, que inició la fabricación de almidón de arroz en 1914, aumentó considerablemente su producción mediante extensos cultivos de camote. Actualmente, la fabricación de almidón se realiza por doquiera y es un índice del nivel industrial alcanzado por los pueblos civilizados; los países productores en grande escala son Estados Unidos, Bélgica, Inglaterra, Holanda, Canadá, Rusia, Italia y Argentina.

Es interesante anotar que en la demanda de tan grandes cantidades de almidón figuran en primer término las fábricas textiles, especialmente las de géneros de algodón; el comercio de lavadería, doméstica e industrial, se señala como el segundo gran consumidor, quedando en tercer lugar las fábricas de papel. Les siguen las industrias de explosivos con creciente demanda, las de pinturas, jabones, materias adhesivas, artículos de goma, materiales plásticos, productos alimenticios y farmacéuticos, insecticidas, etc.

LA INDUSTRIA DEL ALMIDÓN EN EL PERÚ

El admirable adelanto alcanzado por los antiguos peruanos en las artes textiles, hace suponer que el almidón fué utilizado durante la época precolombina, para dar consistencia y tersura a los hilos que habían de ser manipulados para la confección de finísimas telas. Contribuye a apoyar esta suposición, la amplitud de los cultivos autóctonos de papa, maíz y diversos cereales, y el dominio ejercido sobre esta producción agrícola.

En el Perú se inventó el "chuño" o sea la papa desecada por la acción de las heladas serranas, producto vastamente explotado durante la época incaica y ya casi abandonado. El chuño, genuino producto nacional, es un concentrado de materias amiláceas producido de manera natural por acción del frío intenso, que congela y dilata el agua de la papa y abre las estructuras celulares; y por el deshielo, que deja escurrir el agua por las grietas antes formadas y favorece así la desecación bajo el sol de las serranías

El Perú ha satisfecho sus necesidades de almidón importándolo de los países que lo producen en vasta escala. El progreso industrial de los últimos tiempos, especialmente en el ramo de tejidos, ha hecho ascender la demanda de almidón importado a la cantidad aproximada de 600 toneladas durante el último año 1949, como se expondrá en detallè al tratar de los factores económicos que rigen esta industria.

Son relativamente pocos los esfuerzos hechos hasta ahora para establecer en el Perú la fabricación de almidón, en la medida que satisfaga siquiera las necesidades nacionales. Es digna de mencionarse, porque ates-

tigua la necesidad que tenemos de producir almidón, la pequeña industria realizada en forma casera por algunas familias que a ello se dedican en las ciudades nortefías de Trujillo y de Chiclayo y en los pueblos de Porotó, Chongoyape y Chepén. También en nuestra fértil región selvática se extrae almidón de yuca en Tingo María, La Merced y algunos poblados de la región del Huayaga; en Iquitos se estableció una fábrica de tapioca, de muy limitado rendimiento. El primer ensayo de importancia técnica para fabricar almidón se realizó en terrenos de la hacienda Paramonga, instalándose una planta para derivarlo del camote de excelente calidad que se cultiva en ese valle.

Actualmente funcionan en Lima dos o tres fábricas esforzadamente dispuestas para la producción de almidón y otras que sólo se dedican a la refinación del que adquieren de los pequeños productores del norte. Entre las fábricas técnicamente dirigidas merecen citarse la que actúa bajo la razón social Sociedad Anónima de Industrias Diversas, "Sadid", y la que corresponde a "Industrias Peruanas, S.A."; esta última ha instalado inteligentemente las maquinarias e implementos de la primitiva fábrica de Paramonga para extraer almidón de camote, teniendo una capacidad de producción que supera en mucho a la que puede utilizar a causa de la escasez de materia prima.

De los incompletos datos que hemos podido obtener, se deduce que el rendimiento de cada una de estas últimas fábricas puede estimarse en un promedio de 250 kilos diarios de almidón, cantidad insuficiente para satisfacer las demandas industriales del país. La limitación y notoria escasez que ocurre en el mercado de los productos agrícolas requeridos por la industria del almidón, obliga a paralizar las fábricas durante períodos de tiempo que suelen prolongarse por varias semanas, con el consiguiente perjuicio económico.

LA CONVENIENCIA DE FABRICAR ALMIDÓN EN EL PERÚ

El desarrollo industrial del Perú, acentuado en los últimos años en progresión muy halagadora, viene aumentando la demanda de almidón, materia indispensable en las fábricas de tejidos, en las de papel, en los variados menesteres de lavadería y en otras actividades industriales bien arraigadas en el país.

La cantidad a que alcanza la importación de almidón extranjero y sus derivados, justifica ampliamente la conveniencia de instalar una fábrica moderna, con la capacidad de producción necesaria para satisfacer la economía nacional. Como se desarrollará con mayor fundamento en la parte técnica de este proyecto, conviene que el rendimiento de la fábrica supere a la actual demanda del país, que esté dispuesta para utilizar económicamente un solo producto agrícola, que se le ubique en lugar que convenga a los requerimientos de agua abundante y facilidad de comunicación con los centros de abastecimientos de la materia prima y con los mercados de mayor importancia; y que esté dotada de las maquinarias modernas que han perfeccionado esta industria tan difundida en el mundo civilizado.

Puede adelantarse el concepto de que el establecimiento de una planta productora de almidón que corresponda al actual progreso del Perú, no implica solamente el problema técnico de elaboración, que es ya bien conocido y está ya muy experimentado durante largos años de continuos perfeccionamientos industriales. En realidad, la fabricación de almidón, implantada sobre bases de positiva economía, requiere la seguridad de disponer de una producción agrícola capaz de cubrir ampliamente el abastecimiento de la nueva industria.

Elegido el camote como producto natural adaptable a la extracción de almidón en la costa del Perú, por las fundadas razones que expondremos apoyadas en trabajos de laboratorio, se confronta el serio problema agrícola del incremento de su cultivo, que actualmente apenas satisface las exigencias de la alimentación humana. Es evidente que una fábrica de almidón como la proyectada en el presente estudio, no podrá tener éxito mientras el camote continúe cultivándose en nuestra costa en la forma escasa e irregular que motiva sus alteraciones de precio en el mercado.

Para competir con el producto extranjero, el almidón nacional debe proceder de una fábrica que funcione sin interrupción y con alto rendimiento en calidad y cantidad. Un abastecimiento regular y abundante sólo puede obtenerse mediante la vinculación de la proyectada fábrica con un adecuado e importante centro de producción agrícola. En la costa del Perú no es difícil reunir en una sola empresa económica la producción de la materia prima y su explotación industrial, ya que algunos vegetales como el camote pueden cultivarse durante toda época del año, en forma densa e intensiva, con un rendimiento que aventaja al que se obtiene en otros países. El éxito alcanzado por las grandes empresas almidoneras radicadas en el sur de Estados Unidos, que pueden considerarse como las más adelantadas en esta industria, se debe a las extensas plantaciones de una variedad de camote caracterizada por su alto contenido de almidón.

Estas breves consideraciones preliminares están destinadas a afianzar el concepto de que el proyecto que presentamos como tesis estudiantil está apoyado sobre la supuesta base de una producción agrícola adecuada al mantenimiento de la industria de almidón en el Perú.

- II -

P R O P I E D A D E S Y U S O S D E L A L M I D Ö N

C O N C E P T O S F I S I C O S A C E R C A D E L A L M I D O N

P R O P I E D A D E S F I S I C A S

P R O P I E D A D E S Q U I M I C A S

P R O P I E D A D E S F I S I C O - Q U I M I C A S

U S O S D E L A L M I D O N

CONCEPTOS TEÓRICOS ACERCA DEL ALMIDÓN

Los recientes progresos en química de los carbohidratos han esclarecido un tanto nuestros conocimientos sobre la estructura de las moléculas de almidón y su disposición dentro del gránulo. Se acepta que corresponde al almidón la fórmula $(C^6 H^{10} O^5)^n$, pero se ignora aún la estructura química exacta de esta combinación orgánica, generalmente conceptualizada como una macromolécula poliglucósida dispuesta en cadena.

Nuevas investigaciones encaminadas a conocer el proceso natural de formación del almidón, que culmina en la organización del gránulo, la disposición estructural de la molécula amilácea y las propiedades de sus soluciones o de sus suspensiones coloidales, contribuirán a definir un concepto teórico capaz de servir de fundamento científico a las muchas aplicaciones que tiene el almidón.

Actualmente, se han definido mejor las propiedades físicas del grano amiláceo al estado natural, con observaciones al microscopio polarizador, experimentando con rayos X y otras radiaciones y empleando el novísimo microscopio electrónico; se ha estudiado diversos tipos de formaciones cristalinas dentro del gránulo; se investigan los procesos fisicoquímicos de hidratación, gelatinización, retrogradación y fraccionamiento, que son dependientes del estado coloidal; y hasta se han elaborado almidones sintéticos cuyas propiedades aún contrastan con las que se observan en el producto natural. La conocida reacción con el yodo, cuyo color azul oscuro despertó ya el interés de los descubridores de aquel elemento, ha sido objeto de una severa indagación científica para determinar la naturaleza de tan sugestiva reacción química.

Se ha generalizado la opinión, emitida por Maquenne y Roux, de que el almidón es una mezcla de dos hidratos de carbono : la amilopectina y la amilosa. La amilosa está en la parte interior de los gránulos, se disuelve en el agua dando soluciones coloidales de poca viscosidad y reacciona con el yodo dando la coloración azul intensa característica. La amilopectina forma la porción periférica del gránulo, contiene un éster de ácido fosfórico, se disuelve en agua con solución muy viscosa (engrudo de almidón) y se colorea en azul violado por el yodo; hidroliza por acción de los ácidos diluïdos produciendo glucosa.

Los almidones de las distintas especies vegetales difieren a causa de la variada intervención de estas dos sustancias. Se considera la mezcla promedial en la proporción de 80 a 85 % de amilosa por 20 a 15 % de amilopectina, aunque estos términos varían sensiblemente, a lo cual se atribuyen en gran parte las notables variantes en las propiedades del almidón que todas las plantas verdes, en proporción grande o pequeña, nos ofrecen en la Naturaleza.

Es evidente que el almidón es un compuesto orgánico de elevado peso molecular, cuya estructura corresponde a la de los "polisacáridos". En los últimos años ha ocurrido un sensacional avance de nuestros conocimientos sobre la estructura química de los carbohidratos y especialmente de los polisacáridos, cuyas moléculas complejas se descomponen por hidrólisis en los varios monosacáridos. Los polisacáridos más típicos son el almidón, la celulosa, el glicógeno y las dextrinas, entre los cuales el almidón es el representante más avanzado de la evolución química de este importante grupo de materias orgánicas.

Dos teorías pretenden explicar la constitución de los polisacáridos : la polimerización y la condensación. La primera, propuesta por Hess y Sauer

dinger, considera una unidad polimérica de constitución definida, que se asocia por medio de átomos de hidrógeno (hydrogen bonds) para formar complejas combinaciones de alto peso molecular. La segunda, que ha sido diversamente interpretada por los químicos modernos, conceptúa a los polisacáridos como simples cadenas de monosacáridos (azúcares anhidros) unidos por moléculas de glucosa (glycosidic linkages).

66

PROPIEDADES FÍSICAS

Al estado de pureza, el almidón es un polvo blanco, delezneable y con un brillo peculiar, áspero al tacto, sin olor ni sabor. Es insoluble en el agua; si se le agita en bastante proporción de agua fría, se produce una lechada en la que el almidón sedimenta con lentitud. Aunque el agua fría no ataca al almidón, es absorbida en gran escala y penetra al interior del gránulo. Si los gránulos se disgregan por acción mecánica, el protoplasma celular se hincha por considerable absorción de agua. Las suspensiones así formadas obedecen a las leyes del estado coloidal.

A temperaturas normales, el almidón es también insoluble en el alcohol, en el eter y demás disolventes usuales. Mantiene una proporción aproximada de 18 % de humedad, que pierde bajo la acción de una corriente de aire seco y caliente, adquiriendo activa propiedad higroscópica, pues rápidamente absorbe agua atmosférica hasta alcanzar su tenor normal, llegando a un 35 % de humedad en un ambiente saturado de vapor de agua.

La densidad del almidón seco varía según su procedencia vegetal y muestra las fluctuaciones debidas a su cambiante proporción de humedad. El peso específico de la fécula de papa se estima en 1,65, siendo algo menor el que corresponde al camote y aceptándose la cifra 1,5 como promedio en los cereales. Estas apreciaciones se refieren a los almidones

al estado anhidro; las densidades disminuyen a medida que aumenta la capacidad de absorción de agua.

El almidón anhidro soporta sin cambio alguno un calor de 160° C. Si la temperatura aumenta, el almidón se tuesta con parcial transformación en dextrina. Si el almidón no ha sido previamente desecado, se transforma rápidamente desde los 150° , formándose desiguales proporciones de dextrinas y azúcares reductores. Las investigaciones acerca de la acción del calor sobre las diversas clases de almidón han dado resultados muy variados.

Sometido a la acción del agua caliente, el almidón se hincha, los gránulos se rompen y el conjunto se transforma en el líquido viscoso conocido con el nombre de "engrudo de almidón". Esta gelatinización se realiza a temperaturas variables según la procedencia del almidón, señalándose 65° para la papa, 70° para el camote, 75° para el maíz, 80° para el trigo y el arroz y 85° para la avena.

También se aprecian diferencias respecto a la viscosidad del engrudo, la que disminuye cuando se hace actuar la potasa y los ácidos diluidos. El engrudo espeso forma al enfriarse una masa sólida y consistente, de aspecto córneo o aún vítreo, que se agrieta dando salida a una pequeña proporción de agua, la que no vuelve a mezclarse con el almidón al elevarse la temperatura. El almidón seco se conserva bien, sin entrar en la putrefacción que sufre el engrudo.

Con el nombre de "almidones solubles" se designan las desiguales mezclas de productos del desdoblamiento del almidón, obtenidas mediante la acción de los ácidos, álcalis u oxidantes sobre el almidón natural. Se obtienen así substancias de variadas aplicaciones industriales, que se caracterizan por disolverse en agua caliente sin formar engrudo, por no reducir el licor de Fehling y por mantener la coloración azul en su reacción con el yodo.

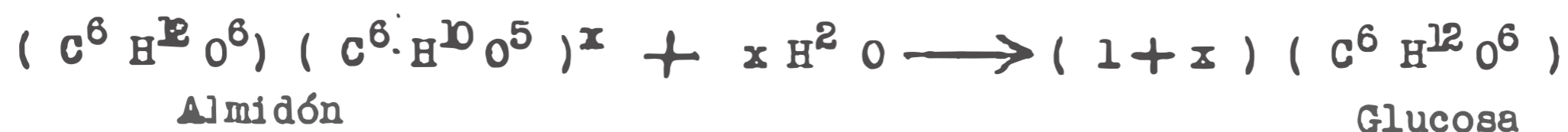
Los muchos productos industriales llamados "almidones solubles" se clasifican de acuerdo con los reactivos usados en su preparación y los hay ácidos, alcalinos, oxidantes, etc. El engrudo y el almidón hecho soluble desvían a la derecha el plano de polarización de la luz. Los almidones solubles se emplean ventajosamente en la industria de tejidos, pues con ellos se obtiene una impregnación profunda de las fibras, lo que da apreciable rigidez a los hilos, a diferencia del simple engrudo de almidón que sólo se deposita en la superficie.

PROPIEDADES QUÍMICAS

Los almidones son hidrolizados por los ácidos diluidos transformándolos en azúcares, como fué conocido hace más de un siglo. Una exhaustiva revisión de las condiciones en que se opera esta reacción, permite afirmar que los diversos almidones forman una serie de sustancias orgánicas semejantes aunque no idénticas; todos están compuestos por unidades de glucosa dentro de moléculas complejas de varios tipos.

El proceso hidrolítico que culmina con la obtención de glucosa, ha permitido el estudio de los productos intermedios y terminales de esta reacción y de sus residuos, lo cual ha esclarecido nuestros conocimientos sobre la naturaleza misma de los almidones. En la práctica, la acción lenta de los ácidos diluidos sobre el almidón corresponde a la siguiente transformación : almidón \longrightarrow dextrina \longrightarrow maltosa \longrightarrow glucosa.

Teóricamente, se admite que la hidrólisis de cualquier almidón comprende por lo menos dos reacciones sucesivas, que tienen por base la siguiente ecuación :



El proceso de la hidrólisis va acompañado de notorios cambios físicos y químicos. La suspensión amilácea pierde su estado coloidal, se hace más fluida y límpida, los hidratos de carbono se tornan más livianos y la solución adquiere sabor dulce. La intensa reacción azul con el yodo palidece y va cambiando a violeta y a rosado cada vez más débil, hasta que desaparece toda coloración, lo cual anuncia el término de la hidrólisis. A medida que transcurre el proceso de la hidrólisis, se aprecia con el polarímetro la progresiva rotación de la luz hacia la derecha, desviación que acusa la formación de dextrosa.

Los distintos ácidos minerales y orgánicos tienen variado poder hidrolizante. Tomando como 100 el que corresponde al equivalente del HCl (36,5 gr.), se aprecia el del SO_4H_2 en 70 y el del ácido tartárico en 2,5 ; para otros ácidos se ha hecho cálculos semejantes.

La oxidación del almidón produce modificaciones sustantivas, que han dado margen a interesantes trabajos de laboratorio y han estimulado los usos industriales de las materias amiláceas. La acción del peróxido de hidrógeno, la de los halógenos y la de variados oxidantes como permanganato de potasio, bicromato de potasio, cloruro férrico, fluorina, percloratos, hipocloritos, etc., producen alteraciones en la viscosidad, consistencia, poder reductor, enturbiamiento, digestibilidad por la amilasa y otros más, que son aprovechados para determinados requerimientos de la industria.

La degradación del almidón por el calor y determinados reactivos, da lugar a los productos conocidos con el nombre de "dextrinas". La conversión del almidón en dextrina es esencialmente una degradación o sea un proceso de despolimerización, que da lugar a la formación de sustancias cuyo elevado peso molecular es intermedio entre el de los almidones y el

de los oligosacáridos. La hidrólisis del almidón en etapas sucesivas permite obtener estos productos, de variada solubilidad en agua, de poca viscosidad e insolubles en alcohol. Las distintas clases de dextrinas se caracterizan por su variada reacción con el yodo, produciendo coloraciones azulinas, violetas o rosadas. Las principales se denominan: amilodextrina, eritrodextrina, acrodextrina y maltodextrina. El calor, los ácidos, las enzimas y otros agentes de "dextrinización" se emplean combinadamente para obtener una variedad de dextrinas, cuyas propiedades dependen del tipo de almidón elegido, de su humedad, de las condiciones en que se hace la elaboración como el grado de temperatura, la rapidez de la calefacción y otros factores.

Los almidones son sumamente sensibles a las acciones fermentativas. Las enzimas específicas o amilasas, actuando en pequeñas proporciones, producen la transformación de ingentes cantidades de almidón. Las principales acciones diastásicas pueden reducirse a tres : la liquefacción, la dextrinización y la sacarificación. Una diastasa específica actúa sobre el engrudo de almidón, licuándolo a medida que se produce el desdoblamiento de sus moléculas, hasta transformarlo en una mezcla de maltosa e isomaltosa ($C^{12}H^{22}O^{11}$), con formación de varios productos intermedios.

Los ácidos minerales concentrados producen una substancial descomposición del almidón, formándose ácido fórmico, ácido levulínico, ácido oxálico y otros compuestos. El ácido nítrico actúa dando lugar a nitratos de almidón y haciendo actuar una mezcla nitrosulfúrica se obtienen tetranitratos y exanitratos.

Los álcalis ejercen sobre el almidón una acción disolvente y cuan-

do se les emplea en fuerte proporción dan lugar a dextrinas y azúcares.

La acción del sulfuro de carbono y de la soda cáustica permite obtener una materia viscosa, que ha sido estudiada y se le conoce con el nombre de "cola vegetal".

Tratado el almidón por legía de soda y por cloruros de magnesio, zinc, calcio y otras sustancias, se produce en frío la hinchazón de los gránulos y se obtienen engrudos cuya consistencia varía en relación con la calidad y el tenor de las soluciones empleadas.

La coloración azul intenso del almidón en presencia del yodo llamó la atención de los hombres de laboratorio desde los albores de la química moderna y continúa siendo considerada como la reacción química característica y de mayor sensibilidad. Revisten interés científico las investigaciones realizadas para conocer el proceso íntimo de esta reacción, que genera compuestos considerados como yoduros de almidón, y para explicar sus notables variaciones a medida que transcurren las acciones de hidrólisis, oxidación y degradación de las materias amiláceas. Se atribuye la coloración azul a una acción específica del yodo sobre la amilosa, una de las dos sustancias integrantes del gránulo de almidón, la cual puede considerarse como la parte principal, activa e inestable, de este producto orgánico derivado de la vida vegetal.

PROPIEDADES FISICO QUÍMICAS

El almidón es una sustancia orgánica, un producto biológico, con los caracteres fisicoquímicos inherentes al estado coloidal de la materia. Así lo demuestra la sensibilidad de las suspensiones acuosas de almidón a la temperatura, a la concentración iónica (pH), a la presencia de electrolitos; refuerzan también este concepto, la especificidad de cada variedad de almidón y la relación sustantiva que se mantiene entre las propiedades ostensibles de los diversos almidones y la integridad de su propio gránulo amiláceo.

Como producto de la vida de las plantas, en el almidón ocurren los conocidos procesos de ósmosis, difusión, tensión superficial, adsorción, viscosidad, etc., vinculados con las íntimas actividades biológicas. Mientras forma parte de la estructura vegetal, el gránulo de almidón es un elemento vivo, al mismo título que el glóbulo de la leche animal o el de la sangre humana.

Las suspensiones de almidón en agua constituyen sistemas dispersos, cuyo grado de dispersión está sujeto a continuas variaciones, capaces de gelatinizar formando engrudo y sensibles a la temperatura, a la concentración acuosa, al estado de integridad del gránulo, al valor del pH, a la presencia de otras sustancias, etc.

Importantes investigaciones modernas revelan que el almidón en presencia del agua, lo mismo que en el seno del organismo vegetal, actúa obedeciendo a las leyes del estado coloidal. Estudios experimentales sobre los geles del almidón de papa (*) demuestran que su fortaleza decrece cuando la temperatura a que se hace el engrudo asciende a más de 85° C. y

(*).- R.T.Wittemberg y G.C.Nutting.- Industrial Engen. Chemistry. Agosto, 1948.

aumenta progresivamente en concentraciones de almidón entre 6 y 11 %.

Un pH menor de 4 o mayor de 9,5 reduce la consistencia de la gelatinización. La adición de sacarosa hasta un 35 % a los engrudos aumenta su fortaleza, clarificación y estabilidad ante los cambios de temperatura, mientras disminuye su dureza.

La gelatinización de las dispersiones coloidales de almidón se dificulta notablemente cuando los gránulos han sido mecánicamente destruidos. La consistencia del engrudo depende de la magnitud de la hinchazón de los gránulos y de su persistencia. La microfotografía demuestra, en forma clara y detallada, la relación existente entre las propiedades de los geles de almidón y la condición de los gránulos. Otras investigaciones bien conducidas revelan análogas características en las dispersiones acuosas y en los procesos de formación de geles de almidones de trigo, maíz, arroz y otros cereales, con variantes debidas a la clase de almidón y al procedimiento seguido para la gelatinización.

Está bien averiguado que el gránulo de almidón no está integrado solamente por carbohidratos y que la presencia de otras sustancias altera notablemente sus propiedades fisicoquímicas. Así se observa que las capacidades para la absorción de agua están en razón inversa del tenor en Ph, Ca, Si y materias grasas; y en razón directa del tamaño de los gránulos, siempre que los almidones que se compara tengan la misma procedencia vegetal. En el estallido de los gránulos amiláceos por la acción del calor, también influyen diversos factores, en especial el desigual contenido de materias inorgánicas. En la práctica se reconoce la dificultad de elaborar un almidón realmente puro, ya que hay impurezas que no pueden eliminarse por los usuales procedimientos industriales.

USOS DEL ALMIDÓN

A la gran difusión del almidón en la Naturaleza, corresponden sus vastas aplicaciones para satisfacer las necesidades de la vida humana. El almidón y sus muchos derivados intervienen primordialmente en nuestra diaria alimentación, en la manufactura de los tejidos con que nos vestimos y de los que usamos en los menesteres del hogar, en el lavado de la ropa, en la confección de jabones y productos de limpieza, en la fabricación del papel y sus similares, en numerosos objetos de uso corriente, siendo una materia fundamental e indispensable en la vida moderna.

El desarrollo de las industrias locales del almidón y sus derivados es un índice del adelanto de los pueblos y a los avances de la civilización corresponde una mayor demanda de este producto, cuyas aplicaciones se ampliarán a medida del progreso técnico de la humanidad. Nos limitaremos a hacer una breve relación de los principales usos del almidón, seleccionando aquellos que tienen más importantes aplicaciones industriales.

La manufactura de papel . - La industria del papel es una de las mayores consumidoras de almidón. Se agrega almidón a la pulpa de papel y también se usa mezclado a otros ingredientes como una cubierta de superficie para dar mayor tersura a la hoja de papel. Después de realizada la digestión, el lavado y el blanqueo de la pulpa cruda, colorándola si fuera deseable, se pasa al proceso del batido en conve-

niente cantidad de agua, que desintegrará la pulpa por acción mecánica preparándola para disponerla en láminas finas y homogéneas.

El almidón que se agrega en los batidores aumenta la taleza de la futura hoja de papel; y de la proporción en que participa el almidón depende la clase de papel que se fabrica, según el uso a que se le destina. En la oclusión de los poros del papel, en su grado de consistencia, en su opacidad o brillo, en su resistencia al doblado, en las variantes de espesor y de peso, intervienen almidones de diversas calidades, sea solos o unidos a arcilla u otros ingredientes.

Las industrias textiles . - El principal uso del almidón en la industria textil es para mantener el torcido de los hilos antes de las operaciones de tejido, lo cual se considera indispensable para el buen funcionamiento de los telares. El apresto de los hilos con almidón apropiado les da uniformidad en el calibre y una fortaleza que evita su ruptura durante las manipulaciones del tejido.

Después de la imbricación de los hilos, el almidón se emplea en el acabado de las telas. También se le usa unido a algún tinte, para la fabricación de pastas de imprimir en tejidos.

Las industrias de fermentación . - En la acción de las enzimas específicas sobre el almidón se basan varias importantes industrias, que utilizando determinadas levaduras, hongos y bacterias fabrican productos químicos de uso muy difundido. Cada producto derivado de una acción fermentativa sobre el almidón requiere que intervenga una diastasa especial y que actúe en las condiciones más favorables de temperatura, tenor acuoso, grado del pH, etc.

Manteniéndose dentro de los principios generales que rigen la acti-

vidad de los fermentos, son muy diversas las técnicas empleadas para promover las acciones diastásicas que dan por resultado importantes productos químicos. Entre los que tienen mayor interés comercial, citaremos : alcohol etílico, butanol, acetona, ácido láctico, ácido cítrico, ácido glucónico, glicerol.

La confección de alimentos y las industrias nutritivas . - El almidón tiene gran importancia como uno de los factores primordiales en la alimentación humana, no sólo como ingrediente natural de los productos vegetales sino como material elaborado que se emplea en la confección de alimentos y es base de numerosos preparados industriales. Desde luego, el almidón al estado natural es una materia indispensable para la nutrición animal.

Una libra de almidón genera 1.800 calorías, casi la mitad de la energía necesaria diariamente por un hombre en actividad normal. Los principales almidones empleados como alimento proceden de la papa, el maiz, el trigo, el arroz, la tapioca, la yuca, la quinoa, el sagú y otros vegetales más. La harina de trigo de que se hace el pan cotidiano contiene 72 a 75 % de almidón, 7 a 13 % de proteínas, 0,4 a 0,7 % de minerales y pequeñas proporciones de ciertos productos orgánicos como azúcar, grasas, enzimas, etc.

Las muchas industrias dedicadas a la confección de alimentos preparados, requieren una importante provisión de almidón. Se calcula que una buena proporción de almidón industrial se consume bajo la forma de pequeños paquetes preparados para la cocina doméstica, lo cual incluye polvos para hornear, confecciones diversas, pasteles y productos de repostería.

Las industrias de adhesivos . - El arte de preparar y usar colas, gomas y materias adhesivas es muy antiguo, aunque los principios científicos en que se basa son de conocimiento relativamente reciente. El almidón es la materia principal para la fabricación de adhesivos muy variados y de uso muy extendido.

La degradación del almidón al estado seco, por la acción del calor y de determinadas sustancias químicas, conduce a la obtención de los productos que se conocen comercialmente con los nombres de dextrinas blancas, dextrinas amarillas y gomas inglesas. Las dextrinas constituyen la base de productos que se emplean ventajosamente para el encolado y adherencia de diversos materiales.

Entre los muchos tipos de adhesivos derivados de materias amiláceas, figuran la aplicación de almidón puro in situ para provocar su ~~gel~~ gelatinización; el almidón como relleno mezclado a harina, pulpa de papel o arcilla, muy usado en la confección de muñecos y moldeados artísticos; las colas o pegas Veneer, que se preparan con tapioca; los preparados con dextrina, de rápido secado, para sobres y gomas de escritorio; las colas especiales para bolsas y tubos de papel, cajas de cartón y maletas; la confección de papel engomado, cintas adhesivas, etiquetas, etc.; las gomas de varias clases, unas especialmente solubles en agua fría y otras resistentes a la humedad.

La fabricación de glucosa . - La demanda creciente de glucosa, utilizada de preferencia a cualquier otro azúcar para productos finos de confitería, conservas, dulces, jarabes y también para usos farmacéuticos y medicinales, establece una de las aplicaciones más importantes del almidón . Las fábricas de glucosa, ya muy difundidas, requieren una provisión considerable de materias amiláceas.

Aunque la glucosa es el mayor producto de la hidrólisis de los almidones, los métodos comerciales producen jarabes impuros con un contenido que varía de 25 a 65 % de glucosa, con lo cual se satisfacen las gruesas exigencias industriales. Mediante procedimientos de concentración y refinado, se puede obtener después hidrato de glucosa, glucosa anhidra refinada y finalmente la α -dextrosa que es substancialmente pura. Los dos isómeros anhidros, la α -D-dextrosa y la β -D-dextrosa se obtienen en forma cristalina, son extremadamente solubles en agua y tienen señaladas aplicaciones.

Las industrias de explosivos . - Las industrias de explosivos están utilizando el almidón en cantidades crecientes y ya constituyen una importante fuente de consumo de este producto. Los nitratos y otros derivados nitrogenados del almidón tienen la propiedad de descomponerse con violencia explosiva bajo determinadas condiciones. A juzgar por la considerable demanda de almidón durante los últimos años para la fabricación de explosivos, esa propiedad está siendo aprovechada en las industrias de guerra.

- III -

LA MATERIA PRIMA EN LA INDUSTRIA

LA MATERIA PRIMA EN LA INDUSTRIA DEL ALMIDON

LA ELECCION DEL CAMOTE COMO FUENTE INDUSTRIAL DE ALMIDON

LA MATERIA PRIMA EN LA INDUSTRIA DEL ALMIDÓN

La gran difusión del almidón en la Naturaleza lo consagra como el más importante de los productos terminales del metabolismo de las plantas. El químico lo encuentra integrando en variadas proporciones las diversas partes del organismo vegetal, presentándose así como el componente ternario cuya notoriedad en el mundo de las plantas sólo puede compararse con la que alcanzan las materias proteicas, cuaternarias, en el mundo de los animales. A pesar de la amplitud del dominio natural del almidón, son relativamente pocas las plantas que suministran este producto en condiciones aprovechables para fines industriales.

La industria se rige por factores económicos y confronta el doble problema de la producción agrícola de la materia prima utilizada y de la posibilidad de que tal producto pueda sustraerse a las naturales demandas de la alimentación humana. Por ello es que la industria del almidón se abastece de los vegetales apropiados que tienen más fácil y extendido cultivo en una región, teniendo más en cuenta la abundancia del producto que la proporción de almidón contenida en la unidad de peso o de volumen.

Aunque el análisis químico demuestra que la mayor proporción de almidón está concentrada en las semillas de cereales como arroz, trigo, maíz, cebada, centeno y avena, la utilización de esos granos en la alimentación humana y animal, tan controlada en los últimos tiempos, ha reducido notablemente la actividad de las correspondientes fábricas de almidón. Por

análoga razón, no se emplean en la elaboración de almidón las leguminosas como lentejas, habas, arvejas, frijoles o pallares, a pesar de que su contenido en materia amilácea es también muy subido.

En los últimos tiempos, gran parte del almidón industrial procede de tubérculos como la papa y el camote, de raíces tuberiformes como la yuca y aún del tronco de palmeras como el sagú. En todo caso, cuando se trata de elegir la materia prima capaz de abastecer una fábrica de almidón, se presenta un problema de producción agrícola que adquiere importancia dominante sobre los demás factores de tecnología química.

De los repetidos análisis realizados por autorizados químicos para determinar el contenido de almidón en diversos productos vegetales, se obtienen los siguientes promedios:

Arroz	75 %.	Lentejas	38 %
Maíz	56	Avena	30
Trigo	54	Yuca	21
Cebada	42	Papas	18
Centeno	41	Camotes	17
Arvejas	38	Plátanos	12

Importa considerar que el contenido de almidón varía en una misma especie vegetal en límites bastante extensos, según la variedad de la planta, el lugar de producción y aún la época del año en que ha sido cultivada. Así se explican las notorias diferencias en el porcentaje de almidón obtenido por los diversos analistas. Las cifras arriba consignadas representan un promedio deducido de varias relaciones de análisis. Sólo la que se refiere al camote ha sido personalmente comprobada por nuestros trabajos de laboratorio, en las variedades de este tubérculo que se cultivan en los alrededores de Lima.

Además de su diverso contenido en materia amilácea, los varios productos vegetales que suministran almidón poseen propiedades singulares o espe-

ciales, lo cual justifica la preferencia de que gozan para determinados usos, aunque siempre conservan las propiedades generales de todos los almidones.

El trigo (*Triticum sativum*) es uno de los granos que contiene mayor proporción de almidón. Los muchos análisis verificados señalan las siguientes cifras promediales : 54 % de almidón, 12 % de gluten, 19,5 % de salvado o afrecho, dejando el resto disuelto en las aguas residuales. La gran demanda de trigo para la alimentación encarece su empleo para la fabricación de almidón, siendo ventajosamente reemplazado por otros productos. No obstante, es considerable el rendimiento de las antiguas fábricas de almidón de trigo en Canadá y Estados Unidos.

El arroz (*Oriza sativa*) está señalado como el producto vegetal más rico en almidón, pues se le ha logrado extraer hasta en la subida proporción del 80 %. Suministra un almidón fino y muy apreciado, ya que su gránulo es uno de los más diminutos que se conoce (0,022 mm.). Se le prefiere para el apresto de los tejidos, pues se impregna fácilmente y da gran resistencia a los hilos manipulados en los telares. Muy extendida estuvo la fabricación de almidón de arroz en la China oriental y en el Japón, habiéndose instalado también fábricas en Inglaterra.

El almidón de maíz (*Zea maiz*) se fabrica con notable extensión en Estados Unidos, desde donde se difunde el producto conocido como "corn starch" y sus muchos similares usados en la confección de alimentos. La subida proporción de materia amilácea en el grano de maíz (56 %) compensa en mucho el mayor precio de la materia prima y mantiene la activi-

dad de fábricas de alto rendimiento. Gran parte del almidón de maíz deriva hacia la preparación de productos que gozan de considerable demanda para la diaria alimentación humana, generalmente en mezcla con otros cereales y farináceos, restos celulósicos y aún materias minerales.

La papa (Solanum tuberosum) suministra el tubérculo que mantiene la producción de la gruesa industria almidonera. Aunque la proporción de almidón contenido en la papa sólo alcanza un promedio de 18 %, su utilización como fuente de la industria almidonera está extendida por todo el mundo. Las grandes fábricas establecidas en Inglaterra e Irlanda, en Alemania y la Europa Central y más recientemente en Estados Unidos, abastecen al comercio mundial con almidón derivado de este tubérculo, cuyo cultivo se ha propagado por todas las latitudes. La fécula de papa es bastante blanca, delezneable, brillante, y puede obtenerse en un grado de pureza que satisface las demandas industriales, siendo empleada preferentemente para la fabricación de glucosa y dextrinas.

Interes mencionar el chuño o sea la papa desecada por la acción de las heladas, producto genuino del Perú y alimento preferido por la población indígena de la sierra peruana. La técnica europea ha perfeccionado los procedimientos de desecación y refrigeración natural conocidos desde antiguos tiempos en nuestro país y prepara una "harina de chuño", con alto contenido en fécula, muy apreciada en la alimentación y de uso limitado en la industria manufacturera.

El camote (Ipomea batata) es ventajosamente utilizado para la obtención de almidón en las comarcas cálidas y templadas, donde su cultivo puede intensificarse con provecho. Su contenido en almidón, que puede estimarse en un promedio igual al de la papa, especialmente para las varie-

dades usadas en la alimentación como las que se cultivan en la costa peruana, alcanza un rendimiento de 30 y 35 % en cierta variedad de tubérculos lograda en Estados Unidos mediante procedimientos de selección botánica. El almidón de camote es preferido en la industria textil, pues da a las fibras mayor rigidez y consistencia, penetrando mejor en la trama de los tejidos. Para el lavado de la ropa, el almidón de camote se puede emplear en proporción 20 % menor que el de papa, dando mayor tersura a las telas y aumentando el brillo al planchado. El beneficio del camote para la fabricación de almidón se ha extendido ~~mucho~~ mucho en los últimos años, siendo importantes las colosales plantas de producción instaladas recientemente en el sur de Estados Unidos, las que desde tiempo atrás funcionan en el Japón, China y la isla de Java, las de Cuba y Centroamérica, las de Brasil y Argentina.

La yuca (Manihot aipi), de cuyas raíces tuberiformes se extrae una fécula muy apreciada, es planta muy difundida en las selvas tropicales de América y cultivada en muchas regiones cálidas. Su utilización para la industria de almidón ha adquirido notable auge en las islas Filipinas, donde funcionan fábricas de alto rendimiento. Los ensayos realizados en la región oriental del Perú, donde la yuca prospera en forma admirable, son un augurio feliz del éxito que podría alcanzar la implantación de esta industria a base de intensivos cultivos de yuca en las tierras vírgenes de la región selvática peruana. Tal empresa tendría vastas proyecciones, pues comprendería no sólo la fabricación de almidón, sino la de otros importantes derivados de la yuca.

En el Brasil se prepara la fécula de "manioc", que sirve para la confección de panes, tortas y otros productos alimenticios. Uno de los derivados que goza de mayor demanda comercial es la "tapioca", obtenida

calentando la harina de yuca en planchas de hierro, para que los granos amiláceos hinchen, revienten y adquieran al enfriarse la forma de bolitas duras y traslúcidas (tapioca perlada), pudiendo obtenerse también en forma laminar. De la yuca procede el "gaplek", palabra malaya que designa las raíces peladas, rebanadas y desecadas, que se exportan desde la isla de Java y se usan como preciado alimento en substitución del pan. En toda la región oriental del Perú, la yuca mondada y tostada también reemplaza al pan cotidiano, aunque todavía no se ha industrializado este benéfico producto como se hace en las islas holandesas. El almidón de yuca se caracteriza por su suavidad y finura, a lo cual se atribuye la preferencia de que disfruta para usos de lavadería y planchado.

Las féculas conocidas con el nombre genérico de "sagú" se extraen de los tallos de varias especies de palmeras (Metroxylum sagus, Sagum Rumphii, Sagum farinifera, etc.). Son objeto de una activa industrialización en algunas islas oceánicas y en las comarcas africanas donde estas palmeras son parte importante de la flora indígena. Los diversos tipos de almidón de sagú se caracterizan por su singular consistencia y son muy estimados para la fabricación de pastas adhesivas.

LA ELECCIÓN DEL CAMOTE COMO FUENTE INDUSTRIAL DE ALMIDÓN

El proyecto de instalar una fábrica de almidón en el Perú, implica la acertada elección de un producto vegetal primario, de fácil y extenso cultivo en el suelo nacional y capaz de satisfacer las demandas ~~indús~~ industriales de todo el país. La diversidad de ambientes naturales que se ofrecen a la producción agrícola en el dilatado territorio nacional, impide la selección de una sola especie vegetal cultivable con éxito en costa, sierra y montaña.

Desde luego, una primera apreciación téorica inspirada en la observación de los productos naturales en las tres grandes regiones del país, permite señalar a la papa como el tubérculo autóctono de la sierra, donde su producción podría incrementarse y conservarse bajo la forma de chuño para satisfacer la constante demanda de una fábrica de almidón; al camote como planta de próspero rendimiento en toda la región de la costa, donde puede cultivarse extensamente durante toda época del año; y a la yuca como al producto natural que abunda en la región selvática, donde puede industrializarse y alcanzar un futuro muy promisor.

La proximidad a los centros industriales más importantes del país, las facilidades de transporte, la mayor actividad del comercio y muchas otras consideraciones de orden económico, que serán expuestas en detalle, apoyan la conveniencia de instalar un primer gran centro productor de almidón en un lugar apropiado de la región litoral peruana. La elección del camote como la planta productora de almidón más conveniente para su

cultivo extenso en los valles de nuestra costa, está sustentada en razones prácticas de carácter inobjetable, especialmente si se las compara con las que pudieran aducirse en favor de cualquier otro vegetal.

Los estudios experimentales realizados en la Estación Agrícola de La Molina, cuyos resultados serán considerados en toda su importancia, demuestran las condiciones excepcionalmente favorables que ofrecen los valles de la costa peruana para el cultivo del camote. Por otra parte, los notables progresos alcanzados por la industria almidonera mundial durante los últimos quince años se deben al perfeccionamiento técnico de las fábricas que utilizan el camote como materia prima y a la labor agrícola que ha seleccionado y cultivado variedades de este tubérculo con alto contenido de almidón.

La elección del camote como planta productora de almidón constituye una moderna conquista industrial, cimentada sobre firmes bases económicas. Aunque en el Japón se utilizó el camote para fabricar almidón desde hace más de un siglo, sólo desde 1935 se ha logrado perfeccionar esta industria en Estados Unidos, donde se ha resuelto el problema de producir almidón blanco de alta calidad derivado del camote. Tal es el resultado de notables investigaciones experimentales, proseguidas con rigor científico, tanto en el campo de la agricultura como en el de la tecnología industrial.

Los primeros ensayos practicados en terrenos de Laurel (Missouri) produjeron cosechas de camote, que pronto fueron superadas en cantidad y densidad de los cultivos en las tierras más cálidas de Clewiston (Florida), donde se obtienen por lo menos unos 34.000 kilos por hectárea, habiéndose dado a conocer un rendimiento excepcional de casi el doble de esa cantidad.

Los avances de la industria de almidón en los últimos años tienen su mejor expresión en la gran fábrica para la utilización del camote, instalada por los americanos en 1946 en los campos de Everglades (Florida). En apoyo de la elección del camote como vegetal preferido para la extracción de almidón, mencionamos esta moderna planta almidonera considerada como la más grande del mundo, pues se extiende sobre 4.800 hectáreas de tierras cultivadas, las estructuras de su fábrica ocupan 70.000 metros cúbicos y da trabajo a 2.500 obreros; su sistema de provisión de agua bastaría para abastecer una población de 200.000 habitantes y dispone de 85.000 kilowatts-horas de electricidad por día, (').

En este gran centro almidonero también se producen los derivados necesarios para atender las demandas comerciales de muy variadas industrias, desde la confección de cremas de tocador hasta la fabricación de dinamita. Esta gran usina de almidón de camote, instalada en Florida por la United States Sugar Corporation con una inversión de 7.000.000 de dollars, funciona con un éxito que se atribuye tanto a la magnitud y perfeccionamiento de los cultivos de camote como al adelanto técnico alcanzado en la fabricación de almidón.

Al seguir las diversas etapas del proceso de fabricación de almidón en una planta industrial de esa magnitud, se aprecian las ventajas que ofrece el camote como materia prima y se piensa en la conveniencia de adaptar a las posibilidades de nuestro reducido ambiente industrial peruano muchos de los adelantos alcanzados en el gran país del norte.

('). - Chemical and Engineering News. Vol.24. Feb.25,1946. Pag.474.

Mediante pacientes trabajos experimentales de selección agrícola, se ha llegado a cultivar allá en Florida una variedad estable de camote, que difiere del que se usa para la alimentación humana en el volumen más grande del tubérculo, en la mayor densidad del cultivo y , especialmente, en el mayor contenido de almidón. Esta selecta variedad de camote crece hasta el tamaño de una cabeza humana, rinde un promedio de 30.000 kilos por hectárea y contiene más de 30 % de almidón.

Con verdadero sentimiento no hemos podido disponer de muestras de estos tubérculos de Florida, para ensayar su cultivo en la costa del Perú y hacer análisis comparativos con las variedades de camote que se cultivan en nuestro país. Los detallados ensayos de laboratorio que venimos practicando con el camote nacional (") señalan un contenido promedial de 16,4 % en las más comunes variedades de camote que se cultivan en los valles de la costa, proporción muy inferior a la que rinde la selecta variedad que se ha logrado hacer prosperar en la península de Florida.

Es interesante anotar que las condiciones climáticas de la costa peruana, la adaptabilidad de sus tierras agrícolas a los cultivos semitropicales y su sistema de irrigación fluvial, significan importantes ventajas para la producción de cualquiera variedad de la especie Ipomea batata . Se hace necesario apoyar estas consideraciones teóricas en investigaciones experimentales agrícolas de orden práctico.

En Estados Unidos se considera que una de las limitaciones más importantes de la floreciente industria del almidón de camote estriba

(") . -

en que esta planta sólo puede cultivarse allá en determinadas estaciones del año, (°). En efecto, ni el almacenaje en depósitos apropiados, ni la deshidratación, ni el empleo de preservativos, han logrado conservar el camote en condiciones favorables para abastecer diariamente, en forma regular y no interrumpida, las grandes fábricas de almidón. Allá se considera que sólo puede contarse con siete meses aprovechables (200 días) en el año, siendo preciso hacer los sembríos al comenzar la primavera, mantener el cultivo en el verano y cosechar en otoño. Los trabajos experimentales llevados a buen término en la Estación Experimental Agrícola de La Molina (°°), a que haremos cumplida referencia, comprueban el fundamento de las conocidas prácticas de nuestros agricultores en los valles de la costa, quienes siembran camote y obtienen buenas cosechas en cualquiera época del año, con lo cual puede casi duplicarse la productividad de las tierras.

Por grandes que sean los recientes adelantos de la industria almidonera, sólo significan el aporte de los últimos años al progreso de una actividad humana llamada a un mayor grado de perfeccionamiento. Un creciente dominio de esta importante rama de las industrias químicas se irá alcanzando, a medida que mejor se conozcan los resultados de la investigación científica ené estas cuatro direcciones :

- 1), en la tecnología de la elaboración de un almidón de alta calidad ;
- 2), en el mejoramiento y selección de variedades de camote de alto rendimiento ;

(°). - Chemical and Engineering News". Vol.24, Jun.10,1946. Pag.1518.

(°°).- Ing. Agr. Egidio F. Urrutia Nicolini."El cultivo del camote en la provincia de Lima". Tesis presentada a la Escuela Nacional de Agricultura. Lima. Noviembre, 1948.

- 3), en el desarrollo de prácticas de cultivos de bajo costo para el camote destinado a la industria ; y
- 4), en el mejor aprovechamiento de los productos residuales.

Además, el éxito obtenido en esas colosales fábricas y extensos centros agrícolas, donde se realizan operaciones de gran volumen que permiten la producción económica de un almidón de camote cotizado al mayor precio en el mercado, significa la conquista de progresos industriales permanentes, que pueden tener venturosa aplicación para una elaboración almidonera de menor cuantía, como la que necesita el Perú.

A las ventajas derivadas de poder cultivar en la costa peruana y en todo tiempo la selecta variedad de camote industrial, se agrega la posibilidad de simplificar la extracción de almidón adaptándola a pequeñas fábricas, en las que pueda mantenerse la buena calidad del producto sin aumentar el costo de producción.

- IV -

EL CULTIVO DEL CAMOTE

EL CULTIVO DEL CAMOTE EN EL PERU

EL CAMOTE EN LA CIENCIA BOTANICA Y EN LA AGRICULTURA

CONDICIONES ECOLOGICAS PARA EL CULTIVO DEL CAMOTE

EL CULTIVO DEL CAMOTE EN LOS VALLES DE LA PROVINCIA DE LIMA

ESTUDIOS EXPERIMENTALES SOBRE EL CULTIVO DE CAMOTE

EL CULTIVO DEL CAMOTE EN EL PERÚ

El estudio técnico de la fabricación de almidón de camote en el Perú está vinculado con la necesidad de intensificar el cultivo de esta planta, para que su producción agrícola sea capaz de satisfacer las demandas de la nascente industria. En realidad, el éxito económico que puede alcanzar una fábrica de almidón depende de la posibilidad de disponer de materia prima, en la proporción necesaria y conveniente para dominar la competencia comercial del producto extranjero.

Elegido el camote como el producto vegetal más adaptable para abastecer una fábrica de almidón en la costa del Perú, es importante apreciar las condiciones agrícolas que ofrecen los valles de nuestra región litoral para el cultivo extenso e intensivo del camote.

La experiencia recojida desde hace siglos por los que se dedican a faenas agrícolas en las tierras irrigadas por los rios de la costa peruana, no deja dudas respecto a las condiciones favorables para sembrar y cosechar camote en toda época del año. Se considera el camote como una planta que responde fielmente y sin mayores exigencias a los esfuerzos del hombre de campo y se le cultiva en casi todos los fundos agrícolas del litoral, generalmente en pequeñas parcelas de terreno, con el fin de atender a la alimentación humana y aprovechar el follaje para la nutrición de animales, casi siempre dentro de las limitadas demandas del mercado local. Puede afirmarse que todavía no se ha emprendido en el Perú el cultivo de camote en una forma amplia, intensiva y científicamen-

te orientada, como sería preciso para dedicarlo a la extracción de almidón e industrias químicas derivadas.

La conveniencia de fijar la sede de una fábrica nacional de almidón en las proximidades de Lima, está sustentada en el hecho de que la ciudad capital es el centro de la mayor actividad comercial del país, estando en constante y fácil comunicación con los valles del litoral peruano, en norte y sur. Es evidente que el éxito de la proyectada fábrica depende en mucho de la posibilidad de ser constantemente abastecida y que es necesaria su estrecha vinculación con los centros agrícolas productores de camote.

El excelente estudio realizado por el Ing° Agr° Egidio F. Urrutia Nicolini sobre el cultivo del camote en la provincia de Lima y presentado como tesis a la Escuela Nacional de Agricultura, suministra informaciones de positivo valor sobre la producción agrícola actual, la conveniencia de su ampliación y sus perspectivas económicas. Gran parte de estos datos, que se refieren a los actuales cultivos de camote y a su posible mejoramiento bajo dirección técnica, han sido debidamente aprovechados al formular el presente proyecto de industria almidonera. Las investigaciones verificadas por el Ing° Urrutia en la Estación Experimental de La Molina han afianzado el concepto de que los valles de la costa peruana ofrecen condiciones excepcionalmente favorables para el cultivo del camote, en producción intensiva y continúa, lo cual asegura el éxito de una futura industria de almidón con capacidad para satisfacer siquiera las necesidades nacionales.

EL CAMOTE EN LA CIENCIA BOTÁNICA Y EN LA AGRICULTURA

El "camote", la planta conocida con este nombre en los países de la costa occidental de Sudamérica, se llama también "batata" o "boniato" en otros pueblos de habla española y es designado como "papa dulce" (sweet potato, pomme de terre douce, potato dolce), teniendo análogas expresiones en el léxico de todos los idiomas.

De caracteres botánicos bien definidos, el camote es una planta muy conocida y estudiada como especie natural perteneciente a la familia de las convolvuláceas. Descrita con el nombre específico de Convolvulus batata, se le designa también como Batatas edulis y en recientes clasificaciones se la considera como la especie más destacada del género Ipomoea, con el nombre de Ipomoea batata.

El camote prospera en tierras cálidas y su cultivo está muy extendido por todas las comarcas tropicales y subtropicales de ambos hemisferios. Muy generalizada está la opinión que le atribuye un origen asiático, aunque son muy fundadas las razones de quienes le señalan una procedencia americana. En las piezas de cerámica legadas por los antiguos peruanos como relevante expresión de su cultura artística, figuran tubérculos en diversos estados de desarrollo y aún escenas de labranza; aunque el cultivo de la papa se considera más genuinamente americano, en algunos antiguos ceramios peruanos se exhiben raíces tuberiformes que corresponden por su forma al camote.

Los cronistas e historiadores de los primeros tiempos del coloniaje, refieren que el camote era cultivado por los indígenas america-

nos como apreciado producto alimenticio, y aún señalan las fechas de su introducción en España. Sin restar valor a las pruebas aducidas en favor de la antigüedad del cultivo del camote en los pueblos asiáticos, es evidente que esta planta era conocida y cultivada en América desde tiempos anteriores al Descubrimiento. Un argumento de subido valor científico en apoyo del origen americano del camote es el hecho de que en el Nuevo Mundo se encuentran las quince especies descritas como pertenecientes al género botánico Batatas, algunas representadas por formas silvestres, mientras que de ellas solamente cuatro viven actualmente en el Antiguo Continente.

Se ha logrado perfeccionar esta especie vegetal mediante modificaciones en los sistemas de cultivo e inteligentes selecciones. Así se ha dado margen a la formación estable de numerosas variedades cultivadas, que difieren por la forma, color y tamaño de las hojas y, especialmente, por los caracteres propios de los tubérculos. Aprovechando la reproducción simplemente vegetativa de esta planta, se ha conseguido hacer perdurar los caracteres de gran variedad de tubérculos, que se distinguen por su aspecto, dimensiones y peso, por su color y por su sabor, por su contenido en almidón o en azúcar.

Desde el punto de vista de la economía agrícola, interesa la producción subterránea del camote, significada por sus raíces largas con zonas tuberificadas, globulosas, de forma alargada o redondeada, ricas en materias amiláceas y con un apreciable contenido de azúcar. A la utilización de ~~de~~ estos tubérculos como preciado alimento humano, se agrega el aprovechamiento de las hojas para forraje y el beneficio derivado de la industria de almidón.

CONDICIONES ECOLÓGICAS PARA EL CULTIVO DEL CAMOTE

El cultivo de camote no tiene exigencias ecológicas muy severas y en general prospera en todo clima cálido o semitropical, ofreciendo un amplio margen de posibilidades de éxito en cualquiera clase de tierras agrícolas. Se consideran como más favorables los climas estables, con limitadas variantes de calor, humedad y estados atmosféricos, con temperaturas superiores a 15° C. por lo menos durante todo el período vegetativo de la planta que dura 6 o 7 meses. Se prefieren los terrenos sueltos y aereados, dotados de agua suficiente para riegos poco frecuentes o donde el régimen de las lluvias convenga a las pocas exigencias de la variedad de camote cultivada.

Los valles de la vertiente occidental de los Andes, que descenden hacia el litoral del Perú siguiendo el curso de los ríos, poseen condiciones climatéricas, agrológicas e hidrológicas muy favorables para el cultivo del camote. Así lo revela el éxito constante que alcanzan los sembríos de esta planta en variadas y distantes parcelas, limitadas o extensas, de los muchos fundos agrícolas de la costa peruana. Pasan de veinte las distintas variedades de camote que se cultivan en las chacras y haciendas de nuestro extenso litoral, generalmente con el sólo propósito de satisfacer las demandas de la alimentación humana en cada localidad y aprovechar el follaje para la nutrición de animales.

Por influencia de la corriente fría de Humboldt que recorre el mar del Perú, se producen esas condiciones climatéricas singulares de la costa peruana, que no corresponden a su posición geográfica. La ausencia de lluvias, la humedad atmosférica, la temperatura en grado que corresponde a un clima subtropical con poca variación en invierno y verano, la ne-

bulosidad en las zonas bajas con garúas y neblinas, los vientos alisios dominantes, son factores ambientales que condicionan la vida de las plantas, de los animales y la misma actividad del hombre en toda la región que se extiende al oeste de la cordillera andina.

Se considera que estos factores climáticos, especialmente la elevada humedad atmosférica con ausencia de lluvias que erosionan el suelo, favorecen la acumulación de humus, dando a las tierras aptitud para una producción agrícola intensiva, en todo lo que alcanza a ser irrigado por el escaso caudal de los ríos que desembocan en el Pacífico.

EL CULTIVO DE CAMOTE EN LOS VALLES DE LA PROVINCIA DE LIMA

La provincia de Lima comprende los valles irrigados por los ríos Chillón, Rimac y Lurín, que ofrecen campos apropiados para el cultivo de camote desde el nivel del mar hasta unos 800 m. de altura. Aún a alturas mayores de 1000 m. se obtiene un buen rendimiento de camote, cuando se le cultiva en quebradas abrigadas sin grandes variaciones térmicas.

El valle del río Chillón o Carabaylo está bien limitado hacia el norte por las estribaciones de cerros que avanzan hasta el mar, y es bastante plano; su delta se une a la del Rimac, confundiendo sus campos irrigados ya en la parte baja de ambos ríos. El valle del Rimac, estrecho en su parte alta, se ensancha a medida que desciende para constituir amplias tierras cultivables en las inmediaciones de Lima. El valle de Lurín o Pachacamac forma una que-

brada larga y angosta, recorrida por el correspondiente río que termina en un delta dilatado.

Estos valles de la provincia de Lima tienen el clima típico de la costa peruana, con un promedio anual de 19,3° C. de temperatura y oscilaciones relativamente pequeñas durante las principales estaciones, pobre en lluvias, con subida humedad, escasa evaporación y variada luminosidad. Tales condiciones permiten el cultivo del camote en toda época del año, lo cual constituye una ventaja natural negada a otras comarcas tropicales. El hombre de campo de las cercanías de Lima, como el que labora en toda nuestra región costanera, considera al camote como un producto agrícola que no exige terrenos especiales, ni trabajos muy detenidos o dispendiosos y que responde con largueza a los esfuerzos del agricultor.

Los métodos de cultivo del camote, bastante conocidos en el mundo entero, no se practican en el Perú en la forma científica que incrementaría su rendimiento. Las prácticas agrícolas tienen carácter empírico y varían según la finalidad económica del cultivo, sea para la sólo utilización del follaje con riegos abundantes y frecuentes, sea para el combinado aprovechamiento de tubérculos y hojas que es lo habitual entre nosotros o para la preferente obtención de tubérculos selectos que alcanzan mayor precio en el mercado local.

La experiencia acumulada durante muchos años del tradicional cultivo de camote en la costa peruana, ha establecido métodos de preparación del terreno, sembrío, riegos, aporque y cosecha, que se practican rutinariamente sin tener en cuenta que son susceptibles de intensificación y perfeccionamiento con comprobado aumento en la producción.

Entre las muchas variedades de camote que se cultivan en la costa del Perú, las más extendidas son las tres que se conocen con los siguientes nombres: (1), "paramonguino", de subido color anaranjado, índice de su riqueza en caroteno; (2), "lirio", de tinte morado o violáceo; y (3), "chancleta", de un vivo tono amarillo, que es la variedad más común en Lima y en el norte del país. No se tiene noticia de que se haya ensayado en el Perú la variedad de gran tamaño y color blanquecino, laboriosamente seleccionada en Estados Unidos como la más conveniente para la extracción de almidón, aunque la menos apropiada para la alimentación por ser insípida, casi carente de azúcar y tener un grano duro y áspero.

ESTUDIOS EXPERIMENTALES SOBRE EL CULTIVO DEL CAMOTE EN EL PERÚ

Las detenidas observaciones recojidas por el Ing° Urrutia Nicolini y sus experimentos en la Estación Agrícola de La Molina, suministran datos muy importantes respecto al cultivo del camote en los valles de la provincia de Lima. Después de haber realizado sembríos en diversas épocas del año y en terrenos agrícolas de variada composición, ha llegado a conclusiones definidas respecto a la precocidad en la producción, la resistencia a las plagas, la posible densidad del sembrío, la calidad del tubérculo y el desarrollo del follage. Ha hecho un estudio comparativo de las variedades de camote cultivadas en el Perú, las califica según su mérito y afirma que las mejores para los fines de alimentación humana son las tres ya mencionadas; entre estas, el camote "paramongui-

no" goza de la superioridad derivada de la forma globular del tubérculo, con yemas muy superficiales, y de su riqueza en caroteno.

Los estudios agrícolas del Ing° Urrutia conducen a aseveraciones, interesantes para la futura industria almidonera en el Perú, que pueden condensarse en los siguientes párrafos :

- 1), el camote puede cultivarse en la provincia de Lima en cualquiera época del año, habiendo obtenido excelente rendimiento en otoño e invierno, sin más diferencia con las cosechas de verano que una ligera prolongación del período vegetativo;
- 2), puede considerarse que la calidad del terreno de cultivo no influye mucho en el rendimiento del camote, siéndo preferibles las tierras fértiles, profundas y superficialmente aireadas, con buena proporción de materia orgánica y conveniente retención de la humedad ;
- 3), el empleo de abonos no se justifica por el mayor rendimiento ;
- 4), la selección de la semilla se considera de la mayor importancia ;
- 5), realizadas las operaciones agrícolas de preparación del terreno, sembrío, riegos, aporque, deshierbe y raspas, se recoje la cosecha cuando los tubérculos han alcanzado su maduración industrial, lo que ocurre en nuestra costa 6 o $6\frac{1}{2}$ meses después del sembrío ;
- 6), los cultivos experimentales dan un rendimiento que supera en mucho al que obtienen los agricultores que siguen las prácticas usuales en nuestra costa y sólo producen 12.000 a 15.000 kilos por hectárea ; y
- 7), conviene incrementar el cultivo del camote en la costa del Perú, aumentando las áreas de sembrío, seleccionando las mejores variedades y empleando los métodos agrícolas más perfeccionados.

- V -

EL ALMIDON CONTENIDO EN EL CAMOTE
DEL PAIS

- ESTUDIO ANALITICO -

EL ALMIDÓN CONTIENIDO EN EL CAMOTE DEL PAÍS

(Estudio analítico)

Con el fin de conocer el contenido de almidón en las variedades de camote que se cultivan en la costa del Perú, hemos llevado a término algunos análisis, que aportan una pequeña experiencia personal a los muchos trabajos de laboratorio ya realizados con el mismo objeto en el país. En el Departamento de Química Agrícola de la Estación Experimental de La Molina y en el laboratorio anexo para análisis de productos alimenticios, hemos disfrutado de las facilidades necesarias para realizar estas usuales labores analíticas.

Varias autorizadas determinaciones químicas sobre el camote nacional han sido practicadas anteriormente y están consignadas en diversas publicaciones y, especialmente, en la mencionada tesis del Ing° Agr° Urrutia Nicolini. Considerados los resultados analíticos en su conjunto, llama desde luego la atención el diferente tenor de almidón en las distintas variedades de camote que se cultivan en nuestra costa. Esta desigualdad afecta también a las diversas muestras de una misma variedad botánica, según su procedencia y la época del año en que ha sido cultivada; probablemente también influye la calidad de los terrenos o circunstancias relacionadas con los métodos de cultivo.

Las cifras dadas a conocer por connotados analistas establecen un margen de variabilidad, que va del 12,5 % al 22,5 % de almidón en los tubérculos recientemente cosechados. Esta proporcionalidad al peso del material agrícola en bruto, con su cáscara y gran contenido de humedad, aumenta considerablemente en el producto desecado, alcanzando un porcentaje relativamente elevado en la llamada "harina de camote".

Las muestras de camote analizadas . - Con el objeto de que este ensayo analítico revele en lo posible las condiciones promediales del camote que actualmente se ofrece como producción agrícola nacional, adquirimos varios lotes en el mercado mayorista de Lima. Según los informes de los vendedores, que parecen fidedignos, estas muestras procedían de las chacras en los valles de la provincia de Lima y de Chancay. Todas correspondían a la común variedad que se conoce con el nombre de "chancleta", que es la que más se cosecha en toda la costa del Perú.

Distribuido el material para analizar en muestras correspondientes a cada lote de camote, se realizaron las operaciones preliminares necesarias para practicar los siguientes trabajos de laboratorio :

A). Determinar el contenido de almidón y la proporción de agua y de cenizas en los tubérculos ;

B). Analizar la "harina de camote", dosando sus principales componentes ; y

C). Reproducir en pequeño y con el material de laboratorio, algunas fases del proceso industrial de extracción de almidón.

A.- Determinación del contenido de almidón en los tubérculos frescos.-

Operando sobre un peso fijo del material agrícola al estado natural, tal como se ofrece en el mercado, se hizo el dosaje del almidón provocando su desdoblamiento en glucosa. Para esta acción de hidrólisis se utilizó el calentamiento con ácido clorhídrico diluido. Hecha la neutralización, se tituló la glucosa con licor de Fehling. La cantidad de glucosa convertida, multiplicada por 0,9 , cifra aceptada como factor de conversión, nos dió la cantidad de almidón. Siguiendo este procedimiento, se obtuvo de las diferentes muestras de camote un promedio de 16,29 % de almidón.

La proporción de agua en los tubérculos, determinada por evaporación prolongada a la estufa, arrojó la cifra promedial de 68,6 %. - Se hizo también una apreciación de las cenizas, obteniéndose 0,9 % de materias minerales.

Los resultados de los análisis de los tubérculos corresponden a la siguiente relación :

Humedad	68,60	%
Almidón	16,29	
Cenizas	0,90	-

B. - Análisis de la harina de camote .- Los tubérculos fueron sometidos a las operaciones físicas de corte, secado en estufa a 60° C. y molido, para obtener la "harina de camote", en la que se procedió al análisis químico.

Poniendo en práctica los usuales métodos analíticos, se determinó el almidón promoviendo su transformación en glucosa. Para el análisis de las proteínas, se utilizó la acción del H_2SO_4 y la mezcla de sulfatos, calentando prolongadamente y agregando hidrato de sodio, para destilar el amoníaco formado y dosarlo. Se apreció la proporción de "fibra", haciendo actuar sucesivamente el HCl diluido y una solución de NaOH siempre a la temperatura de ebullición, para después filtrar al vacío, secar el filtro y pesarlo. Las grasas se apreciaron mediante su exhaustiva dilución con eter. Se hizo también la determinación de las cenizas y de la proporción de agua todavía retenida en la harina aparentemente seca.

Los resultados promediales de estos análisis en los tubérculos secados, desecados y molidos para obtener harina de camote, son los siguientes :

Almidón	75,2	%
Proteínas	2,1	
Grasas	0,6	
Fibra	2,8	-
Humedad restante	15,6	
Cenizas	2,4	
Materias no determinadas	1,3	

C. - Extracción de almidón en el laboratorio .- Se ha procurado reproducir en pequeño las diversas manipulaciones industriales para la extracción de almidón, con el fin de conocer las reales dificultades de las acciones mecánicas de corte, rayado y trituración del camote, la del arrastre de la harina por corrientes de agua y los procesos de sedimentación.

Aunque esta tarea sólo tiene el caracter de simple experiencia personal propia de un estudiante, se han obtenido algunos datos respecto a la relativa pureza del almidón recojido en el curso de las diversas operaciones y a la cantidad de materia amilácea que queda retenida en el afrecho y se pierde en los residuos.

Esta labor, practicada con morteros, molinos y aparatos de mano, sin tamices y filtros especiales, en comunes vasos de sedimentación y con una discontinua corriente de agua para los lavados, se ha hecho en condiciones muy distintas de las que se emplean en la industria almidonera. Sin embargo, es interesante anotar que se ha comprobado el aumento proporcional de almidón a medida que se completaba la extracción mediante sucesivos lavados de la pulpa de camote. Después de haber lavado los residuos en forma al parecer exhaustiva, el análisis del afrecho residual todavía reveló una subida proporción de almidón.

Comentarios .- Los anteriores resultados, coincidiendo con los que provienen de otras investigaciones analíticas más autorizadas, contribuyen a demostrar que el camote usualmente cultivado en la costa peruana corresponde por su tenor en almidón al que se señala como de un rendimiento aceptable para la industria. Kehr, quien hace un estudio comparativo de los almidones de distinta procedencia vegetal, considera el

de camote como más favorable que el de papa, le asigna un contenido de almidón que varía entre 14 % y 28 % y calcula en un 18 % el buen promedio deseable. (")

Es interesante anotar que en el Perú no se ha intentado siquiera el cultivo de las variedades de camote especialmente seleccionadas para la industria de almidón. Por el contrario, la labor agrícola tiende a resembrar los tubérculos que gozan de mayor demanda para la alimentación humana y que se distinguen por su blandura, por la suavidad de su grano y por la facilidad con que transforman parcialmente su almidón en azúcar, mediante menesteres de cocina. Las pequeñas fábricas de almidón que funcionan esforzadamente en Lima, a que hemos hecho cumplida referencia, se ven obligadas a aprovechar el excedente de camote que puede escapar a la demanda para alimento, sufrir las consecuencias de un suministro ocasional o irregular y pagarlo a altos precios.

Manteniendo los conceptos ya emitidos, respecto a la necesidad de vincular cualquier importante proyecto de fabricación de almidón en el Perú con un gran centro agrícola abastecedor, conviene a la futura industria almidonera nacional la implantación del cultivo de las variedades de camote casto blanco, de grano áspero, tubérculo grande y denso, casi inadaptable para la alimentación pero de un alto contenido amiláceo.

—

("). - Kehr, Raph W. "Chemistry and Industry of Starch". New York, 1944.
Pag. 78.

- VI -

E L A L M I D O N R E Q U E R I D O E N E L P E R U

LA DEMANDA DE ALMIDON EXTRANJERO

LA PRODUCCION ACTUAL EN EL PERU

LA NECESIDAD DE ALMIDON EN EL PAIS

LA CAPACIDAD DE LA PROYECTADA FABRICA

EL ALMIDON REQUERIDO EN EL PERÚ

Para dar a la proyectada fábrica la capacidad más conveniente para el país, es importante conocer datos estadísticos sobre la importación de almidón extranjero, el monto de la actual producción nacional y las perspectivas industriales en un futuro cercano.

1 . - LA DEMANDA DE ALMIDON EXTRANJERO

De acuerdo con las publicaciones oficiales, la importación de almidón al país ha tenido grandes oscilaciones durante los últimos 12 años.

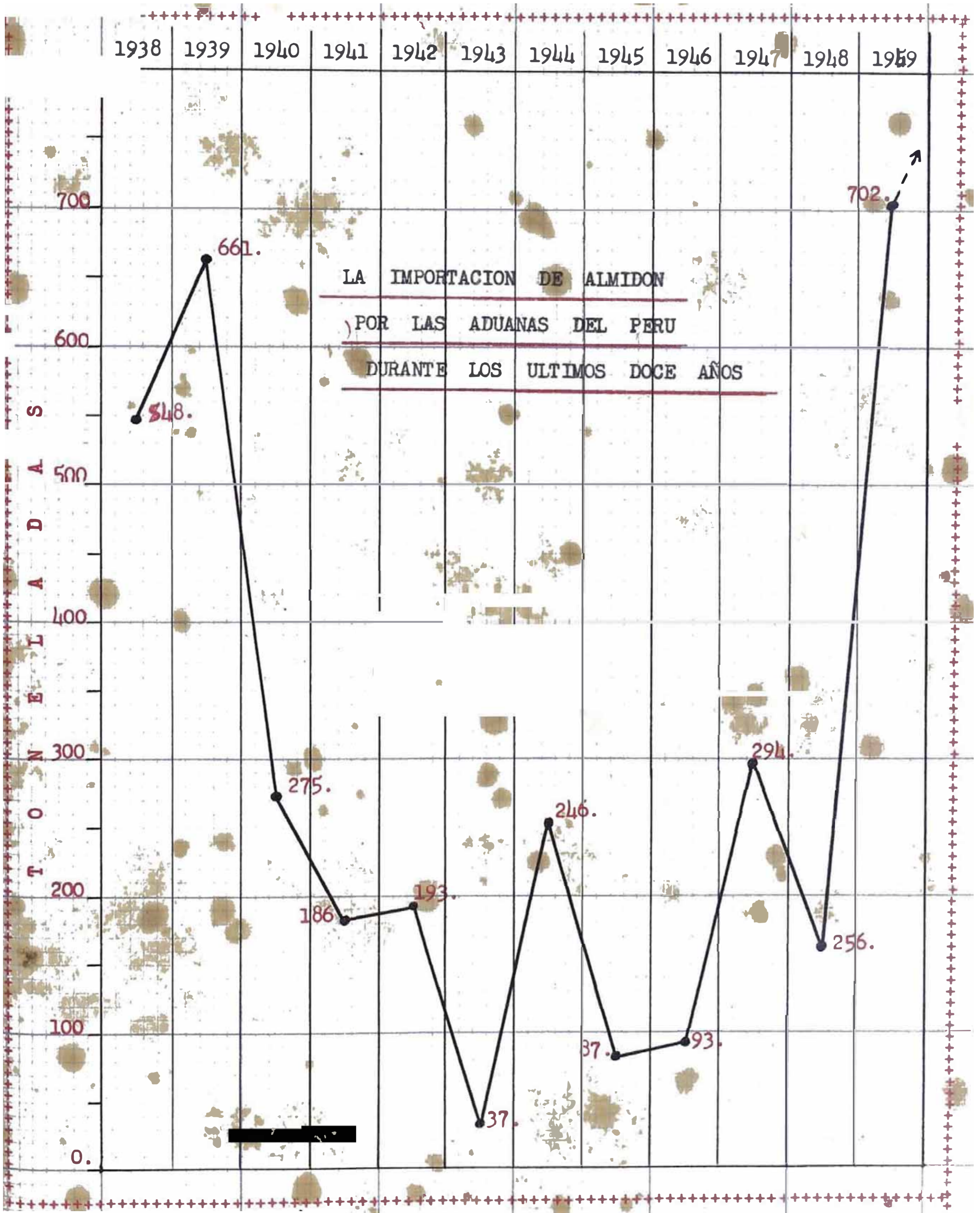
En 1938, por ejemplo, las aduanas de la República dieron ingreso a la cantidad de 548.574 kilos, la mayoría procedente de Gran Bretaña, Holanda y la isla de Java. Esta cifra sube a 661.205 k. en 1939, para bajar desde 1940 durante la última gran guerra, reduciéndose en 1945 a 86.739 k. venidos sólo de Estados Unidos y Argentina.

La importación aumenta rápidamente desde 1947, sin alcanzar todavía las cifras de 10 años antes, pero con el aditamento de apreciables cantidades de almidón especial con bórax, de glucosa anhidra y de ptros productos derivados. (Véase el gráfico adjunto)

He aquí datos estadísticos suministrados en las oficinas de la Superintendencia General de Aduanas, que funciona en el Callao :

El almidón y sus derivados están distribuidos en cuatro partidas del arancel de aduanas, con diferentes derechos de importacion :

- Partida 762.- Almidones y féculas desnaturalizadas para uso industrial
- 761.- Almidón de arroz con agregado de borax para lavanderas.
- 240.- Glucosa, maltosa, lactosa, etc .
- 241.- Glucosa anhidra en polvo (dextrosa)



El monto de las importaciones durante los tres últimos años es:

	<u>1947</u>	<u>1948</u>	<u>1949, hasta octubre</u> (9 meses)
Partida 762	177.019 K.	148.765 K.	314.170 K.
- 761	9.046	20.533	2.
- 240	99.823	67.742	233.990
- 241	8.493	19.590	12.139
	294.381 K.	256.630 K.	562.399

Es interesante consignar, como dato informativo, que durante los 12 últimos años ha variado mucho la procedencia del almidón importado al Perú. Las 548 toneladas ingresadas en 1938 procedieron de :

Alemania	5.681 Kg.
Bélgica	630
Ceylán	8.000
Chile	80
China	4.000
Ecuador	4.241
Estados Unidos ..	16.540
Gran Bretaña ..	162.999
Holanda	154.270
Hong-kong	35.000
Java	156.719
No especificados ..	414
	548.574 Kg.

En 1939, el lugar de origen del almidón importado varió según la siguiente relacion :

Argentina	1.724 Kg.
Bélgica	1.737
Ecuador	1.620
Estados Unidos ..	138.633
Gran Bretaña ...	100.289
Holanda	222.420
Java	96.502
Polonia	100.000
	662.205 Kg.

Desde entonces, ha cambiado mucho la procedencia del almidón que el Perú importa. Cerrado el mercado europeo durante la guerra mundial, la mayor parte del almidón para uso industrial provino de Estados Uni-

dos, contribuyendo también Argentina, Chile y Ecuador. Ya en 1948, la importación al Perú procedió de los grandes países productores, Estados Unidos, Gran Bretaña y Holanda.

De los datos que anteceden se deduce que la importación de almidón extranjero pasa actualmente por un período de reajuste después de la última guerra, habiendo alcanzado durante el pasado año 1949 una proporción superior a la que tenía 10 años antes. Aunque no hemos podido obtener datos numéricos sino hasta octubre de 1949, asignando al trimestre que falta la proporcionalidad correspondiente, se considera para el año último una importación de 702.925 Kg. Probablemente, esta cifra será sobrepasada durante el año en curso. Por ello, la estimación prudencial del almidón que el Perú importa anualmente en unas 700 toneladas corresponde a la realidad actual.

2 . - LA PRODUCCIÓN ACTUAL EN EL PERÚ

Es difícil obtener precisas informaciones acerca del monto de la producción nacional en la actualidad. La extracción casera de almidón, que se realiza en las poblaciones del norte del país y varias menudas fábricas en la costa y en la región oriental, se suman al almidón que producen las dos principales fábricas, ya mencionadas, que funcionan en Lima y son las más importantes del país.

El rendimiento de cada una de estas dos últimas plantas puede estimarse en un promedio de 250 Kg. de almidón diariamente, la mayor parte derivado del camote, lo que equivale en conjunto a unas 150 toneladas al año. No es aventurado considerar que entre todas las demás pequeñas fábricas se produce por lo menos una cantidad igual, con lo que se al-

canza la cifra de 300 toneladas anuales. Desde luego, todo el almidón nacional es rápidamente consumido por las industrias de tejidos, de papel, de lavado y otras ya afianzadas en el país.

3 . - LA NECESIDAD DE ALMIDÓN EN EL PAÍS

La cantidad de almidón importado, sumada a la que se produce en el país, da un total de 2.000 toneladas como representativo de la necesidad actual de almidón en el Perú.

Juzgando la producción y el consumo de almidón como índices del progreso industrial de un país, la posición que correspondería al Perú es decididamente muy baja, pues no alcanza a la cuarta parte del almidón que se fabrica y utiliza en Chile, es una pequeña fracción de la que corresponde a la Argentina y es probablemente inferior a la del Ecuador, que alivió nuestra escasez enviándonos 142 toneladas en 1945.

En relación con la industria almidonera, corresponde al Perú ocupar un lugar más avanzado en el concierto de las naciones que aspiran a conquistar su independencia económica.

La conveniencia de establecer una fábrica de almidón con capacidad bastante para satisfacer con creces la demanda actual, está además sustentada en el rápido progreso que se advierte en nuestras industrias consumidoras de almidón, como las de tejidos, papel, lavadería, etc. Importa también considerar la facilidad que se ofrecería a la iniciativa industrial para instalar fábricas de glucosa, dextrinas y productos químicos derivados de un almidón nacional ofrecido en condiciones favorables.

4 . - LA CAPACIDAD DE LA PROYECTADA FABRICA

El progreso de la industria almidonera mundial se a hecho a base de la instalación de grandes plantas fabriles, con producción no menor de 8 a 10 toneladas de almidón por día, derivado de una cantidad mucho mayor de materia prima vegetal. Está probado que el costo unitario de producción aumenta considerablemente en las fábricas pequeñas. La competencia en el mercado de los grandes países sólo puede mantenerse impulsando la actividad de centros industriales de considerable magnitud.

Por las razones antes expuestas, la capacidad productora de la fábrica en proyecto, ha sido fijada en 4 a 5 toneladas de almidón por día de 16 horas de trabajo.

Aunque la interrupción del trabajo en los días feriados es muy desfavorable para la elaboración de almidón, reducimos el cálculo de la producción mensual a la de 25 días de labor, con sólo 4 toneladas diarias, lo que da la suma de 100 toneladas mensuales, que en un año significa aproximadamente 1.200 toneladas.

De acuerdo con los análisis verificados y con la observación recojida en las fábricas que hemos visitado, el camote de la variedad más común que se produce en la costa peruana rinde un 15 % de almidón, como resultado de la elaboración industrial. Por lo tanto, la fábrica necesita disponer de 30 toneladas diarias de camote, o sea unas 750 toneladas en cada mes.

El grueso cálculo de la producción en relación con la materia prima, conduce a la siguiente estimación de orden práctico : se extrae un kilo de almidón por cada 7 kilos de camote.

Los residuos de la fabricación de almidón, que constituyen el "afrecho", se emplean en la alimentación animal y tienen fácil salida en el mercado. Las fábricas que funcionan en Lima venden de inmediato el afrecho húmedo que es retenido en las zarandas, al precio de S/.0,10 por kilo, recojido en los mismos locales de producción y sin envase. El beneficio del afrecho, prensado y desecado, quizá daría una utilidad mayor. Por consiguiente, es importante considerar que se extrae del camote un 15 % de almidón seco y queda el afrecho cargado de humedad, representando un peso aproximadamente igual al de los tubérculos empleados en la elaboración.

En resumen, la apreciación de la capacidad productora de la proyectada fábrica es la siguiente :

	Al día	Al mes	Al año
Producción de almidón	4 ton.	100 ton.	1.200 ton.
Producción de afrecho húmedo	20	500 -	6.000 -
Camote beneficiado	30 -	750 -	9.000

- VII -

P A R T E T E C N I C A

FLOW - SHEET Y BALANCE DE MATERIAS

EL PROCESO DE FABRICACION

UBICACION DE LA PROYECTADA FABRICA

CONSTRUCCIONES

P A R T E T É C N I C A

Considerando la conveniencia de que el Perú produzca el almidón que consume y en el supuesto de que la producción agrícola de camote pueda abastecer continuamente a la industria almidonera, hemos desarrollado la parte técnica de nuestro proyecto, calculado para una fábrica con capacidad para producir 4 a 5 toneladas de almidón por día.

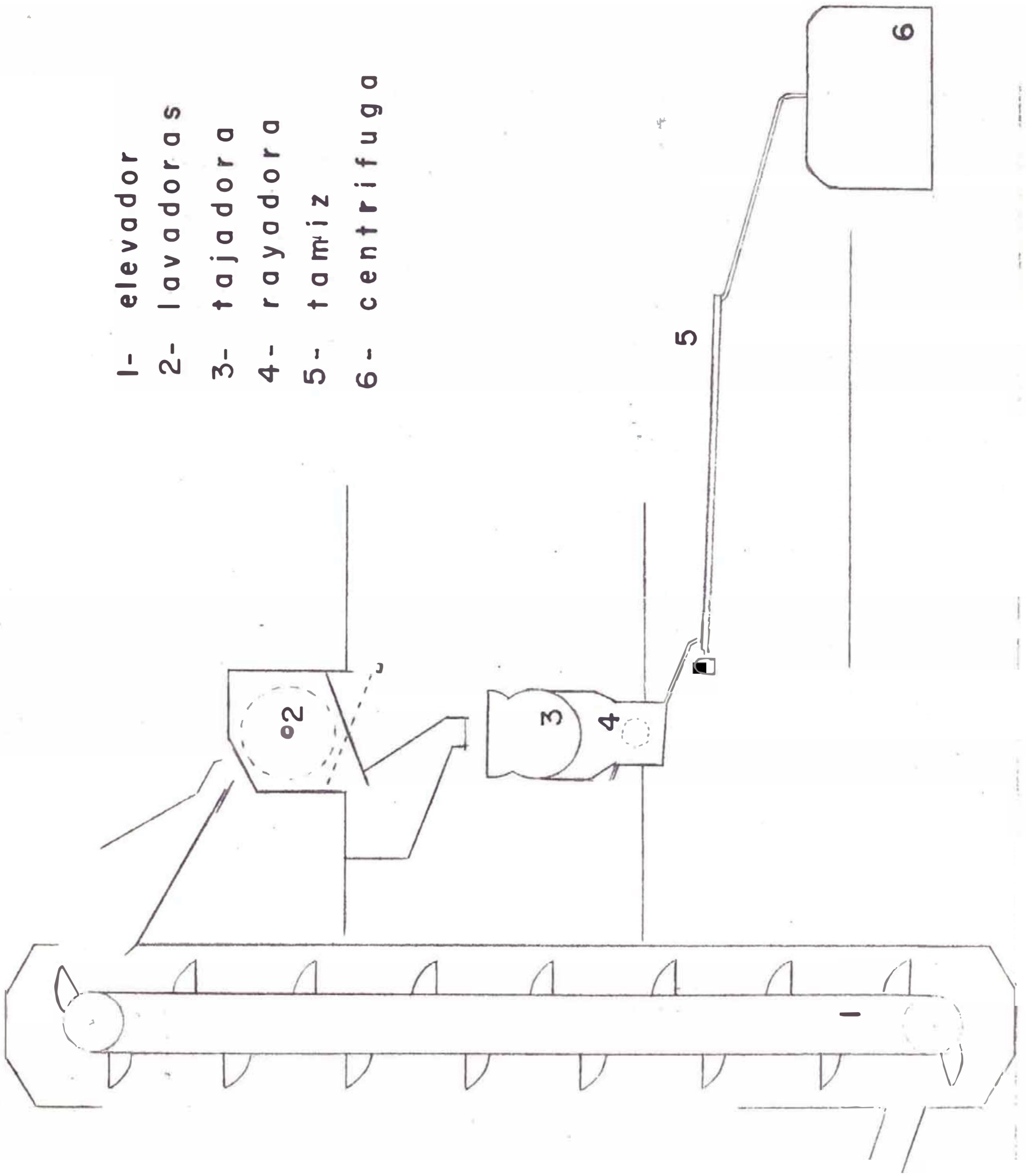
Dividimos esta parte técnica en :

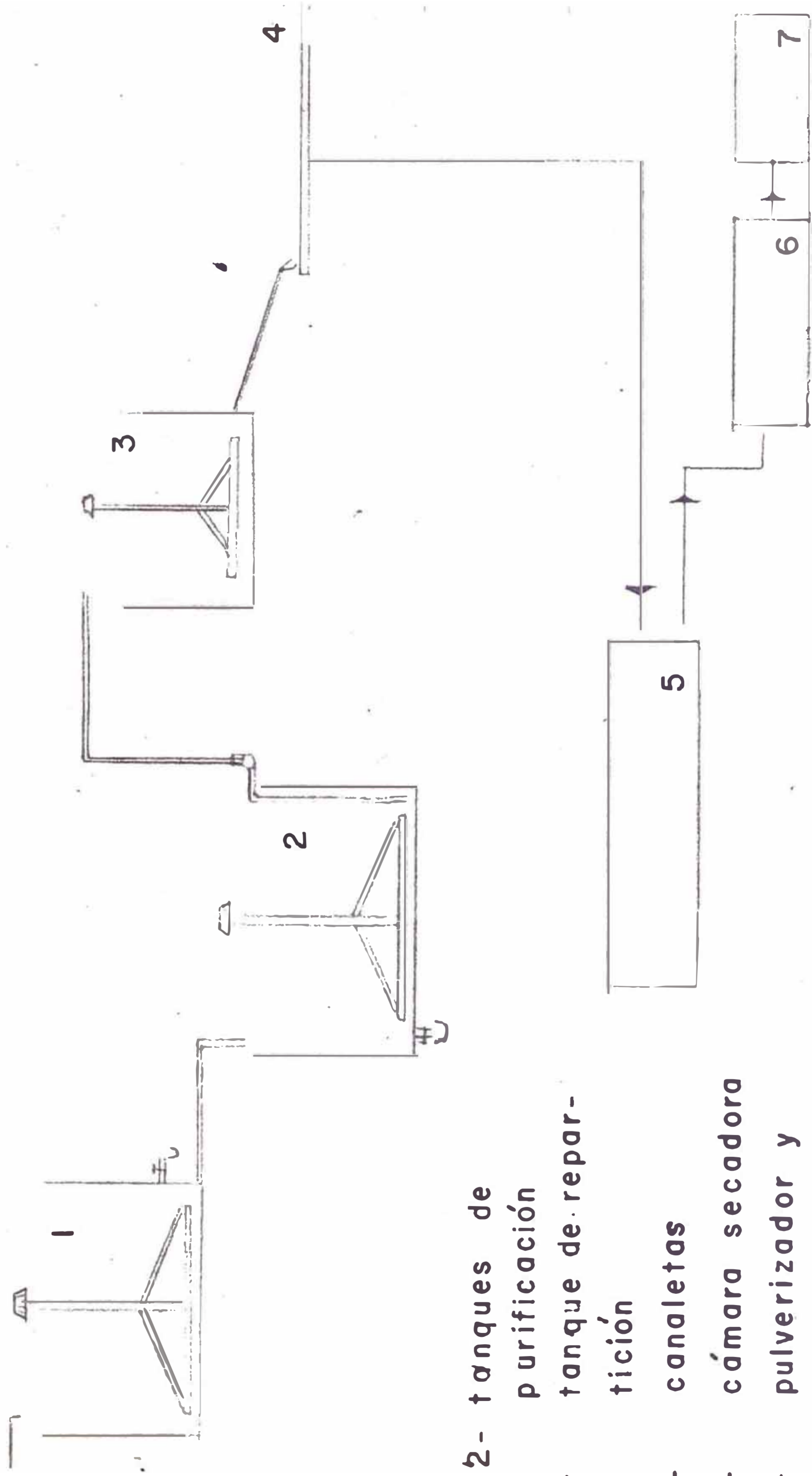
1. - Flow-sheet y balance de materias.
2. - El proceso de fabricación.
3. - Ubicación de la fábrica.
4. - Construcciones..

1 . - FLOW-SHEET Y BALANCE DE MATERIAS

En el adjunto trazo del "flow-sheet" y en el esquema explicativo anexo, están consignadas las variaciones en los materiales durante las diversas etapas del proceso de extracción del almidón de camote.

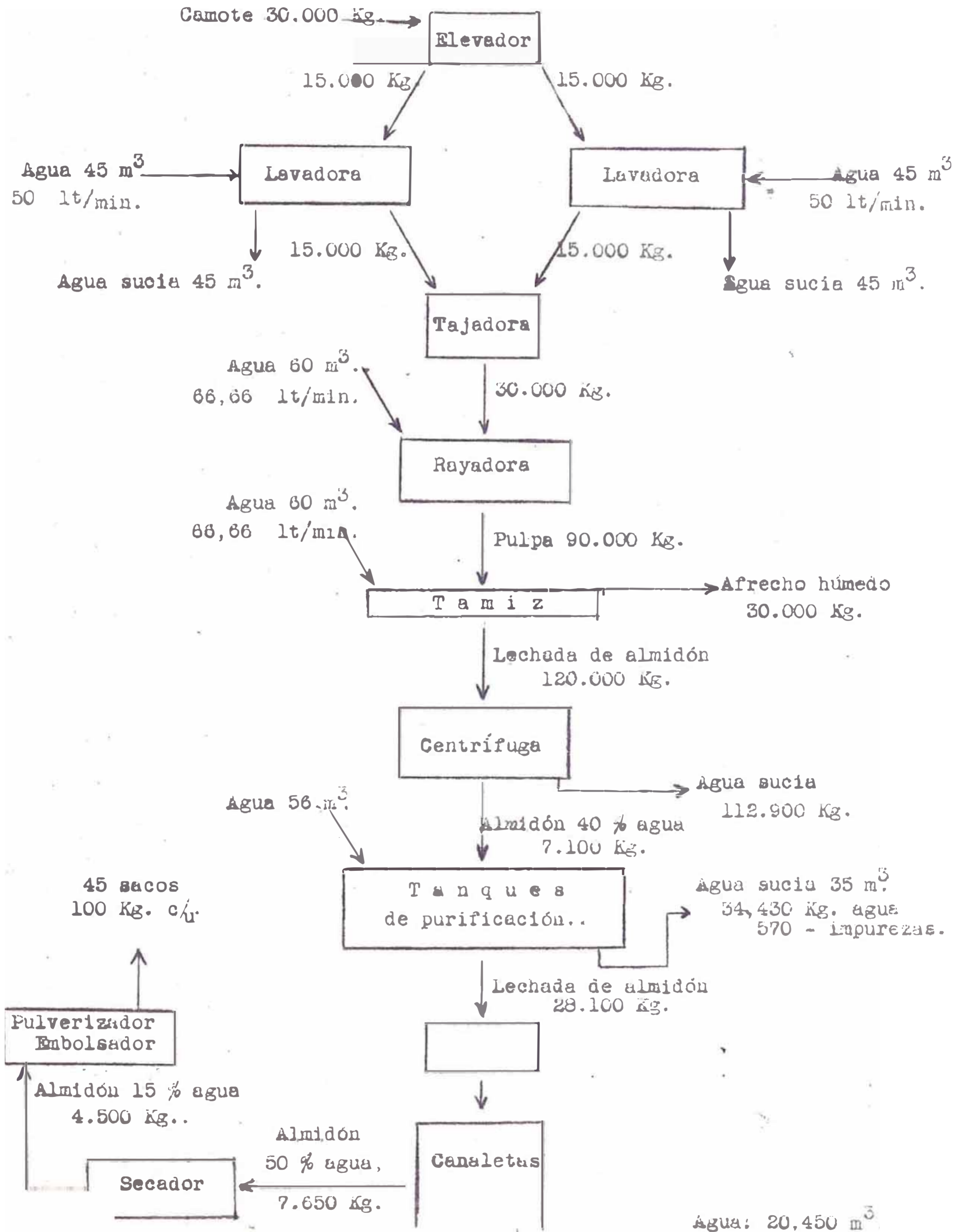
- 1- elevador
- 2- lavadoras
- 3- tajadora
- 4- rayadora
- 5- tamiz
- 6- centrifuga





- 1-2- tanques de purificación
- 3- tanque de reparación
- 4- canaletas
- 5- cámara secadora
- 6- pulverizador y embolsador
- 7- almacén

BALANCE DE MATERIAS



2 . - EL PROCESO DE FABRICACIÓN

A. - Almacenamiento del camote . - Una de las limitaciones de la industria almidonera derivada del camote, estriba en la dificultad de conservar este tubérculo por tiempo indeterminado. Se considera beneficioso no guardar el camote por más de 20 días después de la cosecha, pues los tubérculos entran rápidamente en putrefacción y son invadidos por determinados hongos. La conservación espontánea del camote, abandonado a sí mismo después de cosechado, sólo se prolonga durante unos 15 días pues es atacado por el hongo Ryzomís nigricans que lo ablanda y malogra o los tubérculos se endurecen y resecan.

Puede decirse que los métodos industriales para la conservación del camote han fracasado hasta ahora, habiéndose ensayado muchos preservativos y desinfectantes. Algunos sistemas, como la refrigeración en cámaras con óxido de carbono, aumentan mucho el costo de esta materia prima.

En los países templados, donde el camote sólo prospera durante la estación calurosa, las fábricas de almidón se ven obligadas a reducir su producción anual casi a la mitad de lo que ocurre en el Perú, donde se puede cultivar camote en todo tiempo.

El almacenamiento de los tubérculos se ha dispuesto en dos depósitos : uno mayor, de 5 m. x 8 m., con puerta dispuesta para facilitar la descarga de camiones; el otro, de 5 m. x 4 m., en amplia comunicación con el anterior y de piso más bajo. Ambos almacenes serán totalmente revestidos de cemento y a prueba de roedores, sin ángulos en las uniones de paredes, piso y techo. Llevan amplios ventanales protegidos

con tela metálica y un conveniente sistema de aereación, especialmente en la parte inferior. El piso debe estar ligeramente inclinado para facilitar la limpieza, con derivación de las basuras y desague en uno de los ángulos.

En el segundo almacén debe disponerse una balanza de plataforma a nivel del piso y en comunicación inmediata con un plano inclinado, que facilita la caída del camote ya pesado a la tolva baja de un elevador.

B . - Acarreo por elevación . - Por riguroso orden de antigüedad, los lotes de camote van siendo depositados en la parte inferior de un "elevador de capachos", que tiene las siguientes características : altura total, 8 metros, con sus correspondientes ejes y una o más cadenas sin fin acopladas. Está provisto de 16 capachos, cada uno con capacidad para cargar 5 kilos de camote.

Este elevador es accionado por un motor de 5 H.P. Cada capacho demora 2 min. 20 seg. en dar una vuelta completa. Está calculado que el elevador acarrea algo más de 2.000 kilos de camote por hora. Durante 16 horas de trabajo continuo de la fábrica, el elevador puede trasportar 32 toneladas de camote.

Los tubérculos, elevados por este dispositivo, caen a una tolva colectora con dos salidas, para alimentar alternativamente las dos máquinas lavadoras.

C . - Lavado . - Las máquinas lavadoras son dos, del tipo de las "cribas lavadoras rotativas" (que fabrica Allis Chalmers), cilíndricas, con armaduras de hierro, de 0,80 m. de diámetro y 1,20 de longitud, dispuestas horizontalmente. Toda su area lateral está forrada con varillas

de madera, de 1" de espesor por 1" de ancho y con 1" de separación entre una y otra. Las lavadoras están provistas de una tapa, que permite la fácil carga y descarga de 250 kilos de camote en cada una. Las operaciones de carga, lavado y descarga duran 15 minutos; por consiguiente, cada máquina lava 1000 k. de camote por hora.

Las lavadoras tienen un movimiento de rotación al rededor de un eje, con la velocidad de 20 a 25 revoluciones por minuto, y están accionadas por un motor de 5 H.P. El eje de hierro es hueco, con un diámetro de 2" y con agujeros de $\frac{1}{8}$ " a todo su largo. Por un extremo del eje entra agua a presión, a razón de 50 litros por minuto.

Cada lavadora está contenida en un cajón de madera, cuyo piso puede variar su sentido de inclinación, permitiendo por un lado la salida del agua sucia (que se deriva por una canaleta de desagüe) y por el otro la del camote limpio que se vierte en una tolva que alimenta a la máquina tajadora.

D . - Tajado . - Los tubérculos limpios pasan a la siguiente operación en una máquina "tajadora de disco", que permite cortar unos 2.000 kilos de camote por hora. Esta cortadora ha de ser seleccionada entre las que se construyen en el extranjero para el fraccionamiento de productos vegetales (la de tipo inglés Harrison Mc.Gregor, por ejemplo). Su embocadura debe tener un diámetro de 0,80 m. ; la cuchilla circular constituye un disco de 0,50 m. de diámetro, provista de agujeros de 1". Gira con una velocidad de 1000 a 1200 r.p.m. por acción de un motor de 5 H.P., que también sirve para la máquina rayadora. En la superficie de contacto con el camote, el disco tiene estrías afiladas para producir el rebanado del camote y su sección en trozos más pequeños. El eje está montado sobre una chumacera móvil para evitar el deterioro de la cuchilla en caso de tratar de seccionar algún cuerpo extraño de considerable dureza.

E . - Rayado . - La operación del rayado se realiza en una "rayadora cilíndrica" , con capacidad para rayar 2000 kilos de camote por hora. La rayadora, cuyas características corresponden a un tipo que ya es usual en la industria almidonera, tiene una longitud de 1,20 m. por 0,35 m. de diámetro, con su cilindro erizado de púas de 0,02 m. de alto. Funciona a una velocidad de 1.500 r.p.m., accionada por el mismo motor que sirve para la tajadora.

A todo lo largo de la rayadora cae agua en activa corriente de 67 litros por minuto o sea unos 2 litros por cada kilo de camote. Como resultado de la operación de rayado, el material de camote queda convertido en una "pulpa", que es acarreada por la misma corriente de agua al inmediato sector donde se realiza el tamizado.

F . - Tamizado . - Para el tamizado de la pulpa se diapone una "zaranda", de 1,50 m. de ancho por 3 m. de largo. Sus mallas deben corresponder al tipo standard de 60 hilos por pulgada.

La zaranda tiene un movimiento vibratorio dado por una excéntrica accionada por un motor de 3 H.P. Está provista de una escobilla giratoria y dispuesta con una ligera inclinación de 5 %.

En toda la superficie de la zaranda cae una lluvia de agua, a razón de 67 litros por minuto. A través de este tamiz pasa la "lechada de almidón", que es conducida por una canaleta desde la parte inferior de la zaranda hasta la centrífuga. Por la parte superior sale el grueso material que constituye el "afrecho".

G . - Centrifugación . - La lechada que escurre de la zaranda es ~~arrastrada~~ arrastrada por la corriente de agua y penetra en la centrífuga, donde se realiza la operación que tiene por objeto separar la materia amilácea en suspensión. Se usa un "separador centrífugo continuo", de los que hay

modelos construídos con notable perfección para atender los requerimientos de la industria almidonera. Tienen su propio motor, de velocidad graduable hasta 3.000 r.p.m. La centrífuga seleccionada para el presente proyecto tiene capacidad para ser alimentada a razón de 150 litros de lechada de almidón por minuto, de los que separa 15 kilos de almidón húmedo, permitiendo retirar el agua que contiene proteínas solubles, sustancias minerales, restos livianos y algo de pulpa muy fina de almidón.

En estas condiciones es transportado el almidón a los inmediatos tanques de purificación y sedimentación, por medio de una bomba convenientemente dispuesta. Al salir del separador centrífugo, el almidón contiene un 40 % de humedad e impurezas que le restan homogeneidad y blancura.

H . - Purificación . - Para las subsiguientes operaciones de purificación, mediante sucesivos lavados y sedimentaciones, se emplea un sistema de seis tanques cilíndricos dispuestos en paralelo : tres series, cada una constituida por dos tanques que se comunican.

Los tanques de la primera fila, situados en un plano superior, tienen las dimensiones : 1,30 m. de alto por 2 m. de diámetro. Los de la segunda fila, colocados más abajo, tienen 1,30 m. de alto por 2,20 de diámetro. Los tanques son de madera selecta, solidamente construídos a prueba de filtraciones. Cada tanque está provisto de paletas de agitación que funcionan con un motor de 5 H.P.

La alimentación de los tanques se renueva cada seis horas, lo cual permite llenarlos de manera continúa a razón de dos horas para cada serie de tanques.

Vertido el almidón en los primeros tanques (superiores), se le agrega agua clorada que se ha preparado en un depósito adicional convenientemente ubicado, hasta completar 3 m³. Se agita el conjunto durante una hora.

Después, se deja sedimentar el almidón durante $4 \frac{1}{2}$ horas. Se separa el agua de cloro. Vertiendo agua limpia y agitando, la suspensión de almidón en cada tanque superior se hace pasar al correspondiente inferior, donde se agrega más agua hasta completar 4 m^3 .

En los segundos tanques, la suspensión se agita por corto tiempo y se deja sedimentar nuevamente durante otras $4 \frac{1}{2}$ horas. Pasado este tiempo, se procede a botar el agua para dejar solamente el almidón depositado al fondo de los tanques.

Mediante una nueva cantidad de agua, la suspensión amilácea purificada pasa a un depósito colector especial, que sólo tiene por objeto repartir la lechada de almidón en las canaletas de sedimentación. Paso a este depósito colector, colocado en un plano superior, se hace por medio de una bomba.

Debido al sistema de purificación del almidón en tres series de tanques, que trabajan simultáneamente, la duración de todo este proceso de depuración por sucesivas sedimentaciones y lavados, puede completarse en 12 horas.

I . - Distribución en canaletas . - El tanque colector que se emplea para la repartición de la lechada de almidón ya purificada en canaletas, es de forma rectangular y mide 1,50 m. de lado por una altura de 1,20 m.

Este tanque de distribución deriva por 6 tomas, dispuestas para alimentar a las 6 canaletas de sedimentación. Está provisto de una pala de agitación que funciona con un motor de 3 H.P.

La bomba llena este depósito colector con la lechada que procede alternadamente de cada una de las tres series de tanques de purificación. Está calculado que el segundo tanque de cada serie vacíe su contenido en 40 minutos, para que el reservorio de distribución reparta la lechada a

las canaletas durante 1 hora y 20 minutos. El trabajo de todo este sistema está sincronizado, teniendo en mira su mayor rendimiento en relación con la capacidad de la fábrica.

J . - Sedimentación en las canaletas . - Las canaletas pueden ~~ser~~ construirse satisfactoriamente con el material llamado "eternit". Cada una de las seis canaletas mide 0,20 m. de ancho y 0,15 m. de alto, estando su sección transversal representada por un rectángulo. Están dispuestas una al lado de otra y tienen una longitud de 30 metros. El conjunto se desarrolla en un plano con una inclinación de $1/2$ ‰ sobre la horizontal.

Por la correspondiente toma, el tanque distribuidor vierte la lechada en una canaleta, a razón de 8,4 litros por minuto; en el lapso de 80 minutos, el almidón se ha depositado en el fondo de la canaleta. Los 40 minutos restantes, antes de que salga la lechada del siguiente tanque, se emplean en pasar una corriente de agua limpia sobre el almidón sedimentado en las canaletas y en extraerlo por medio de palas apropiadas, para depositarlo en los tendales que van al secador.

El almidón que se recoge de las canaletas contiene un 50 ‰ de humedad.

K . - Depósito en tendales . - El almidón húmedo extraído del fondo de las canaletas se va depositando en "tendales". Los tendales son de lona, con su respectivo marco de madera. Miden 0,80 m. por 1,20 m. y tienen capacidad para cargar 25 kilos de almidón húmedo.

Los tendales deben ser en número de 600. Mientras 300 están dentro de la cámara secadora, los otros 300 están descargándose en el molino

pulverizador o cargándose nuevamente en las canaletas, para que al término del día estén listos para entrar al secador.

L . - Transporte al secador . - El almidón es conducido a la cámara secadora en los mismos tendales en que se le recoje de las canaletas. Para ello se emplean carros especiales, con dispositivos para colocar horizontalmente 20 tendales en cada carrito.

Estos carros circulan por rieles, lo que da rapidez y comodidad al transporte. Las líneas de rieles, de 0,50 m. de ancho, corren por ambos lados de las canaletas y a distancia conveniente, penetran a la cámara secadora y pasan por delante del equipo para la pulverización, tamizado y embolse del almidón.

Son necesarios 32 carritos. Mientras 16 permanecen en reposo dentro del secador, los otros 16 están en servicio activo.

M . - Secado . - La "cámara de secado" es rectangular y debe tener las siguientes dimensiones interiores : 2 m. de ancho, 12 m. de largo y 1,65 de alto. A todo lo largo de sus dos paredes laterales se dispone en hileras verticales un sistema de tubos de hierro de 2 ", por donde circula el vapor producido por un caldero.

Por la parte posterior de la cámara secadora penetra una corriente continua de aire impulsada por un ventilador de tipo especial. Este aire es precalentado a la temperatura de 65° y la calefacción distribuída en toda la cámara está calculada para mantener esa temperatura.

En el respectivo anexo están consignadas las especificaciones para la construcción de esta cámara y los cálculos referentes a su funciona-

miento para producir el secado del almidón, reduciendo la subida proporción de agua con que ingresa a la humedad normal de 15 % , después de una permanencia de 24 horas dentro de la cámara. Un caldero de 50 B.H.P. suministra el vapor necesario para el calentamiento de la cámara secadora.

N . - Pulverización . - A la salida de la cámara de desecación, el almidón está apelotonado, formando grumos delezneables. En estas condiciones, es transportado en los mismos carros y vertido en una tolva que alimenta a un molino pulverizador. Se fabrican actualmente tipos muy perfeccionados de estos molinos a martillos o bolas, formando equipos unitarios completos para realizar conjuntamente las siguientes operaciones de tamizado y embolsado del almidón.

O . - Tamizado . - Desintegrados los grumos de almidón seco en el molino, el polvo resultante se recoge por un ciclón, para facilitar su tamizado a través de un fino cernidor.

P . - Embolsado . - El polvo de almidón ya tamizado se deja caer en un receptáculo en forma de embudo, de donde pasa a un aparato embolsador, que permite llenar cuatro sacos a un mismo tiempo.

En Norteamérica se acostumbra ofrecer el almidón en sacos de 200 libras de peso y hechos de una tela especial (Kraft lined burlap bags); la manufactura nacional de tejidos puede suministrar géneros semejantes, con los que pueden confeccionarse sacos de 100 kilos, pudiendo también ofrecerse el almidón en bolsas de 50 K.y de 10 k. La oclusión de los sacos, después de comprobar su peso, se hace por los usuales métodos de costura a máquina de mano.

Q . - Almacenaje del almidón . - Los sacos de almidón son acarreados y depositados en un almacén. El almacen debe estar solidamente construído, con paredes lisas y alto zócalo de cemento, con los ángulos redondeados, protegido de roedores y de insectos, bien aereado por amplios ventanales.

Sus dimensiones de 5,50 m. por 10 m. y 4 m. de alto, corresponden a una capacidad holgada para 900 sacos de almidón, dejando en su centro un espacio suficiente para la circulación. Proyectada la fábrica para un rendimiento de 4,5 toneladas de almidón por día, podrían entrar a depósito 45 sacos diariamente, teniendo el almacen capacidad para acumular la producción de más de 20 días.

El almidón de camote se conserva bastante bien, aún en climas de subida humedad atmosférica como el de la costa del Perú. La escasa proporción de agua que retiene el polvo de almidón al salir de la cámara secadora antes de ser embolsado, asciende rápidamente al contacto atmosférico alcanzando la proporción de 15 % de humedad, que se considera normal.

Es deseable que el almidón que se produzca sea distribuído sin mayor dilación y pueda ser utilizado de inmediato. Las vinculaciones comerciales de la proyectada fábrica con las industrias consumidoras de almidón, pueden asegurar la rápida salida del producto. La actividad de la fábrica debe regularse de acuerdo con la demanda en el país, sin que deje de contemplarse la perspectiva de su exportación a países vecinos como Bolivia y Ecuador.

3 . UBICACION DE LA PROYECTADA FÁBRICA

El lugar en que conviene instalar una planta industrial cualquiera debe reunir en lo posible las siguientes condiciones :

- a). Facilidad para el abastecimiento de la materia prima ;
- b). mercado que favorezca las transacciones comerciales y la pronta utilización del producto ;
- c). provisión de agua abundante y económica ;
- d). energía eléctrica regularmente suministrada ;
- e). mano de obra de fácil contratación ;
- f). favorables condiciones climáticas y sanitarias ; y
- g). bajo costo de los terrenos en que se construiría la fábrica.

Para la extracción de almidón de camote, producto agrícola de cultivo excepcionalmente fácil en la costa del Perú, es conveniente situar la proyectada fábrica en una localidad apropiada de nuestra región litoral. A este respecto, en las inmediaciones de Lima concurren los más importantes factores de éxito. Los amplios terrenos inmediatos a la capital y surcados por la carretera que se dirige al interior del país, camino a Chosica, ofrecen la ubicación adecuada y conveniente, ya que satisfacen los requisitos antes anotados, como vamos a analizar,

- a).- El abastecimiento de materia prima procedente de los valles agrícolas costaneros, se facilita a lo largo de la carretera panamericana que recorre la costa de sur a norte. Este tráfico de productos agrícolas se ha in-

tensificado recientemente y es el que surte al activo mercado mayorista, construído en los barrios inmediatos al comienzo de la importante via que asciende a la región andina, ~~de~~ Lima se encuentra en el centro de las rutas comerciales del país.

Reiteramos a este propósito el concepto, ya emitido, de que el éxito de la industria almidonera de camote en el Perú depende en gran parte del incremento del cultivo de este tubérculo en los fundos de nuestra costa. El consorcio, en una sóla y grande empresa industrial, de un centro agrícola dedicado al cultivo intensivo del camote y de una fábrica de almidón y sus derivados, daría un excepcional rendimiento y tendría una importante repercusión en la economía nacional.

b).- La organización política central del Perú y muchos otros factores, que han venido actuando desde la época colonial y continúan durante la vida republicana, han concentrado en Lima las más importantes actividades del comercio y de la industria. Las transacciones comerciales, las vías de comunicación con otros lugares del país y las más destacadas repercusiones de la vida en provincias, parece que convergen en la metrópoli capital dándole condiciones favorables para servir de sede a una empresa destinada a atender la demanda de almidón en todo el Perú.

La ciudad de Lima no sólo se considera como la más importante del país, sino como el centro donde se congrega una proporción quizá excesiva de las actividades nacionales. El mercado de Lima se distingue de los demás del país por una mayor intensidad de la oferta y la demanda, por la facilidad de las operaciones bancarias y de los negocios, por tener radicadas muchas industrias en sus cercanías y por contar con agencias que representan a las empresas industriales de provincias.

c).- Una dotación de agua abundante y que pueda utilizarse con liberalidad, es condición indispensable para una fábrica de almidón. Se considera conveniente disponer de agua propia, no sujeta a restricciones. La ubicación de la fábrica en los terrenos altos del camino inicial a Chosica, ofrece facilidades para disponer de una toma en el río Rimac o perforar un pozo, para elevar el agua a un tanque de capacidad suficiente para los requerimientos de la elaboración de almidón. El mayor costo inicial de esta instalación está justificado por sus positivas ventajas.

d).- La energía eléctrica necesaria para el funcionamiento de los motores y la producción de luz, está asegurada en la referida ubicación al comienzo de la carretera central. Por allí bajan los hilos conductores de la fuerza eléctrica que abastece la ciudad de Lima, desde las alturas de Chosica y Yanacoto.

e).- La relativa distancia al centro de la capital no es obstáculo para conseguir mano de obra en las condiciones de salarios normales y asidua concurrencia al trabajo. Una fábrica de almidón no debe estar servida por obreros ocasionales e inconstantes, como los que se ofrecen en las ciudades pobladas. Debe procurar formar un personal de trabajo estable, que vaya adquiriendo un perfeccionamiento funcional derivado de su especialización en determinadas labores de la industria almidonera.

Se debe contemplar la conveniencia de ofrecer habitaciones higiénicas a los obreros, especialmente a los que proceden de la sierra, carecen de familiares en Lima y pueden ser ventajosamente contratados. No obstante, interesa mencionar la comodidad con que los obreros residentes en Lima pueden concurrir diariamente a la fábrica, utilizando los vehículos automotores que circulan por la carretera a Chosica.

f).- Buenas condiciones climáticas y sanitarias son las que poseen los terrenos altos en que proyecta ubicar la fábrica. Está reconocida la benéfica influencia del clima de Cjosica y de las más cercanas y nuevas poblaciones de Santa Inés y Chaclacayo. Aunque en grado mucho menor, los terrenos más próximos a Lima también participan de las ventajas derivadas de su mayor altitud y de su alejamiento del centro de la capital. Se disfruta en esos barrios de aceptables condiciones sanitarias, ya que no hay endemias de importancia y que la malaria, antes muy difundida, está casi eliminada de los campos agrícolas vecinos.

g).- No se ha dejado de pensar en la ventaja que reportará la instalación de la fábrica en terrenos de costo bajo, por lo menos en comparación con los que podrían adquirirse en las avenidas que comunican a Lima con el puerto del Callao, donde están situados los locales de conocidos centros fabriles.

El area que ocupe la proyectada fábrica ha de ser amplia, para permitir futuras expansiones y acaso dar cabida a viviendas para empleados y obreros. Actualmente, se estima que los terrenos en la ubicación deseada pueden adquirirse a un precio que representa la tercera o cuarta parte del valor asignado a otros lotes menores considerados como convenientes para fines industriales.

4 . - CONSTRUCCIONES

A . - Area necesaria para la empresa industrial . - Las edificaciones indispensables para instalar con holgura solamente las estructuras fundamentales de la fábrica, tal como está proyectado, ocupan una superficie que puede reducirse a unos 1000 m². Agregando el espacio para montar un gran reservorio de agua, el destinado a oficinas, habitación para guardián y eventual vivienda para algún empleado, taller de mecánica y carpintería, servicios higiénicos, etc., el area estrictamente necesaria aumenta a 1.600 m². Así aparece en el plano adjunto, desarrollado en una superficie de 32 m. por 50 m.

Si se trata de adquirir terrenos de relativo bajo costo, juzgamos conveniente que la empresa fabril disponga la facilidad de desarrollarse en una area amplia, no menor de una hectárea, contemplando desde ahora sus naturales expansiones, como serían la instalación de plantas para la fabricación de glucosa, dextrinas y otros importantes productos químicos derivados del almidón, a más de la construcción de viviendas para empleados y obreros, y otros proyectos realizables en un futuro cercano.

B . - Construcciones específicas para la fábrica . - La instalación de la fábrica, con las limitaciones en que ha sido proyectada, comprende las siguientes construcciones :

a). Almacenes para el camote : 2 almacenes comunicados, de 5 m. x 8 m. y de 5 m. x 4 m., ambos con techo de 3,60 m. de altura, en firme construcción de ladrillo y cemento, conforme a las especificaciones ya indicadas.

b). Edificación especial para instalar las principales máquinas extractivas de almidón : lavadoras, tajadora, rayadora, que se disponen en altu-

ras diferentes, y de la zaranda y la centrífuga colocadas en la parte inferior. Los tubérculos vertidos por el elevador en una tolva alta pasan por las diferentes etapas del proceso fabril ya descrito.

La maquinaria está sostenida por convenientes estructuras de hierro formando un castillo. Ocupa un ambiente de 360 m^3 (5 m. de ancho, 8 m. de largo y una altura de 9 m.). Este conjunto fabril está protegido por un techo liviano a 9 m. de altura, sostenido por columnas de cemento armado; entre las columnas que corresponden a los lados limítrofes del área de la fábrica, se levantan paredes de ladrillo de 5 m. de altura.

c).- Depósito hecho de cemento, de las dimensiones 4 m. x 3 m. x 1 m. de alto, levantado a 0,30 m. del piso, para verter en él el afrecho y los materiales arrastrados a través de canaletas de desagüe.

d).- Soportes para instalar los seis grandes tanques de purificación, en material firme de cemento armado, ocupando una área de 8 m. x 6 m.

e).- Soporte para sostener el tanque de distribución y apoyos para el sistema de canaletas en todo su largo de 30 metros, a 0,75 m. de altura sobre el nivel del piso y manteniendo la ligera inclinación de $\frac{1}{2} \%$.

f).- Construcción de la cámara secadora, de acuerdo con las especificaciones detalladas en el respectivo anexo, con los dispositivos para la circulación de vapor, instalación del ventilador e ingreso de los carritos cargados de almidón húmedo.

g).- Cámara contigua para instalar el caldero y su calentamiento a petróleo.

h).- Recinto abierto, protegido con techo, para la instalación del molino pulverizador, el tamiz y el dispositivo para el embolse del almidón.

i).- Almacén para los sacos de almidón, de 5,50 m. x 10 m. x 4 m.,

construido en ladrillo, con amplias puertas y ventanas.

j).- Untecho a dos aguas, liviano, sostenido en pilares y armaduras convenientemente dispuestas, recubre el amplio espacio ocupado por los tanques, las canaletas, la zona central donde circulan los carritos que transportan almidón, la cámara secadora y el espacio para las operaciones finales de tamizado y embolse. La superficie total recubierta es de 880 m²., con 22 m. de ancho y 40 m. de largo.

k).- Pozo para extracción de agua y construcción de un reservorio de cemento armado con capacidad de 4 m³, sostenido por columnas.

l).- Pabellon administrativo con una habitación para oficinas, de 4,50 m. x 7,80 m., un despacho para la gerencia de 4,50 m. x 3, un servicio higiénico anexo y una habitación de 4,50 m. x 3,50 m. para un guardián.

m).- Servicios higiénicos y vestuario para obreros, que ocupan una área de 2 m. x 8,50.

n).- Taller para mecánica y carpintería, en recinto de 3,50 m. x 5,40 m.

A estas edificaciones se agregan el cerco y la pared fronteriza, los dispositivos para el sistema de provisión de agua y evacuación de desagües, los que requiere la instalación de los equipos de máquinas y motores, etc.

P A R T E E C O N O M I C A

- 1.- **COSTO DE LA MATERIA PRIMA**
- 2.- **COSTO DEL AGUA Y DE LA ENERGIA ELECTRICA**
- 3.- **COSTO DEL TERRENO Y DE LAS CONSTRUCCIONES**
- 4.- **COSTO DE LA MAQUINARIA, EQUIPO E INSTALACIONES**
- 5.- **COSTO DE SUPERVISIÓN Y MANO DE OBRA**
- 6.- **GASTOS FIJOS DE MANTENIMIENTO**
- 7.- **CAPITAL NECESARIO (Capital de inversión)**
- 8.- **COSTO DE PRODUCCION**
- 9.- **UTILIDAD .**

P A R T E C O N Ó M I C A

La parte económica del presente proyecto industrial ha sido desarrollada con criterio ajustado a la realidad, alculando los costos, estimando el capital necesario y deduciendo las utilidades en conformidad con el siguiente plan :

- 1 . - Costo de la materia prima
- 2 . - Costo del agua y de la energía eléctrica
- 3 . - Costo del terreno y de las construcciones
- 4 . - Costo de maquinaria, equipos e instalaciones
- 5 . - Costo de supervisión y mano de obra ●
- 6 . - Gastos de mantenimiento
- 7 . - Capital necesario
- 8 . - Costo de producción
- 9 . - Utilidad .

1 . - COSTO DE LA MATERIA PRIMA

El camote ha experimentado en los últimos años el alza de precio que han tenido todos los productos alimenticios, en armonía con el mayor costo general de la vida en el Perú. Tratándose de un producto agrícola que no se conserva bien y al que conviene dar rápida salida, su valor en el mercado tiene notables fluctuaciones, desde S/.0,12 a S/.0,35, según recientes informaciones obtenidas en el mercado mayorista de Lima.

El camote adquirido en grandes lotes, como conviene a su utilización industrial, se está pagando actualmente al precio promedial de S/.0,20 por kilo. Nuestros cálculos están hechos sobre la base de este costo de materia prima y siempre en el supuesto de que la producción agrícola pueda abastecer a la proyectada fábrica de almidón.

Revisten especial interés para la futura industria almidonera en el Perú, los siguientes datos de economía agrícola consignados en la mencionada tesis del Ing° Agr° Urrutia Nicolini sobre el cultivo de camote en los valles de la provincia de Lima:

Según informaciones de la Comisión de Economía Agropecuaria del Ministerio de Agricultura, de la superficie cultivada de 40.000 hectáreas en la provincia de Lima, sólo corresponden 1.500 hectáreas al cultivo de camote.

El promedio de producción anual puede estimarse en 12.000 kilos por hectárea, aunque la experimentación científica obtiene 30.000 k. por h^a.

Los cálculos del Ing° Urrutia sobre la base de una producción promedial de 60.000 Kg. por fanegada, son los siguientes:

60.000 Kg. de camote a S/.0,20	S/.12.000.
60.000 - de hoja de camote a S/0,05. ..	- 3.000.
Gastos de cultivo (detalladamente calculados)	
se estiman en S/.1.575,50, que sumados al	
arrendamiento de tierras y otros, dan ...	S/.2,200
Utilidad por fanegada	- 12.800
	<hr/>
	S/15.000. S/15.000

Aunque la producción agrícola está sujeta a muchas contingencias, los autorizados cálculos anteriores demuestran las ventajas obtenibles por la intensificación y perfeccionamiento del cultivo de camote en la costa del Perú. Ese apreciable rendimiento abona la conveniencia, ya enunciada, de vincular en una sola empresa industrial la activa producción del tubérculo y la fabricación de almidón y sus derivados.

Las actuales condiciones de producción de camote en el país justifican que se adopte el precio unitario medio de S/.0,20, como base para calcular el costo de la materia prima :

Para producir de 4 a 5 toneladas de almidón por día, se requieren 30.000 kilos de camote en buenas condiciones de conservación, cuyo costo es :

	Al día	Al mes	Al año
30.000 Kg. de camote (a S/.0,20 c/u)	S/. 6.000.	S/.150.000	S/.1.800.000.

2 . - COSTO DEL AGUA Y DE LA ENERGÍA ELÉCTRICA

El consumo de agua en una fábrica de almidón constituye un importante renglón de gastos, ya que debe contarse con una provisión abundante de agua para emplearla sin restricciones. La utilización de agua propia extraída de un pozo o del eventual aprovechamiento de agua de río debidamente filtrada, reduce notablemente el gasto por consumo diario, aunque implica un aumento del capital inicial de la fábrica, tal como ha sido calculado. En las condiciones proyectadas, el costo del mantenimiento del servicio de agua puede involucrarse en los gastos generales, ya que no significa un dispendio de mayor cuantía.

El costo de la energía eléctrica ha sido deducido de las siguientes apreciaciones, teniendo en cuenta que para la fuerza motriz corresponden 746 vatios para cada H.P. Los puntos de luz han sido calculados al promedio de 50 vatios cada uno.

			Tiempo de trabajo	K.W.H.
3 motores	5 H.P./ (3,73 K.W. c/u)	.....	15 h. 0/u	167,85
6	5 H.P. - -	.....	4 - -	89,52
1 -	3 H.P. (2,238 K.W. C/u)	.....	15 - -	33,37
2 -	3 H.P. -	.....	8 - -	35,81
1 -	3 H.P.	.....	12 - -	26,86
1 bomba	3 H.P. -	.....	15 - -	33,57
3 -	2 H.P. (1,492 K.W. c/u)	.....	3 - -	13,42
1 centrif.	5 H.P. (3,73 K.W.)	.....	15 - -	55,95
62 puntos de luz	(50 W. c/u)	.....	8 - -	24,80
				481,35.

El precio actual de la energía eléctrica para fines industriales está cotizado en las nuevas tarifas vigentes a S/.0,60 el K.W.H., aunque es posible obtener una reducción de este subido precio unitario, a base del crecido consumo de la proyectada fábrica.

Dentro de las antedichas condiciones, el gasto por energía eléctrica sería el siguiente :

481,35 K.W.H. a S/.0,60 S/.288,81 al día --- S/.7.220. al mes.

Forma parte del costo por energía la que precisa desarrollar para el calentamiento del caldero de 50 B.H.P., que se hace a petróleo. La producción casi continua de vapor para alimentar la cámara secadora, exige un constante entendido con un gasto de combustible que se estima en S/.25 a S/.30 por día de trabajo, lo que representa S/.750. al mes.

El costo total por concepto de energía se calcula en S/.7.970 al mes.

3 . - COSTO DEL TERRENO Y DE LAS CONSTRUCCIONES

Las consideraciones expuestas respecto a la ubicación de la fábrica en terrenos rústicos de las inmediaciones de Lima y a la conveniencia de disponer de un lote con la extensión de una hectárea, justifican que se invierta la suma de S/.200.000. en la adquisición del terreno.

El costo de las construcciones ha sido estimado a base de un presupuesto detallado, teniendo en cuenta el plano adjunto y sus especificaciones, sin comprender el precio de las instalaciones de maquinaria y equipo técnico industrial.

Terreno. - 10.000 m². en campo rústico inmediato a
y conectado con la carretera a Chosica,
a S/.20.00 el m². S/.200.000.00.

Edificación. - Conforme al presupuesto anexo, que contiene precios unitarios y las sumas que resultan del cubicado de cimientos, muros y estructuras de cemento armado, el metrado de pisos y techos, las instalaciones de agua y desagüe, electricidad, etc., puertas y ventanas, aparatos sanitarios, tarrajeos, enlucidos y pintura. Se consideran las licencias municipales y las de conexión eléctrica; también figuran los pagos por concepto de leyes sociales.

El monto total de las construcciones es ..- .289.600.00

La excavación de un pozo a la profundidad de 20 a 25 metros (que es la habitualmente necesaria en los terrenos situados al comienzo de la vía a Chosica) y la construcción de un reservorio para agua, de 4 m³. de capacidad, de cemento reforzado, sostenido por columnas de cemento armado, ha sido presupuesta en - . 30.000.00

S/.519.600.00

4 . - COSTO DE LA MAQUINARIA, EQUIPOS E INSTALACIONES

Máquinas importadas . - Conforme a los precios recabados de agencias importadoras de maquinaria industrial, que nos han sido cotizados en dollars y por material puesto en Lima.

1	tajadora a disco	\$.	900.00	
1	rayadora a cilindros		1.500.00	
1	zaranda (sólo la malla)		50.00	
1	centrífuga separadora especial... .		3.200.00	
1	molino pulverizador		1.800.00	
10	motores de 5 H.P. (\$.220. c/u)... .		2.200.00	
4	- - 3 H.P. (.180. -)... .		540.00	
1	bomba para pozo de agua		200.00	
3	- varias		500.00	
1	ventilador de tipo especial.....		400.00	
2	balanzas de plataforma		600.00	
		\$.	11.890.00	.... S/.178.350.00

Maquinaria y equipos que pueden hacerse en el Perú :

1	elevador a capachos, completo .	S/	5.000.00	
2	lavadoras		10.000.00	
1	zaranda (sólo el marco y excéntr)		1.000.00	
3	tanques menore		3.600.00	
3	tanques mayores		4.200.00	
6	sistemas de paletas p. tanques.		6.000.00	
1	tanque de eternit con agitador.		800.00	
1	sistema de 6 canaletas de eternit		3.000.00	
1	caldero de 50 B.H.P. completo...		30.000.00	
32	carritos fierro, s/diseño.(S.500.)		16.000.00	
640	tendales de lona c/marco madera		6.400.00	
380	m.tuberías standard de fierro de 2"		7.600.00	
	para la cámara secadora			
1	equipo para tamizado y ensacado .		14.000.00	
360	m. riel para la circulacion carros		14.400.00	
	fajas, poleas, implementos varios		5.000.00	
				.127.000.00

Instalaciones generales :

Instalación técnica de maquinaria	S/	10.000.00	
Equipo para mecánica y carpintería		15.000.00	
Mobiliario para oficinas, etc.....		12.000.00	....-. 37.000.00
			S/.342.350.00

5 . - COSTO DE SUPERVISION Y MANO DE OBRA

Personal administrativo y técnico :

	<u>Al mes</u>	<u>Al año.</u>
1 gerente	S/.2.000.	S/.24.000.
1 ingeniero jefe	1.800	21.600.
1 contador y cajero	800	9.600.
1 secretario mecanógrafo	600.	7.200
1 auxiliar	400.	4.800.
1 guardián	400.	4.800.
2 empleados en los almacenes .	1.200.	14.400
	S/.7.200.	S/.86.400.

Personal de obreros :

18 obreros (S/.15 por dia c/u)	S/.8.100.	
2 peones (- .10 - -)	600.	
1 mecánico (- .25 - -)	750.	
1 ayudante (- .15 - -)	450.	
	- .9.900.	- .118.800.

Seguros sociales :

Para empleados	S/. 360.	
Para obreros	742	
Accidentes del trabajo	435.	
	- .1.537.	- . 18.444.

Indemnizaciones (fondo de reserva) :

Para empleados (15 % s/7.200) .	S/.1.112.	
Para obreros (12 % s/9.900)	1.188.	
Para vacaciones (10 % s/7.100)	1.710.	
	- .4.010.	- . 48.120.
	S/. 22.647.00	S/.271.764.00

6 . - GASTOS DE MANTENIMIENTO

A/) - Conservación de maquinaria y edificios		<u>Al año</u>
2,5 % sobre S/.661.950		S/.16.548,75
B . - <u>Gastos de administración</u>		
Gastos de oficinas ...	S/.6.000.	
Propaganda comercial ..	9.000.	
Patente industrial	4.800.	
Contribuciones fijas y gabelas municipales ..	4.000.	
Timbres fiscales, &	5.600.	
	<hr/>	
	.....	- .29.400.
C . - Reposición de materiales		
Reposición anual de 2.000 sa- cos para almidón	S/.4.000.	
Reposición de otros materia- les	1.000.	
		..... - .5.000.
D . - <u>Seguros</u>		
Seguro contra incendio:		
1 1/2 % sobre S/.300.000.....		- .4.500.
		 S/.55.448,75

7 . - CAPITAL NECESARIO
 (Capital de inversión)

Capital fijo :

Terrenos y edificaciones	S/.519.600	
Maquinaria, equipos e instalaciones -	.342.350.	
		.....S/.861.950.

Capital de movimiento (Capital de trabajo) :

- Calculado para 3 meses -

30 toneladas de camote (S/.6.000 al día)....	S/.450.000	
Gastos de mantenimiento (S/.8.717 al mes)	13.862,20	
Costo de energía (S/.7.970 al mes)	21.660,75	
Supervisión y mano de obra (S/22.647 al mes)	67.941	
		.....S/.553.463,95

Capital necesario S/.-1.415.413,95

8 . - COSTO DE PRODUCCIÓN

Costo de operaciones

Costo directo :

	<u>Al año</u>
Materia prima (S/.6.000 al día)	S/.1.800.000.
Supervisión y mano de obra	271.764.
	...S/.2.071.764.

Costo indirecto :

Energía	S/.	86.643
Gastos fijos de mantenimiento		55.448,75
Depreciación de maquinaria 10 %	-	34.235.
Depreciación de edificios 5 %		31.960
		... - .208.286,75
		S/.2.280.050,75

Costo de producción

1°.- Costo de operaciones S/.2.280.050,75

2°.- Amortización del capital

Para amortizar el capital en 20 años, apli-

cando la fórmula $a = \frac{A r (1+r)^n}{(1+r)^n - 1}$, en

la que a - anualidad
 A - capital a amortizar
 r - interés anual de 1 sol (0,06)
 n - número de años (20).

$$\frac{1.415.413,95 \times 0,06 (1+0,06)^{20}}{(1+0,06)^{20} - 1} \dots\dots 126.600$$

3°.- Interés del capital

6 % de S/.1.415.413,95 84.924,84

Costo de producción al año S/.2.491.575,59

9 . - UTILIDAD

La apreciación de la utilidad se hace sobre la base de vender el almidón producido al precio de S/.2,20 por kilo, menor que el que actualmente se paga por el producto nacional, cuyo precio en fábrica fluctúa entre S/.2,40 y S/.2,60, y muy inferior al extranjero.

El precio de venta de los residuos, tan solicitados para la alimentación animal, ha sido reducido a S/.0,05 por kilo de afrecho húmedo.

Utilidad bruta :

Producción anual - 1.200 toneladas de almidón	
(venta a S/.2,20 kilo) ..	S/.2.640.000.
- 6.000 toneladas de afrecho	
(venta a S/.0,05 kilo) .. - .	300.000.
	<hr/>
	S/.2.940.000.
Costo global de producción al año	- .2.491.575,59.
	Utilidad bruta S/. 448.424,41.
	<hr/>

La utilidad obtenida corresponde al 31,68 % del capital.

Utilidad bruta unitaria :

Precio de venta de 1 kilo de almidón	S/.2,20.	
Venta de los residuos de su elaboración		
(5 kilos de afrecho húmedo)	- .0,25.	
		....S/.2,45.
Costo unitario de producción	<u>2.491.575,59</u>	
	1.200.000.	.... - .2,07.
		<hr/>
	Utilidad en 1 kilo de almidón ...	S/.0,38.
	<hr/>	

C O N C L U S I O N E S

1^a. - El creciente adelanto industrial del Perú impone la conveniencia de instalar una importante planta para fabricar almidón, materia fundamental e indispensable en la vida moderna.

2^a. - La elección del camote para la elaboración de almidón es una reciente conquista industrial, cimentada sobre firmes bases económicas.

3^a. - El camote es planta de próspero rendimiento en los valles de la costa peruana, donde se le cosecha en toda época del año.

4^a. - Los análisis de la variedad de camote más cultivada en nuestra costa, señalan un contenido de 16,29 % de almidón.

5^a. - El consumo de almidón extranjero y la escasa producción nacional, justifican que la proyectada fábrica tenga una capacidad productora de 4 a 5 toneladas diarias.

6^a. - El proceso de fabricación de almidón de camote, muy perfeccionado en los últimos años, que comprende las operaciones técnicas descritas, permite extraer almidón en la proporción de 15 % del peso de camote.

7^a. - Se señalan las inmediaciones de Lima como lugar que ofrece satisfactorias condiciones naturales y donde convergen los factores económicos exigibles para el funcionamiento de una fábrica de almidón.

8ª. - La adquisición del terreno y las construcciones específicas para la fábrica, las maquinarias, equipos e instalaciones y el capital de trabajo, han sido estimadas en un total de S/.1.415.413,95. Se considera que la realización del presente proyecto implica una inversión aproximada de un millón y medio de soles.

9ª. - De los cálculos de producción y su costo, se deduce una utilidad que corresponde al 31,68 % del capital invertido.

10ª, - La proyectada fábrica debe contemplar la conveniencia de elaborar glucosa, dextrinas y los varios productos químicos derivados del almidón.

11ª. - Se considera ventajoso en el Perú la vinculación de una gran fábrica de almidón y de un importante centro agrícola dedicado a cultivar camote de las variedades seleccionadas para fines industriales.

A N E X O S

A N E X O N° 1

VELOCIDAD DE SEDIMENTACION DE LAS PARTICULAS

DE CAMOTE EN LOS TANQUES DE PURIFICACION Y SEDIMENTACION

V E L O C I D A D D E S E D I M E N T A C I Ó N

Considerando los gránulos de almidón esféricos y teniendo la partícula más pequeña un diámetro de 10 micras, mediante la fórmula :

$$f(\text{Re})^2 = \frac{4 g D^3 \rho (\rho_s - \rho)}{3 \mu^2}, \quad \text{basada en la ley de}$$

Stokes, podemos calcular la velocidad de sedimentación de la partícula,

$$g = \text{gravedad} = 981 \text{ cm/seg.}$$

$$D = \text{diámetro} = 0,001 \text{ cm.}$$

$$\rho = \text{densidad del medio} = 1 \text{ gr/cm}^3.$$

$$\rho_s = \text{densidad de la partícula} = 1,65 \text{ gr/cm}^3.$$

$$\mu = \text{viscosidad del medio} = 0,01 \text{ poises.}$$

$$f(\text{Re})^2 = \frac{4 \times 981 \times (0,001)^3 \times 1(1,65 - 1)}{3 \times (0,01)^2} = 0,0085.$$

En el gráfico $f(\text{Re})^2$ vs Re (Walker, Lewis, Mc Adams - fig.99), encontramos que :

$$\text{Re} = D \cdot V \frac{\rho}{\mu} = 0,00052.$$

Siendo V , la velocidad de sedimentación de la partícula

$$V = \frac{0,00052 \times 0,01}{0,001 \times 1}$$

$$V = 0,0052 \text{ cm/seg.}$$

$$\approx 0,312 \text{ cm/min.}$$

$$\approx 18,72 \text{ cm/hr.}$$

Tiempo de sedimentación en los tanques durante el proceso de purificación del almidón . -

Los primeros tanques se llenan hasta completar los 3 m³, lo que da una altura de :

$$h = \frac{V}{\pi R^2} = \frac{3}{3,14 \times 1} = 0,96 \text{ m.}$$

La altura de la capade almidón sedimentada en el tanque estará a :

$$\frac{0,96}{3} = 0,32 \text{ m.}$$

El espacio que debe recorrer la partícula es :

$$0,96 - 0,32 = 0,64 \text{ m.}$$

El tiempo que demora la partícula en sedimentar es :

$$\frac{64}{18,72} = 3,5 \text{ horas}$$

Para mayor seguridad, se ha dispuesto que la suspensión de almidón permanezca en reposo durante 4,5 goras.

Los segundos tanques se llenan de suspensión amilácea más pura hasta los 4 m³., lo que da la altura :

$$h = \frac{4}{3,14 \times 1,2} = 1,05 \text{ m.}$$

Después de la sedimentacion, la capa de almidón estará a :

$$\frac{1,05}{4} = 0,265 \text{ m.}$$

El espacio que recorren las partículas es :

$$1,05 - 0,265 = 0,785 \text{ m.}$$

El tiempo que emplea la partícula en sedimentar es :

$$\frac{0,785}{18,72} = 4,15 \text{ horas}$$

De acuerdo con estos cálculos, la suspensión purificada de al- también se deja sedimentar en los segundos tanques durante 4,5 horas.

A N E X O N ° 2 .

CÁLCULOS DEL SECADOR

C Á L C U L O D E L S E C A D O R

1°. - Cantidad de agua que debe evaporarse al día.

Salen de las canaletas 7.650 kilos de almidón con 50 % de agua.

El almidón que sale del secador contiene 15 % de agua. El agua por evaporar será :

$$7,650 - \frac{7,650 \times 0,5}{0,85} = 3,150 \text{ Kg.}$$

2°. - Cantidad de calor requerido para evaporar esa agua :

563,3 cal/gr.

$$3,150 \times 563,3 = 1.765.000 \text{ k.cal.}$$

$$7.000.000 \text{ B.T.U.}$$

3°. - Temperatura y humedad del aire :

	<u>Temperatura</u>	<u>Humedad rel.</u>	<u>Humedad absoluta</u>
Afuera	20°C - 68°F.	100 %	0,0148 $\frac{\text{lb. agua}}{\text{lb. aire}}$
Entrada	65° - 149°	8 %	0,0148 - seco.
Salida	60° 140°	30 %	0,039 -

4°. - Cantidad de aire necesario :

$$G = \frac{3.150 \times 2,2}{(0,039 - 0,0148)} = 285.000 \text{ lb. de aire seco.}$$

5°...-Calor dado por el aire (de 149°F. a 140°F.)

$$Q = G \times S_p \times (t_2 - t_1) = 285.000 \times 0,2468 \times 9$$

$$= 632.000 \text{ B.T.U.}$$

$$159.000 \text{ k.cal.}$$

Este calor dado por el aire compensa al calor necesario para calentar el agua.

6°...- Cantidad de vapor para evaporar el agua.

Presión del vapor - - 75 lb./pg - - 89,7 lb./pg. abs.

Factor para convertir k.cal. a B.T.U. = 3,986

Calor latente de evaporación (320°F) = 894,9 B.T.U./lb.

$$\frac{1.765.000 \times 3,986}{894,9} = 7.840 \text{ lb.}$$

7°. - Cantidad de calor requerido para calentar el aire .

$$Q = 285.000 \times 0,2468 \times (149 - 68) = 5.700.000 \text{ B.T.U.}$$
$$1.430.000 \text{ k.cal.}$$

8°. - Cantidad de vapor para calentar el aire .

$$\frac{5.700.000}{894,9} = 6,380 \text{ lb.}$$

9°. - Volúmen de aire a la entrada

13,68 p³/lb. aire saturado.

$$285.000 \times 13,68 = 3.900.000 \text{ p}^3.$$
$$162.500 \text{ p}^3/\text{hr.}$$

10°. - Velocidad del aire por los tubos de precalentamiento..

Asumo una velocidad del aire de 2.000 p/min. - El area que deben dejar los tubos para el paso del aire es :

$$\frac{162.500}{2.000 \times 60} = 1,36 \text{ p}^2.$$

11°. - Coeficiente de transmisión de calor

a).- Coeficiente de película del aire :

Temp.vapor 320°F.
- aire Ent. 68°F.
- - Sal.149°F.

$$h = 0,131 \times \left(\frac{K_f}{D} + \left(\frac{D \times G}{\mu_f} \right)^{0,7} \right)$$

$$\Delta T_m = \frac{(320 - 68) - (320 - 149)}{2,3 \times \log. \left(\frac{320 - 68}{320 - 149} \right)} = 211^\circ\text{F.}$$

Coeficiente de conductividad del aire $K_f = 0,0129 + 0,00002 (211 - 32)$
0,01648

Diámetro exterior D = 2,375 pg. = 0,198 p.

Velocidad masa $G = \frac{2.000 \times 60}{13,68} = 8.760 \text{ lb./p}^2 \times \text{hr.}$

Viscosidad $\mu_f = 0,021 \times 2,42 = 0,051 \text{ lb./p.} \times \text{hr.}$

$$h = 0,131 \times \left(\frac{0,01648}{0,198} \right) \left(\frac{0,198 \times 8.760}{0,051} \right)^{0,7}$$

$$h = 16,1$$

b).- Coeficiente de película del vapor. Muy grande.

El coeficiente de transmisión de calor será :

$$U = h = 16,1$$

12°. - Area y longitud de los tubos de calentamiento

$$Q = U \times A \times \Delta T$$

$$A = \frac{5.700.000}{16,1 \times 211 \times 24} = 31,5 \text{ p}^2.$$

La tubería standard de fierro tiene 1,608 p de longitud por pié cuadrado de superficie externa.

Longitud de tubería : $31,6 \times 1.608 = 50,8 \text{ pies}$
 $15,45 \text{ metros}$

13°. - Area por la que va a pasar el aire en el secador ;

Esta area representa aproximadamente un 50 % del area transversal

del secador : $1,65 \times 2,00 \times 0,5 = 1,65 \text{ m}^2.$
 $17,7 \text{ p}^2.$

14°. - Velocidad del aire en el secador .

$$\frac{162.500 \times 609}{17,7 \times 528} = 10.550 \text{ p/hr.}$$

15°. - Coeficiente de transmisión de calor .

$$\frac{h \times D}{K_f} = 0,45 + 0,33 \left(\frac{D \times G}{\mu_f} \right)^{0,56}$$

$$K_f = 0,0129 \div 0,00002 \times 202 = 0,01694$$

$$D = 0,198 \text{ p.}$$

$$G = \frac{10,550 \times 528}{13,68 \times 609} = 670 \text{ lb/p}^2 \times \text{hr.}$$

$$\mu_f = 0,0217 \times 2,42 = 0,0525 \text{ lb/p} \times \text{hr.}$$

$$\frac{h \times 0,198}{0,01694} = 0,45 + 0,33 \left(\frac{0,198 \times 670}{0,0525} \right)^{0,56}$$

$$h = 2,32$$

$$U = h = 2,32$$

16°. - Area y longitud de los tubos del secador .

Considerando un 10 % por pérdidas debidas a radiación, calentamiento de los carros, etc.

$$A = \frac{7,000.000 + 700.000}{2,32 \times 175 \times 24} = 780 \text{ p}^2.$$

$$\text{Longitud de tubería : } 780 \times 1,609 = 1.240 \text{ p.}$$

374 m.

17°. - Potencia del caldero

$$\text{Calculada por la fórmula : } \frac{\text{lb. de vapor}}{34,5} = \text{B.H.P.}$$

$$\frac{7.840 + 6.380}{34,5} = 41,2 \text{ B.H.P.}$$

$$\text{Sobrecarga } 20 \% \text{ } 41,2 \times 0,2 = 8,2 \text{ B.H.P.}$$

$$\text{Potencia del caldero } 50. \text{ B.H.P.}$$

B I B L I O G R A F I A

- Allen H. "Commercial orgánic analysis"
- Muspratt.- " Enciclopedia de Química industrial" Tomo IV
- Kehr, Raph W.- "Chemistry and Industry of Starch"
- Thorpe . - " Enciclopedia Química " Tomo I
- Ullman. - . " Enciclopedia de Química Industrial " Tomo IV
- Urrutia Nicolini E. F. - " El cultivo del camote en ~~la~~ provincia de Lima" Tesis presentada a la Escuela Nacional de Agricultura. Noviembre, 1949
- Vilbrandt . - " Chemical Engineering Plant Design "
- Villavechia. - " Química Analítica "
- Perry J. H.-.. " Chemical Engineer's Hand Book "
- Walker W. H., , Lewis W. K., Mc Adams W. H. and Gilliland E. R.
" Principles of Chemical Engineering "

○

Chemical Engineering News

Vol. 24. Jun. 10, 1946.

- 24. Feb. 25, 1946.

Industrial and Engineering Chemistry

Haverton W.W.& Treadway R.H.- "Potato batch and continuous process"
Vol. 40. August, 1948.

Paine.- "Manufacture of sweet potato starch in the United States".
Vol. 30. Set, 1938.