

Col. de la ...

JOSE PEDRERO PRIEGO

FABRICACION DE LA HARINA
DE LOS PLATANOS
MACHO Y LARGO

2035

MEXICO, D. F.
1933



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

FABRICACION DE LA HARINA
DE LOS PLATANOS
MACHO Y LARGO

ESTE LIBRO NO DEBE
SALIR DE LA BIBLIOTECA

TESIS

QUE PARA OBTENER SU TITULO
DE QUIMICO PRESENTA
EL ALUMNO
JOSE PEDRERO PRIEGO

MÉXICO, D. F.
1933

Cariñosamente a mis Padres
Don Rafael Pedrero J.

y

Da. Elodia P. de Pedrero

SUMARIO

- I.—Objeto de este Estudio.
- II.—Definiciones y Sinonimias.
- III.—Usos y consumos.
- IV.—Fabricación de la harina y maquinaria empleada.
- V.—Análisis de las harinas y control químico.
- VI.—Diseño de la instalación de una pequeña planta.
- VII.—Conclusiones.

CAPITULO PRIMERO

OBJETO DE ESTE ESTUDIO

Este trabajo tiene como fin, encontrar las posibilidades de utilización de las grandes cantidades de plátano que se pierden anualmente en las diversas regiones productoras de nuestro país, mediante el aprovechamiento de la harina que de dicha fruta se puede obtener.

Bien es cierto, que este aspecto de la industria ha sido hasta ahora escasamente explotado y por lo tanto, existen muy pocos estudios y raquítica experiencia sobre el particular, circunstancias éstas que dificultan mi propósito: sin embargo, no pretendo atribuir al presente trabajo originalidad alguna, ni mucho menos considero que los resultados por mí obtenidos a este respecto, sean rigurosamente exactos, ya por la razón apuntada, ya por mi condición de alumno siempre poco experimentado. De todos modos, y hecho el anterior paréntesis, debo hacer notar que aun cuando esta tesis se referirá principalmente a la utilización en la industria harinera del país de los plátanos macho y largo, los mismos conceptos de aplicación pueden extenderse al plátano roatán o "Tabasco", que como aquéllos, ha constituido igualmente motivo de atención por mi parte en las experimentaciones que norman el criterio que aquí sustento, pudiendo asegurar desde luego, que no existen positivas diferencias entre uno y otros.

En la actualidad, el cultivo de los plátanos macho y largo, (musa paradisiaca, o comúnmente conocidos con los nombres de bellaco, hartón, cuerno de toro, común, etc., y dominico y blanco respectivamente), no constituye en realidad una rama muy explotada en la agricultura, porque su consumo es de carácter netamente local.

Existe por otra parte, una fuerte producción de plátano roatán o Tabasco (musa capitum) cuyo desarrollo se debe precisamente a la buena aceptación que dicho plátano tiene en los mercados extranjeros, y con especialidad en los Estados Unidos del Norte; pero la abundancia de esta fruta se traduce con frecuencia en grandes pér-

didadas para los productores ya porque las compañías exportadoras no alcancen a demandar la totalidad de sus productos, ya porque la abundancia misma se traduzca en manifiestas exigencias por parte de tales compañías que rechazan enormes cantidades de fruta en buenas condiciones, circunstancias todas que vienen a determinar desperdicio constante del plátano roatán, y que inducen a buscar nuevas fuentes de aprovechamiento de esta fruta. Asimismo hay que tener en consideración, que el rechazo se debe en otras ocasiones a defectos exteriores del plátano originados por algunos insectos o por el sol, quienes sin perjudicar efectivamente la fruta, determinan manchas en la corteza que le hacen adquirir un mal aspecto.

Hay que agregar a las circunstancias apuntadas y que constituyen motivo de pérdidas en la producción del plátano roatán, las dificultades de comunicación temporales o permanentes.

De esta exposición, se concluye la inminente necesidad como ya lo he dicho, de buscar nuevas formas de aprovechamiento de aquellos desperdicios, y estimo que entre otras aplicaciones, sería muy prudente estimular el desarrollo de plantas fabricadoras de harina.

Ahora bien, el plátano roatán o Tabasco, ha venido sufriendo una enfermedad llamada "**Mal de Panamá**" que se origina por un hongo denominado "**Fusarium Cubense**", y que, aunque paulatinamente, se extiende a pesar de los esfuerzos realizados tanto por el Departamento de Defensa Agrícola de la Secretaría de Agricultura, como por numerosos particulares, constituyendo así una verdadera amenaza para el futuro de esta explotación; pues se ha comprobado que en algunos otros países dicha enfermedad ha determinado no sólo la suspensión temporal de su cultivo, sino aun el abandono mismo, por la imposibilidad física de alcanzar un producto sano.

Dentro de estas ideas, y especificados como han quedado ya los motivos primarios de urgente aprovechamiento del plátano roatán, quiero asentar que, en el caso de un aumento desproporcionado de el Mal de Panamá, los terrenos destinados al cultivo del plátano roatán podrían utilizarse sin riesgo alguno en la plantación de plátano macho o largo; pues éstos son inmunes a dicha enfermedad, y para la industria harinera ya fomentada, no presentarían problema de ninguna especie, y aun cuando en cantidad su rendimiento es menor por el tamaño mismo del racimo, si se obtiene una mejor calidad, y hasta mayor cantidad de harina por tonelada.

También conviene hacer notar con relación al fomento de la industria harinera de plátano, que ésta es susceptible de explotación

durante todo el año; pues su producción es constante y no se reduce a épocas especiales como sucede con la generalidad de las materias agrícolas empleadas en las varias manufacturas nacionales.

CAPITULO SEGUNDO

DEFINICIONES Y SINONIMIAS

Se entiende por harina de plátano, el producto que se obtiene de la molienda de la pulpa seca de los plátanos verdes.

Hasta hace poco tiempo, los términos harina, granillo y polvo, se usaban indistintamente para designar los productos que resultaban de la molienda de la pulpa ya seca de los plátanos verdes; pero a últimas fechas se ha notado una marcada tendencia a hacer una distinción entre estos términos de uso común en el comercio, y con especialidad en los Estados Unidos del Norte y Jamaica.

El propósito de realizar tales distinciones, ha querido que el término harina se aplique únicamente al producto de la molienda de la pulpa seca de los plátanos verdes, el de granillo, a este mismo producto de grano más grueso, y el de polvo a la harina que se extrae de la pulpa de los plátanos maduros.

El hecho mismo de que en principio el plátano maduro no sea fácil a la elaboración de harina, por la imposibilidad aparente de su obtención dado que los almidones se transforman o desdoblan en azúcares por la maduración, hace aparecer como falsa esta hipótesis; pero la circunstancia de que los plátanos maduros empleados en esta especie de harinas, o polvos, sean sometidos a un procedimiento especial de maduración, y no madurados normalmente, es lo que hace factible la referida obtención.

En otros términos, en esta clase de polvos los plátanos son madurados en cuartos diseñados en forma convencional, perfectamente controlados, y el molido y disecado se efectúa también en forma muy especial. De todos modos, hay que insistir en que no se puede hacer polvo con plátanos madurados normalmente, ni disecados al sol; pues se necesita un procedimiento como ya se ha dicho, especial y rápido. Tampoco puede hacerse de plátanos macho y largo, por ser más pobres en almidones.

No obstante la afirmación ya hecha en el sentido de que la industria de la harina de plátano es muy raquítica, es justo apuntar

que se explota en los siguientes países, aunque en muy baja escala: México, Guatemala, Venezuela, Las Guayahas, Cuba; Jamica; Filipinas, Congo, etc., dicha harina se elabora de distintas clases de plátanos siguiéndose en todas partes un procedimiento similar. El producto recibe asimismo variados nombres entre los que recuerdo los siguientes: fécula de plátano, musarina, bananina, arrow-root de Guapanas, etc.

CAPITULO TERCERO

USOS Y CONSUMOS

La harina de plátano es un excelente alimento para niños, ancianos y convalecientes, porque es muy rica en substancias hidrocarbonadas y a la vez es de fácil digestión, pudiendo emplearse en forma de atoles o de cualquier otra manera líquida.

Esta harina, no es de suyo rica en proteínas; pero se le puede mezclar fácilmente con otros productos que las contengan en abundancia.

En la cocina moderna tiene muchas aplicaciones, utilizándosele en la fabricación de pasteles, pudines, panecillos, etc., así como para darle sabor a las nieves.

La harina de plátano tampoco puede emplearse sola para hacer pan, porque no contiene glúten; pero mezclándola con harina de trigo, ya da resultados satisfactorios. Esto ha quedado demostrado por la Casa Globe Grain Milling Company de San Francisco California, la que usó las siguientes cantidades:

1o.—25% de harina de plátano con 75% de harina de trigo.

2o.—66.23% de harina de plátano con 33.75 de harina de trigo.

3o.—50% de harina de plátano con 50% de harina de trigo.

En la manufactura se observó que las combinaciones primera y tercera, produjeron un pan de magnífica textura, dando la segunda un pan mucho más compacto.

Una de las formas en mi concepto más apropiadas para el uso de la harina de plátano, es la fabricación de pastas alimenticias y galletas, tanto por el buen sabor, cuanto por el agradable olor que les comunica. Mi parecer, está además robustecido por el uso que en este sentido se le da en otros países, pues en el nuestro no tiene todavía ninguna aplicación.

Indiscutiblemente la forma mejor desde el punto de vista comercial, radica en encontrar mercados para la harina de plátano. Sobre este particular, he podido enterarme en un Boletín de la Secretaría

de Relaciones, que hasta hace poco tiempo, de las Islas Canarias se enviaban a Francia grandes cantidades de harina; pero que últimamente tal exportación ha desaparecido, porque se ha puesto mayor empeño en exportar la fruta a los países europeos más próximos, a fin de obtener un rendimiento económico mayor; sin embargo, en la propia publicación se asegura que en Francia hay casas interesadas en la compra de harina de plátano capaces de adquirir cualquier cantidad que se les ministre.

CAPITULO CUARTO

FABRICACION DE LA HARINA Y MAQUINARIA EMPLEADA

La fabricación de la harina de plátanos, se puede hacer en grande y pequeña escala, pero hasta la fecha únicamente se ha obtenido en esta última forma, pues ni siquiera se ha logrado producir la suficiente cantidad para el consumo local, de cada uno de los países que la producen.

Cualquiera de los procedimientos que se sigan para fabricarla, se reducen a las siguientes operaciones: Selección del fruto, mondado, secado, molido, decoloración, tamización y empaque; la única diferencia está en la rapidez y el esmero que se tengan en su elaboración.

SELECCION DEL FRUTO

Esta operación es sumamente importante pues de ella depende mucho el buen resultado que se obtenga. Para ello se escogen los plátanos verdes que tengan un grado máximo de sazón, si esto es posible, pero sin que tengan síntomas de maduración, porque en este caso ya parte de los almidones se han transformado en azúcares, los cuales hacen que el producto sea sumamente higroscópico. Se debe tener cuidado de que los plátanos no estén enfermos, es decir, que se vea que la pulpa no esté dañada, pues hay plátanos que aun estando pintos o coloraduzcos, son de buena calidad; también se debe procurar que no estén muy maguados, lo cual sucede con mucha frecuencia en el transporte.

MONDADO DE LOS PLATANOS

Antiguamente se acostumbraba moler y secar los plátanos verdes con la cáscara, pero notando que producía fuertes trastornos gástricos, optaron por mondarlo primero con objetos de madera o de hueso y no de hierro, porque el tanino que contienen principalmente las cáscaras lo ataca, produciendo tanato de fierro que oscurece el pro-

ducto. A este procedimiento se le han hecho algunas innovaciones tales como el de sumergir los plátanos en agua caliente para facilitar de esta manera el desprendimiento de la cáscara, así mismo se empezaron a emplear cuchillos de metales inatacables como niquelados, cromados, etc. Una vez mondados los plátanos, se dividen en rebanadas transversales como de medio centímetro de espesor con los cuchillos también inatacables; a esta operación se le ha modificado usando una serie de cuchillas separadas a una distancia de medio centímetro o una serie de alambres de plata que cortan a los plátanos en rebanadas del mismo espesor.

Varias han sido las tentativas hechas para construir una máquina apropiada con el fin de descascarar y desmenuzar los plátanos, pero ni las hechas en México ni las del Extranjero, habían dado los resultados apetecidos, hasta hace poco tiempo en que en la Convención Piatanera presentó el señor Carlos R. Linga una máquina mondadora de patente mexicana, la cual dió muy buenos resultados en las pruebas que se hicieron y personalmente después pude comprobar la eficacia de dicha máquina debido a la gentileza de dicho señor que me la facilitó para que hiciera algunas pruebas en ella. A grandes rasgos daremos una explicación de cómo está formada y su funcionamiento. Empezaré por decir que las piezas que tienen algún contacto con los plátanos, son de aluminio o de algún metal inatacable por el tanino; consta de dos cilindros con estrías longitudinales, los cuales giran en sentido contrario como los trapiches que se usan para moler la caña de azúcar, éstos pueden separarse a la distancia que se desee según el grueso del plátano; en medio de esta abertura, hay una cuchilla de acero inatacable por el tanino y que tiene la misma longitud de los rodillos, está sujeta por dos láminas perforadas de aluminio que siguen la curvatura de los cilindros acercándose cada vez más hasta que quedan separadas a la distancia mínima que se cree suficiente para dejar pasar únicamente las cáscaras; esto se observa en la parte más inferior de los cilindros desde donde dichas láminas continúan horizontalmente. Su funcionamiento es sencillo: Por medio de un transportador de banda y una tolva, van cayendo los plátanos entre los dos rodillos que giran a una velocidad conveniente y que los prensan y a continuación hacen que los corte la cuchilla en dos mitades longitudinales cuyas cáscaras van hacia las paredes de los cilindros y la pulpa hacia las láminas perforadoras por cuyas aberturas va saliendo la pulpa en forma de tallarines y la cáscara sale por los extremos de las láminas. La operación es muy rápida y en pocas

horas se efectúa el mondado de muchos racimos, ahorrando de esta manera tiempo y trabajo; tiene además la ventaja de que la operación es casi completamente mecánica y el producto está por lo tanto menos expuesto a contaminaciones producidas por la obra de mano.

SECADO

Primitivamente y aún hoy todavía, se acostumbra secar los plátanos al sol, para lo cual se ponen desmenuzadas en mantas durante varios días, exponiéndolos al sol durante el día y guardándolos bajo techo y en lugares poco húmedos, durante la noche. Se le modificó poniéndolos el primer día en mantas y desde el segundo en adelante, en láminas de metal galvanizado, haciendo de esta manera mucho más rápido el secado. Se han usado muchos secadores, pero aún así no han dado los resultados que se desean obtener, pues la operación es muy dilatada y aún en los países tropicales que es en donde se cultiva exclusivamente este fruto, y cuyo calentamiento por el sol, es mucho mayor que en cualquier otra región, no se puede tener la certeza de su secado, debido a que muchos días son nublados o lluviosos, corriendo el riesgo de perderse, como sucede no sólo con este fruto, sino con otros mucho más resistentes, de que se enmohecescan debido a que como han sido expuestos al aire durante algún tiempo y en esas regiones constantemente hay vientos que arrastran polvo y sobre todo basuras, produciendo una fuerte contaminación la cual hace que con la humedad misma del producto, se desarrollen favorablemente colonias de hongos que son los que originan el enmohecimiento. Todo esto ha hecho pensar en un procedimiento que no dependa de las condiciones climáticas del lugar y que sea mucho más rápido, conduciendo al empleo de las secadoras artificiales que ya se empiezan a utilizar en algunos lugares (entre otros, tengo conocimiento de que en Guatemala ya tienen en uso una especialmente construída para este objeto). Las secadoras artificiales son de dos clases: Las que trabajan a la presión atmosférica, y las que trabajan con presiones reducidas, llamadas de vacío; las primeras a su vez pueden ser de dos clases, las de aire seco, pero no calentado, y las de aire caliente; estas últimas son las más comúnmente usadas, existiendo una gran variedad de modelos, pero únicamente describiremos la que ha sido construída expresamente para secar frutas y legumbres, y muy especialmente para plátanos; la secadora a que me refiero, es la deshidratadora Chepman de modelo más pequeño y cuyos esquemas se pueden ver en este tra-

bajo en el capítulo "Diseño de la Instalación de una pequeña planta". Por lo pronto me concretaré a indicar aunque sea someramente, su construcción y funcionamiento: Consta de un calentador el cual tiene en su parte inferior, un quemador de petróleo o fogueo para leña, a fin de que pueda emplearse el combustible que sea más barato en el lugar de su instalación; por una serie de tubos que se comunican con la chimenea, salen los gases de la combustión; el aire que se calienta es succionado por dos ventiladores que lo inyectan a la Cámara secadora que está formada por dos compartimientos en los cuales hay dos rieles sobre los que se deslizan unos carritos en los que van colocadas las charolas o bandejas de lámina galvanizada, superpuestas unas a otras y separadas convenientemente para que este aire circule perfectamente el aire caliente. Este aire, al pasar a través de los compartimientos, absorbe cierta cantidad de humedad y como éste se está renovando constantemente, el secado se hace relativamente rápido, aunque no mucho, debido a que no puede ir muy caliente, porque en este caso produciría alteraciones en el producto. Al principio se hace pasar aire ligeramente caliente, y se va aumentando la temperatura de una manera paulatina, pues de no hacerse de esta manera, y pasar desde un principio el aire a la temperatura con que se termina el secado, se produciría una costra en los trocitos de pulpa, que impediría o haría muy difícil la continuación del secado. El aire caliente saturado de humedad, sale por el otro extremo del secador, y su salida se puede regular por medio de válvulas; junto a la salida del aire caliente y húmedo, hay un higrómetro que nos permite determinar la cantidad de humedad que ha absorbido éste, al pasar a través de la Cámara secadora y por lo tanto nos indica poco más o menos el grado de secado en que se encuentran los plátanos dentro del deshidratador. La operación dura alrededor de ocho a diez horas.

.. Como existen muchos productos que no se pueden deshidratar a temperaturas relativamente altas, por ejemplo, 100° C. sin que pierdan parte de su valor nutritivo, sabor, olor, etc.; se ha ideado una secadora en la cual la desecación se hace a una temperatura menor; estas desecadoras son las de vacío y constan de una Cámara rectangular de hierro forjado con dobles paredes, entre las cuales circula vapor, su puerta cierra herméticamente por un empaque de hule; en el centro de la puerta hay un vidrio grueso que permite observar desde fuera el secamiento de los frutos. En el interior de la caja hay unas planchas que hacen las veces de entrepaños, sirviendo para sos-

tener las charolas y circulando interiormente vapor. También tienen un manómetro para medir el vacío y otro para el vapor, así como un termómetro.

El plátano desmenuzado se coloca en las charolas repartiéndolo en capas uniformes y no muy gruesas, éstas se ponen en las planchas o entrepaños, se cierra la puerta y se hace funcionar la bomba de vacío llegándose a obtener un vacío de 28 pulgadas como máximo. Al mismo tiempo que se le hace el vacío, se le pasa una corriente de vapor el cual circula por las paredes y las planchas, pasando luego a una trampa; la presión necesaria varía entre quince y treinta libras. Con vapor de 15 libras de presión se alcanza fácilmente una temperatura de 38° C. que es suficiente para que el agua logre su punto de ebullición, cuando el interior de la Cámara está hecho un vacío de 28 pulgadas. En la Estufa de la Facultad hubo necesidad de pasar vapor hasta de 30 libras para así elevar a la temperatura a 65° C porque el vacío no pasó de 19 pulgadas debido a que el vidrio de la puerta tenía una grieta que dejaba entrar algo de aire (todos estos datos, se ponen al final de este Capítulo).

Comparando estos aparatos con los de aire caliente, se aprecia un considerable ahorro de energía, pero únicamente deben usarse en los lugares donde se pueda aprovechar el vapor ya gastado que ha sido utilizado con otros fines, no resultando económico producir vapor exclusivamente con el objeto de calentar estas estufas. El secado es mucho más rápido en las de vacío, dando un producto sin ninguna alteración, pero tienen la desventaja de que su capacidad es muy reducida; por último, hay que agregar que son más caras que las de aire caliente.

Las máquinas que sin duda alguna, daran mejores resultados en el secado de la pulpa de los plátanos, son las que se utilizan en la obtención de la leche en polvo. En estas máquinas están combinadas: la acción del aire caliente, la centrifugación a grandes velocidades y la succión del polvo ya seco. Aunque el calentamiento es algo elevado no produce alteración alguna debido a lo rápido que es el secamiento. Tiene además la ventaja de que para nada interviene la mano del hombre y por lo tanto no hay el peligro de contaminaciones.

En esta secadora se usa la papilla que se obtiene en la máquina mondadora cuando se emplea un chorro de agua para facilitar esta operación. Hay la ventaja de que el producto seco no necesita ser molido.

Las pruebas que se hicieron en esta clase de máquinas en Los

Angeles, Cal., dieron magníficos resultados; el análisis de la harina obtenida por este procedimiento puede verse en el siguiente capítulo.

MOLIENDA Y TAMIZACION

La molienda de la pulpa ya seca, que puede estar en forma de rodajitas o de tallarin, según sea el procedimiento que se haya seguido en la mondada de los plátanos, se puede llevar a cabo aún en los molinos de fierro, pero es más conveniente en molinos de piedra, teniendo el cuidado de que no se calienten mucho porque producirían alteraciones en la harina; esta operación no se describirá lo mismo que el tamizado ya que son muy conocidas y se pueden ver en cualquier libro del ramo.

DECOLORACION

Debido a que es una industria poco desarrollada, han sido muy escasos los ensayos para blanquearla; sin embargo, se tiene conocimiento de que en Estados Unidos ya unos molineros hicieron pruebas con esta clase de harina, llegando a la conclusión de que es tan fácil blanquearla como la de trigo.

En el blanqueo de la harina de trigo se usan muchas substancias encontrándose la mayoría al estado gaseoso, siendo las principales: el ozono, vapores nitrosos, cloruro de nitrosilo, cloruro de nitrógeno: cloro, peróxido de benzoilo, etc. Los métodos seguidos se encuentran descritos en muchos libros y revistas, pero en realidad no se sabe exactamente cómo hacen el blanqueo por ser secretos industriales amparados por patentes.

EMPAQUE

El empaque debe hacerse en sacos iguales a los usados en la industria azucarera que tienen interiormente otro de papel para así protegerla de la humedad atmosférica, ya que estas harinas son sumamente higroscópicas, cosa que puede comprobarse.

Esta aseveración tiene como origen no sólo la experiencia que sobre el particular existe sobre todas las harinas, en general, sino la mía propia, en virtud de que pude observar que dejando un poco de harina en una bolsa de manta por espacio de 3 semanas, sufrió un aumento de humedad cuyo máximo fue de 17.3%.

Pueden usarse cajas cilíndricas de cartón, con la ventaja de ser mucho más económicas que las de hojalata, aunque estas últimas serían las que dieran mayor resultado y se podrían usar siempre que el precio diera margen para ello.

En seguida detallo los datos relacionados con los puntos anteriores:

Plátano macho de Tabasco, mondado a mano, dividido en rebanadas transversales, aproximadamente de medio centímetro de espesor y secadas al sol durante siete días.

	Kgrs.
1.—Peso del racimo	6.790
2.—Peso del garrote o ráquis	0.380
3.—Peso de los plátanos	6.410
4.—Peso de las cáscaras	2.350
5.—Peso de los plátanos mondados o pulpa	4.060
6.—Peso de los plátanos mondados o pulpa ya secos.	1.800
7.—Peso de la humedad perdida (por diferencia)	2.260
8.—Por ciento de cáscaras en los plátanos	36.66
9.—Por ciento de pulpa en los plátanos	63.34
10.—Por ciento de humedad perdida por la pulpa	55.66
11.—Por ciento de harina en la pulpa	44.33
12.—Por ciento de humedad en la harina	15.48
13.—Por ciento de humedad en la harina con respecto a la pulpa	6.86
14.—Por ciento de humedad total en la pulpa	62.52
15.—Por ciento de harina con humedad standard en la pulpa	42.86
16.—Por ciento de harina con humedad standard en los plátanos	27.14
17.—Por ciento de harina con humedad standard en el racimo	25.59

Plátano largo de Tabasco, mondado a mano, dividido en rebanadas transversales aproximadamente de medio centímetro de espesor y secadas al sol durante siete días.

	Kgrs.
1.—Peso del racimo	8.065
2.—Peso del garrote o ráquis	0.460
3.—Peso de los plátanos	7.605
4.—Peso de las cáscaras	3.100
5.—Peso de los plátanos mondados o pulpa	4.505
6.—Peso de los plátanos mondados o pulpa ya secos.	1.920
7.—Peso de la humedad perdida (por diferencia)	2.585
8.—Por ciento de cáscaras en los plátanos	40.76
9.—Por ciento de pulpa en los plátanos	59.24
10.—Por ciento de humedad perdida por la pulpa	57.38
11.—Por ciento de harina en la pulpa	42.62
12.—Por ciento de humedad en la harina	15.48
13.—Por ciento de humedad en la harina con respecto a la pulpa	6.45
14.—Por ciento de humedad total en la pulpa	63.83
15.—Por ciento de harina con humedad standard en la pulpa	41.37
16.—Por ciento de harina con humedad standard en los plátanos	24.50
17.—Por ciento de harina con humedad standard en el racimo	23.10

Plátano macho obtenido en La Merced, mondado a mano, dividido en de espesor y secadas en una estufa de vacío a 65° C durante 4 de espesor y secadas en una estufa de vacío a 650 durante 4 horas.

	Kgrs.
1.—Peso del racimo	5.100
2.—Peso del garrote o ráquis	0.500
3.—Peso de los plátanos	4.600
4.—Peso de las cáscaras	2.100
5.—Peso de los plátanos mondados o pulpa	2.500
6.—Peso de los plátanos mondados o pulpa ya secos.	1.040

7.—Peso de la humedad perdida (por diferencia)	1.460
8.—Por ciento de cáscaras en los plátanos	45.65
9.—Por ciento de pulpa en los plátanos	54.35
10.—Por ciento de humedad perdida por la pulpa	58.40
11.—Por ciento de harina en la pulpa	41.60
12.—Por ciento de humedad en la harina	13.41
13.—Por ciento de humedad en la harina con respec- to a la pulpa	5.57
14.—Por ciento de humedad total en la pulpa	63.97
15.—Por ciento de harina con humedad standard en la pulpa	41.21
16.—Por ciento de harina con humedad standard en los plátanos	22.39
17.—Por ciento de harina con humedad standard en el racimo	20.20

Plátano largo obtenido en La Merced, mondado a mano, dividido en rebanadas transversales, aproximadamente de medio centímetro de espesor y secada en una estufa de vacío a 65 grados C durante 4 horas.

	Kgrs.
1.—Peso del racimo	7.400
2.—Peso del garrote o ráquis	0.500
3.—Peso de los plátanos	6.900
4.—Peso de las cáscaras	3.270
5.—Peso de los plátanos mondados o pulpa	3.630
6.—Peso de los plátanos mondados o pulpa ya secos	1.520
7.—Peso de la humedad perdida (por diferencia)	2.110
8.—Por ciento de cáscaras en los plátanos	47.33
9.—Por ciento de pulpa en los plátanos	52.61
10.—Por ciento de humedad perdida por la pulpa	58.12
11.—Por ciento de harina en la pulpa	41.88
12.—Por ciento de humedad en la harina	14.38
13.—Por ciento de humedad en la harina con respec- to a la pulpa	6.02
14.—Por ciento de humedad total en la pulpa	64.14
15.—Por ciento de harina con humedad standard en la pulpa	41.01

16.—Por ciento de harina con humedad standard en los plátanos	21.57
17.—Por ciento de harina con humedad standard en el racimo	20.11

Plátano macho, obtenido en La Merced, mondado y desmenuzado a máquina y secado en una estufa de vacío a 65° C durante 3 y media horas.

	Kgts.
1.—Peso del racimo	7.170
2.—Peso del garrote o ráquis	0.450
3.—Peso de los plátanos	6.720
4.—Peso de las cáscaras	4.560
5.—Peso de los plátanos mondados o pulpa	2.160
6.—Peso de los plátanos mondados o pulpa ya secos	0.800
7.—Peso de la humedad perdida (por diferencia)	1.360
8.—Por ciento de cáscaras en los plátanos	67.85
9.—Por ciento de pulpa en los plátanos	32.15
10.—Por ciento de humedad perdida por la pulpa	62.96
11.—Por ciento de harina en la pulpa	37.04
12.—Por ciento de humedad en la harina	14.19
13.—Por ciento de humedad en la harina con respecto a la pulpa	5.25
14.—Por ciento de humedad total en la pulpa	68.21
15.—Por ciento de harina con humedad standard en la pulpa	36.36
16.—Por ciento de harina con humedad standard en los plátanos	11.68
17.—Por ciento de harina con humedad standard en el racimo	10.95

Plátano largo, obtenido en La Merced, mondado y desmenuzado a máquina y secado en una estufa de vacío a 65° C durante 3 y media horas.

	Kgts.
1.—Peso del racimo	10.500

2.—Peso del garrote o ráquis	0.900
3.—Peso de los plátanos	9.600
4.—Peso de las cáscaras	6.580
5.—Peso de los plátanos mondados o pulpa	3.020
6.—Peso de los plátanos mondados o pulpa ya secos.	1.310
7.—Peso de la humedad perdida (por diferencia) .	1.710
8.—Por ciento de cáscaras en los plátanos	68.54
9.—Por ciento de pulpa en los plátanos	31.46
10.—Por ciento de humedad perdida por la pulpa . .	56.62
11.—Por ciento de harina en la pulpa	43.38
12.—Por ciento de humedad en la harina	15.48
13.—Por ciento de humedad en la harina con respec- to a la pulpa	6.71
14.—Por ciento de humedad total en la pulpa	63.33
15.—Por ciento de harina con humedad standard en la pulpa	41.94
16.—Por ciento de harina con humedad standard en los plátanos	13.19
17.—Por ciento de harina con humedad standard en el racimo	12.06

Como humedad standard se tomó la de 12.57% que es la que generalmente tienen las harinas en México.

Se aprecia un rendimiento algo mayor en los plátanos de Tabasco sobre los dos siguientes debido a que los primeros fueron cortados en su grado máximo de desarrollo, en cambio los segundos fueron cortados un poco antes de que llegaran a su máximo de sazón. Haciendo una comparación entre los cuatro primeros y los dos últimos, se aprecia una gran diferencia en el rendimiento, esto se debe exclusivamente a la gran cantidad de pulpa que se desperdició en la mondada, por estar la máquina un poco desajustada. De estos dos últimos, el macho tiene un rendimiento menor y se debe a que como tiene más compacta la pulpa presentaba mayor dificultad a la mondada, y sobre todo a la desmenuzada, cosa que se tradujo en manifiestos desperdicios. El rendimiento de estos dos es muy próximo al que se obtiene en el plátano roatán el cual tiene mucho mayor cantidad de agua que los plátanos macho y largo y por lo tanto da un rendimiento menor aun cuando no hayan desperdicios en la mondada y desmenuzada.

CAPITULO V

ANALISIS DE LAS HARINAS Y CONTROL QUIMICO

Este Capítulo es el más importante para el Químico, ya que en él, se encuentra casi resumido todo el trabajo que tiene que verificar en una planta.

A continuación asiento los resultados de los análisis de las siguientes harinas:

Harina de plátano macho de Tabasco mondado a mano y secado al sol

Agua	15.48%
Almidón	71.24,,
Azúcares invertidos	1.09,,
Proteínas	3.20,,
Grasas	3.36,,
Cenizas	1.88,,
Materias indeterminadas (por diferencia)	0.46,,
Fibra cruda	<u>3.29</u>
Total	100.00%

$$\text{Color} = 100 - (0.60 + 0.35 + 0.80) \times 20 = 65.$$

Harina de plátano largo de Tabasco mondado a mano y secado al sol

Agua	15.14%
Almidón	72.26,,
Azúcares invertidos	1.26,,
Proteínas	3.04,,
Grasas	4.17,,

Fibra cruda	2.06 ,,
Cenizas	1.66 ,,
Materias indeterminadas (por diferencia)	0.41 ,,
<hr/>	
Total	100.00%

$$\text{Color } 100 = 100 - (0.60 + 0.35 + 0.80) \times 20 = 65.$$

Harina de plátano macho obtenido en La Merced, mondado a mano y secado en estufa de vacío

Agua	13.41%
Almidón	75.31 ,,
Azúcares invertidos	1.33 ,,
Proteínas	3.19 ,,
Grasas	2.63 ,,
Fibra cruda	2.54 ,,
Cenizas	1.22 ,,
Materias indeterminadas (por diferencia)	0.37 ,,
<hr/>	
Total	100.00%

$$\text{Color} = 100 + (0.60 - 0.35 - 0.95) \times 20 = 62:$$

Harina de plátano largo obtenido en La Merced, mondado a mano y secado en estufa de vacío

Agua	14.38%
Almidón	72.87 ,,
Azúcares invertidos	0.99 ,,
Proteínas	3.20 ,,
Grasas	3.22 ,,
Fibra cruda	3.19 ,,
Cenizas	1.38 ,,
Materias indeterminadas (por diferencia)	0.77 ,,
<hr/>	
Total	100.00%

$$\text{Color} = 100 - (0.60 + 0.35 + 0.65) \times 20 = 68:$$

Azúcares invertidos	1.82 „
Proteínas	2.40
Grasas	1.76 „
Fibra cruda	2.06 „
Cenizas	2.16 „
Materias indeterminadas (por diferencia)	0.20 „
<hr/>	
Total	100.00%

$$\text{Color} = 100 - (0.69 + 0.35 + 0.70) \times 20 = 67:$$

Como puede verse, las harinas de plátano macho y largo, son más ricas en proteínas y grasas, pero más pobres en almidón azúcares, y cenizas, que las de roatán.

Sin embargo, ninguno de los datos anteriores se pueden dar como definitivos pues difieren demasiado unos de los otros. Estas discrepancias en los resultados, también se ven en los pocos datos que me encontré en algunos análisis hechos en otros países. Todo esto se debe a muchas causas, siendo las principales las siguientes: Clase de plátanos, terreno en que se cultivó, grado de sazón, época del año y procedimientos seguidos para su elaboración.

En casi todas estas determinaciones, seguí los métodos oficiales de la Sociedad de Químicos Cerealeros de los Estados Unidos, con excepción de las grasas, las cuales las extraje con éter de petróleo usando cotel.

Tuve necesidad de agregar el dato de azúcares invertidos porque al hacer el lavado de la harina para determinar almidones, observé que se disolvían ciertos azúcares y algunas otras substancias hidrocarrbonadas, por lo que opté determinarlos bajo esta forma, ya que al tratarlos con ácido clorhídrico era lo que se obtenía. El color lo determiné con el tintómetro de Lovibond, teniendo que usar los cristales más gruesos de los colores azul y rojo porque las harinas eran demasiado oscuras. Las harinas de trigo mexicano ya decoloradas, varían entre 92 y 96, siendo el 100 para el color del yeso que se toma como tipo: por lo tanto, se aprecia la enorme diferencia de color, pero hay que hacer la aclaración de que las de trigo han sido decoloradas y las otras no. En esta determinación, se aplicó la fórmula empírica, usada en el laboratorio del señor ingeniero Químico Rafael Illescas

F. y que es la siguiente: Se suman los valores numéricos de los vidrios azul, rojo y amarillo y el producto se multiplica por veinte, restándose de 100.

ANÁLISIS Y UTILIZACIÓN DE LAS CASCARAS

Como complemento de los análisis de las harinas, hice algunas determinaciones en las cáscaras, pues a este producto de desperdicio se le debe buscar algún aprovechamiento. Se ha pensado utilizar la cáscara como forraje, pero no parece muy probable que dé buenos resultados porque habría que secarlas y se ha observado que al ganado ya no le gusta en este estado.

Las cáscaras contienen aproximadamente un 87% de agua y un 13% de materia seca; el tanino no se encuentra muy abundante pues en las determinaciones que se hicieron siguiendo el método del permanganato y del carbón animal recomendado por la Asociación Oficial de Químicos Agrícolas de Estados Unidos me encontré que tienen alrededor de 0.02%, cosa que no deja de llamar la atención ya que las cáscaras manchan demasiado cuando se cortan con objetos de hierro y aun se ennegrecen solas cuando se parten con objetos inatacables; según parece esta actividad se debe a que contiene una encima. Las cenizas sí son muy abundantes, pues tienen 1.28% en la cáscara húmeda; estas cenizas son muy ricas en potasio siguiéndole en importancia el calcio y el fósforo. Como dato curioso agregaré que me encontré en estas cenizas, regular cantidad de cromo, que al principio creía se deberían a contaminaciones pero que después de una operación sumamente cuidadosa, comprobé que efectivamente las cáscaras lo contienen. Por su riqueza sobre todo en potasio, calcio y fósforo, pueden ser un excelente abono o servir de materia prima para prepararlo. El doctor H. Ross, Cónsul Honorario en La Haya, dice que las cenizas de las cortezas las utilizan en algunas Colonias del Africa, como desinfectante.

CONTROL QUIMICO

Este se debe referir casi exclusivamente al rendimiento de harina con humedad standard, con respecto a la materia prima utilizada, pues de ello depende el éxito del negocio. Sin duda alguna, la determinación más importante es la de humedad, ya que en el mercado las harinas tienen un límite del cual no debe pasarse, y además se descomponen fácilmente.

A la determinación anterior le sigue en importancia la fibra cruda, que nos indica en parte, si la mondada se está llevando a cabo en condiciones perfectas, pues la cáscara la hace aumentar considerablemente.

.. Las demás determinaciones se deben efectuar únicamente cuando se crea conveniente.

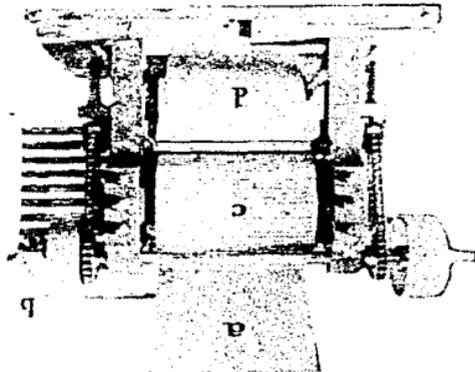
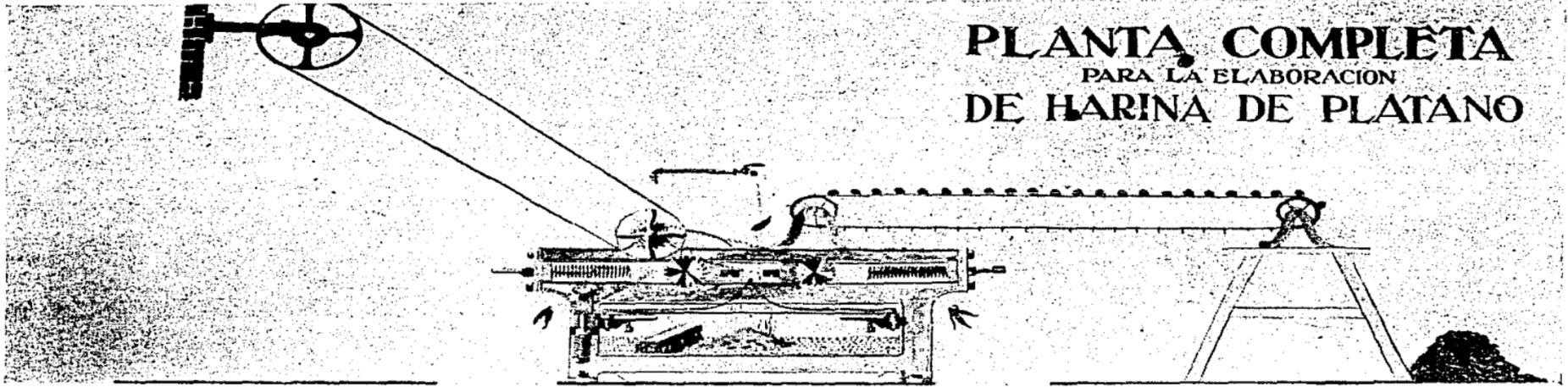
CAPITULO VI

DISEÑO DE LA INSTALACION DE UNA PEQUEÑA PLANTA

La planta que a continuación se diseña, es para producir 540 kgs. de harina en una jornada de 8 horas; el costo por kg. es aproximadamente de \$0.27.

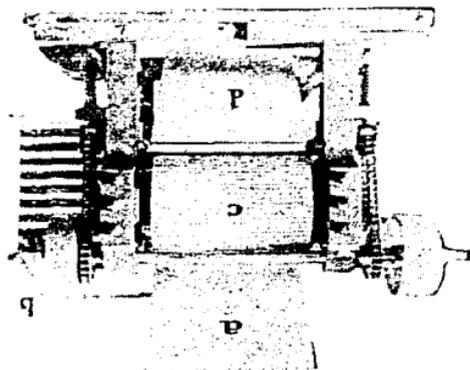
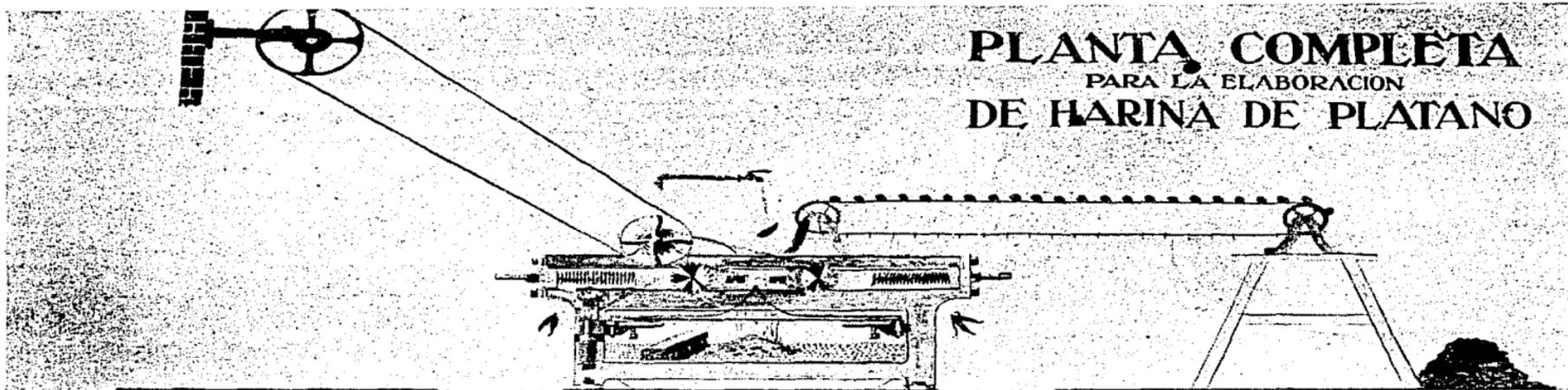
Este costo se reduciría considerablemente si a la máquina mondadora se le hicieran ciertos ajustes y otras correcciones más, pues de esta manera se aumentaría el rendimiento. También se disminuiría el costo de fabricación empleando las máquinas que se utilizan para secar leche; pero esto sería únicamente cuando se hiciera en gran escala.

PLANTA COMPLETA PARA LA ELABORACION DE HARINA DE PLATANO



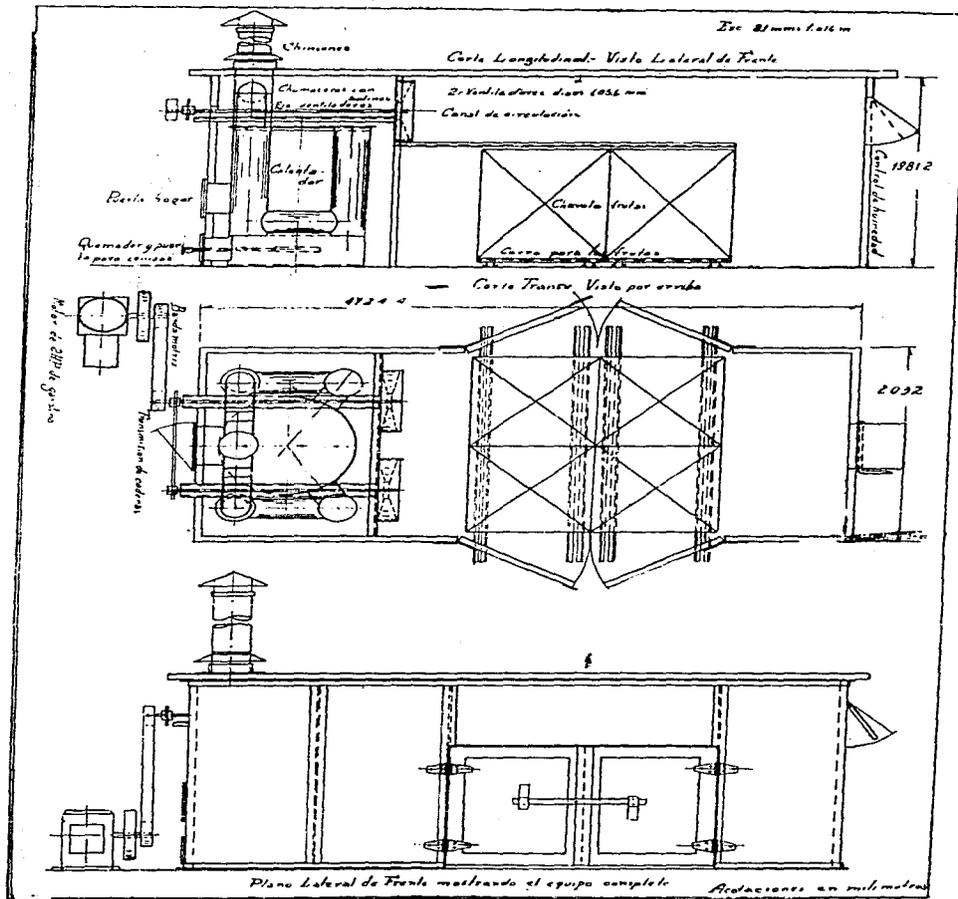
- A.—Tolva alimentadora del plátano.
- B.—Movimiento excéntrico para la tolva.
- C.—Cilindros estrizados de aluminio.
- D.—Tolva de salida de la pulpa.

PLANTA COMPLETA PARA LA ELABORACION DE HARINA DE PLATANO



- A.—Tolva alimentadora del plátano.
- B.—Movimiento excéntrico para la tolva.
- C.—Cilindros estrados de aluminio.
- D.—Tolva de salida de la pulpa.

DESHIDRATADORA CHAPMAN



CAPITULO SEPTIMO

CONCLUSIONES

I.—Se pueden utilizar en la fabricación de harina las grandes cantidades de plátano roatán o Tabasco que se pierden anualmente en nuestro país. En caso de que aumente el llamado "mal de Panamá" que destruye el roatán, las plantaciones de éste, pueden ser restituidas por los plátanos macho y largo, que no son atacados y que producen una buena harina dando un rendimiento mayor.

II.—Su consumo en el mundo está aumentando y en nuestro país también se le puede hacer mercado.

III.—El problema de la mondada que había hecho prohibitiva la explotación de este producto ha quedado solucionado con la máquina del señor Carlos R. Linga.

IV.—Usando la máquina mondadora resulta más costoso utilizar plátano largo que macho, por ser en este último más difícil la mondada y sobre todo la desmenuzada, dificultades que se traducen en desperdicios.

V.—El secado se debe hacer de preferencia en secadoras de aire caliente.

VI.—Los resultados obtenidos en los análisis no se pueden comparar con exactitud entre sí o con los hechos en harinas extranjeras.

VII.—El control se debe referir casi exclusivamente al rendimiento, a la humedad y fibra cruda, pero sin descuidar el de la materia prima.

VIII.—Las cenizas de las cáscaras pueden utilizarse como abonos o servir de materia prima para prepararlos.

IX.—Se puede obtener harina a \$0.27 el kg, pero este costo puede disminuirse haciéndole algunas correcciones a la máquina mondadora y empleando una secadora de leche en polvo.