

Mon
664.02
T693
2010

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
FACULTAD DE INGENIERIA QUIMICA

Trabajo Monográfico para optar al Título de Ingeniero Químico

“Diseño tecnológico de una planta procesadora de harina a partir del pipián.”



Integrantes:

Br. Levys Daniel Torres Centeno

Br. Manuel Enrique Castellón Silva

Profesor Tutor:

Msc. Ing. Guillermo Guzmán García

Viernes 16 de Julio del 2010

DEDICATORIA

Dedicamos este trabajo monográfico a Nuestro Señor Jesucristo que nos ha guardado y amparado todos estos años que hemos estado preparándonos para ser hombres de bien y servicio a la sociedad.

Dedicamos este trabajo monográfico a nuestros padres por dar su plena confianza y esfuerzo para que nosotros pudiéramos culminar esta etapa de nuestras vidas.

Dedicamos esta monografía a nuestras esposas que siempre tuvieron a nuestro lado para darnos fortaleza en la dura contienda del aprendizaje de la vida.

AGRADECIMIENTOS

A Dios por brindarnos fuerza y sabiduría en este caminar de enseñanza y aprendizaje que hemos labrados todos estos años.

A nuestros padres por ser nuestro apoyo en los momentos difíciles que hemos pasados.

A nuestro Tutor por ser lumbrera en las horas inciertas y por aclarar nuestro camino en la enseñanza diaria.

Agradecemos a nuestras esposas por estar compartiendo esas horas de desvelo cuando todo parecía estar perdido.

A nuestros Hermanos y Amigos por siempre darnos animo en esta prueba que nos labra nuestro futuro.

Índice General

Contenido	Páginas
1. Introducción.....	6
2. Antecedentes.....	7
3. Justificación.....	8
4. Objetivos.....	9
5. Marco Teórico.....	10
5.1 Caracterización de la materia prima.....	10
5.1.1 Plagas y enfermedades.....	11
5.2 Diagrama de bloque del producto.....	14
5.3 Detalles del Proceso.....	15
5.3.1 Lavado.....	15
5.3.2 Calculo de la potencia de la bomba.....	16
5.3.3 Rebanado.....	18
5.3.4 Secado.....	19
Tabla 5.3.4.1 Datos experimentales de 6 muestras de pipián.....	20
5.3.4.1 Diseño del secador de túnel.....	22
5.3.4.2 Descripción del modelo.....	22
5.3.4.3 Calculo del secador.....	23
5.3.4.4 Requerimientos energéticos.....	26
5.3.5 Reducción de Tamaño.....	27
5.3.6 Enriquecimiento de la harina.....	28
5.3.6.1 Criterios de fortificación.....	29
a. La importancia de la Tiamina en la harina de pipián.....	29
b. La importancia del hierro en la harina de pipián.....	30
c. Cantidades de hierro a consumir diario.....	31
5.3.7 Cribado.....	31
5.3.7.1 Normas Internacional de la Harina.....	31
5.3.8 Embalaje y Almacenado.....	32
5.4 Evaluación de las características Sensoriales del producto.....	32
5.5 Usos potenciales de la harina de Pipián.....	33
5.6 Balances Generales de Materia.....	34
a. Balance en la Clasificación y lavado.....	34
b. Balance en el troceado.....	35
c. Balance en el secador.....	35
6. Material y Métodos.....	37
6.1 Diseño Experimental.....	37

6.2 Evaluación organoléptica de la harina de pipián.....	39
6.3 Diseño Metodológico.....	40
7. Análisis de Mercado.....	42
7.1 Consumo Nacional de la Harina.....	42
7.2 Producción Nacional de Harina.....	42
7.3 Las Importaciones.....	42
7.4 Las Exportaciones.....	42
7.5 Consumo Nacional Aparente.....	42
7.6 Aceptación del Producto.....	43
7.7 Oferta.....	44
7.8 La comercialización.....	44
7.9 Costos Para Elaboración de harina de pipián.....	45
7.10 Macrolocalización y Microlocalización.....	46
8. Conclusiones.....	47
9. Recomendaciones.....	48
10. Bibliografía.....	49
11. Apéndice.....	50
12. Encuesta.....	51
13. Tabla A Densidad del agua a diferentes temperaturas.....	53
14. Tabla B Viscosidad del agua a diferentes temperaturas.....	54
15. Tabla C Dimensiones de tubería de acero normalizadas.....	55
16. Diagrama A Diagrama de Moody.....	56
17. Diagrama B Rugosidad Relativa.....	57
18. Plano 2. Vista de Planta.....	58
19. Plano 2. Diagrama de Flujo.....	59

1. INTRODUCCION

En este diseño tecnológico se tratará de obtener harina a partir de pipián, ya que este es un cultivo muy abundante en nuestro país, y por problemas de comunicación terrestre en el invierno, muy pocas veces se puede explotar en su máximo este cultivo.

Se buscará de esta forma lo más idóneo para aumentar la vida útil de esta hortaliza y explotar su contenido nutricional, además, de esta forma los productores de pipián podrán contar con otra alternativa de incorporar valor agregado a la producción primaria y adecuada para dar usos a nuevas técnicas de trabajo en la culinaria campesina (tortas, reforzar atoles, espesar salsas).

En Nicaragua, muchos sectores cultivan esta hortaliza por lo que se espera no tener problema de materia prima. La finca de la Universidad Nacional de Ingeniería en el sitio La Puebla, del municipio de Masaya, presta condiciones para el cultivo de esta hortaliza y cuyo destino es el consumo del pipián fresco para la preparación de guisos. La finca posee una extensión de 48 manzanas, de las cuales 5 manzanas están previstas al cultivo del pipián. Con este trabajo monográfico se pretende procesar el excedente de la producción para incorporarle valor agregado a la producción primaria mediante el procesamiento de la hortaliza, generando nuevas plazas de trabajo y mayor actividad agroindustrial con presencia de la UNI, sus profesionales y estudiantes.

2. ANTECEDENTES.

La harina como material procesado se remonta a los primeros siglos de existencia del hombre, se han encontrado indicios de hace 5,000 años de antigüedad en las civilizaciones Egipcias y Mesopotámica, que ya procesaban harina para la elaboración de pan; se hacía de forma artesanal utilizando un mortero y una piedra cilíndrica la cual por acción de fricción entre los dos cuerpos, se iban reduciendo en tamaño el grano a su conveniencia.

En Nicaragua, se tienen datos desde el año 1700 en que las técnicas ya traídas e implementadas por los colonizadores se fueron arraigando en la elaboración de harina para diferentes usos como la elaboración de deliciosos panes y ostias para la actividad religiosa.

En la actualidad existen una diversidad de cultivos y semillas de las cuales se puede elaborar harina, por este motivo que en este proyecto proponemos la elaboración de harina a partir del pipián, ya que se cuenta con una materia prima, abundante y fácil de conseguir, cabe mencionar que de esta forma este producto tendrá mayor vida útil y se contará con suficiente tiempo para la comercialización en el mercado local e inter local.

El pipián es un cultivo abundante en Nicaragua, este se empezó a cultivar a inicios del año 1930, este cultivo es muy fácil cultivarlo, en tierras fértiles y semifértiles, por esa razón se remonta a los años 40 en que nuestros campesinos vieron el potencial de este hortaliza familia de las cucurbitáceas, siendo Masaya y San Francisco Libre los principales lugares de cultivo. Muchas personas de la época (en la cual había o existía una amplia diferencia de clases) pudieron incluirlo en su dieta alimenticia por la accesibilidad.

3. JUSTIFICACION

Las hortalizas como el pipián, por su alto contenido de agua son altamente perecederas; lo que significa que el deterioro de los mismos está garantizado en poco tiempo.

Nicaragua, como país tropical está sujeta a las condiciones climáticas de invierno y verano, teniendo agua disponible, en teoría, en el invierno y largos periodos de sequía en el verano. La falta de riego no permite tener estos al pipián, al alcance del bolsillo del consumidor en tiempos de verano, lamentablemente los costos en energía eléctrica son tan elevados que desestimulan la producción primaria y hacen encarecer los productos en los mercados.

Por el contrario en la temporada de invierno y con la disponibilidad de agua de lluvia, el precio de estos vegetales bajan demasiado su costo, en momentos; los productores prefieren dejarlos en el campo porque resulta más costoso el transporte que lo que se obtiene por la venta de los mismos.

Por medio de este trabajo de tesis de diseño tecnológico de una planta procesadora de harina en la finca de la UNI Masaya, se pretende contribuir a solventar un poco el carácter perecedero del pipián, mediante la búsqueda de metodologías de preservación viables, económicas, que permitan llegar al público a un precio razonable con un producto de larga duración y con todos sus nutrientes a la disposición de la población nicaragüense.

Igualmente es el interés de esta tesis poner a la disposición de la UNI-CEA (Finca Modelo de la Universidad Nacional de Ingeniería UNI) lo que se puede considerar un polo de desarrollo que traerá beneficios al pueblo nicaragüense y en especial a los vecinos donde se ubica la finca. La planta procesadora será diseñada con tecnologías limpias y en franca armonía con el medioambiente.

4. OBJETIVOS

4.1 Objetivo General:

1. Diseñar una planta procesadora de harina a partir del pipián a ser implementada en la CEA (Finca modelo de la Universidad Nacional de Ingeniería UNI) Masaya.

4.2 Objetivos Específicos:

- a. Caracterizar la materia prima y realizar una evaluación organoléptica del producto a obtener.
- b. Determinar los volúmenes de producción viables y determinar los sistemas operativos con sus respectivos equipos de proceso, idóneos para la elaboración de harina procedente de la hortaliza.
- c. Establecer una granulometría similar a las harinas obtenidas a partir de otras materias primas como por ejemplo la de trigo o yuca.
- d. Realizar un estudio de mercado generalizado para conocer la aceptabilidad del producto.

5. MARCO TEORICO

5.1 Caracterización de la materia prima

El pipián es un vegetal rico en almidón, el cual es un polisacárido de reserva alimenticia, predominante en las plantas que constituye la mayor parte de los carbohidratos digestibles de la dieta habitual y es el denominador común de las harinas vegetales. El pipián es de la familia de las cucurbitáceas, originaria de Mesoamérica y es una planta que tiene exigencia en cuanto al manejo, requerimientos ambientales y fertilizaciones, requiere un buen control de enfermedades, plagas y control de maleza adecuado. El pipián es una verdura con forma de un pepinoide (baya modificada) de hasta 50 cm. de largo. Suele ser lisa, normalmente periforme, con la parte delgada recta o ligeramente curva. La corteza es verde o blanca, normalmente irregular. La pulpa es blanquecina, amarilla o verdosa, de textura firme. En el interior del fruto hay hasta 200 semillas elípticas, achatadas, blancos grisáceos o amarillentos, de hasta 1,5 x 3,5 cm, con un núcleo blanco, dulce y rico en aceite. Ver tabla 5.1 características físicas del pipián.

Además de conocer estos datos de caracterización del fruto y la planta, es muy importante conocer las afectaciones de estos para llevar un mejor control de la materia prima. A continuación se muestran las afectaciones que pueden llegar a ocasionar un problema serio en un sub producto como es la harina de pipián.

Fig. 5.1 Foto del Pipián Maduro



Fuente: revista del banco central de Nic.PYME (Bibliografía # 5)

Tabla 5.1 Características físicas del pipián

Característica de Física de una Muestra de Pipián	
PH	6.8
% de Agua	82.5
Color	Blanco
Forma	Pepinoide
Textura	Blanca
Dimensiones largo x diámetro	20 x 4 (cm)
Familia	cucurbitáceas

Fuente: Manual Tecnológico del Pipián, USAID, MARENA

5.1.1 Plagas y enfermedades.

A la fecha la enfermedad que más ataca al cultivo es el “cenizo” con el que pierde la capacidad fotosintética, hecho que debilita la planta y la mata. Aunque también es afectado por virus transmitidos por insectos como la mosca blanca y los áfidos. Este último mal provoca que las hojas se encrespen y que pierdan clorofila, entonces se tornan amarillas y no verdes.

A. Las plagas

Las plagas del cultivo de pipián se dividen en varios grupos y se pueden clasificar en:

1. **Plagas del suelo**
2. **Plagas del follaje**
3. **Plagas del fruto.**

- **Las plagas del suelo:** Son aquellas que pueden ser Gallina ciega, nematodos, gusano alambre, falso alambre.
- **Las plagas del follaje:** Son insectos que destruyen las áreas foliares de las plantas. Principalmente las hojas que son por donde las plantas hacen el proceso de fotosíntesis que es el proceso en el cual ellas absorben el

dióxido de carbono para su alimento y transpiran oxígeno; también es por el cual se da el desarrollo de la planta; estas Plagas pueden ser, Mosca blanca, tortuguilla, áfidos ó pulgones, minador de la Hoja.

- **Las plagas del fruto:** Son los gusanos que se alimentan de los frutos del cultivo, así mismo son las causantes de grandes pérdidas si no se controlan, provocan perforaciones al fruto (se alimentan de su interior) por lo cual este pierde calidad, a estas plagas se les llama perforadores del fruto.

B. Enfermedades

1. Pudrición del tallo por Sclerotium

Esta enfermedad causa el mal del talluelo; cuando esta enfermedad aparece en la planta es necesario evitar el aporque en la planta, una forma de control es arrancar la planta infectada incluyendo las raíces, y quemarlas controladamente.

2. Antracnosis

Esta enfermedad ataca los frutos desarrollando áreas circulares, hundidas y húmedas, una forma de control es eliminar los rastrojos de cultivos anteriores, uso de rastrojos de gramíneas como cobertura para evitar el salpique de gotas de agua, controlar adecuadamente los riegos (especialmente si es por aspersión) construir drenajes adecuados en terreno plano y uso de variedades que ofrezcan alguna resistencia a la enfermedad.

3. Mildew polvoriento

Son parásitos, sobre todo de las hojas de las plantas, y se llaman así porque sus numerosas esporas de color blanco forman una especie de telaraña polvorienta sobre la superficie foliar, además evitan el crecimiento de la planta; y

no establecer el cultivo, en lugares que posean árboles en cercos o dispersos en el lote, y usar variedades que sean tolerantes a la enfermedad.

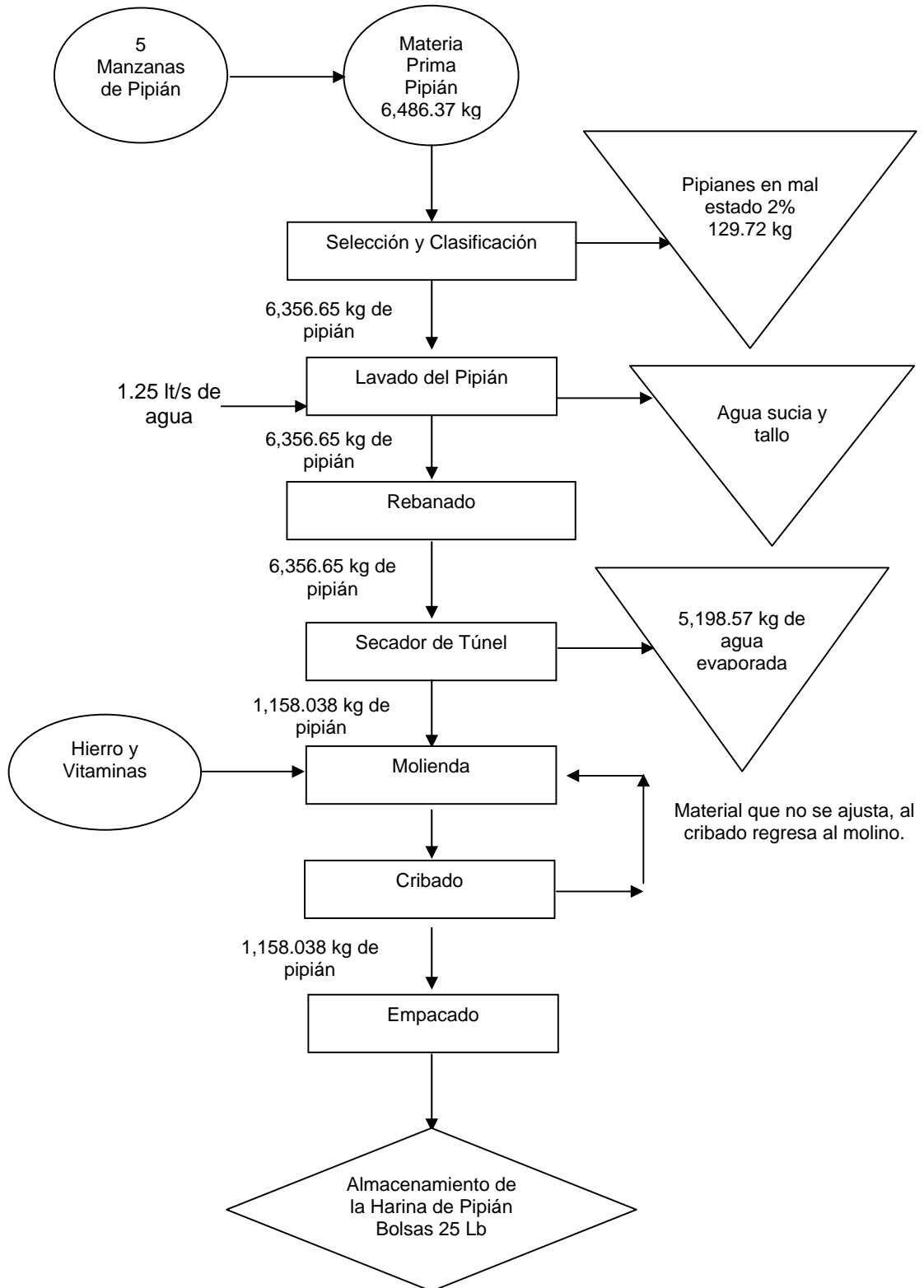
4. Mildiu lanoso

Se puede controlar usando variedades resistente a la enfermedad, también evitar sembrar en plantaciones que tengan abundante sombra, mantener una buena aeración en el platillo utilizando las distancias de siembra adecuadas, buen drenaje de los terrenos y desalojar rápidamente los excesos de agua y destruir los rastrojos de la cosecha anterior.

5. Tizón gomoso

Esta enfermedad se presenta primero cuando se marchitan los márgenes de las hojas y luego ataca el centro y termina con necrosis de la hoja. Para su control necesario usar semilla certificada y los campos donde se ha presentado la enfermedad deben dejarse al menos 3 años sin cultivar cucurbitácea.

5.2 Diagrama de bloque del producto (Detalles del proceso)



5.3 Detalles del proceso

5.3.1 Lavado.

El pipián es sometido a un lavado en pilas de cuatro metros de largo por cuatro metros de ancho por un metro de profundidad, este equipo de lavado es de dieciséis metros cúbicos de volumen, debe estar impermeabilizado para no dejar escapar el agua por medio de la filtración. Según fuentes de investigación, como es el Instituto de Fomento Agroindustrial y recomendaciones brindadas por el Banco de Desarrollo Rural, lo permisible para el lavado de estas hortalizas y tener un mejor control y rigurosidad fitosanitaria, se recomienda que para un volumen de 16m^3 de agua se pueden lavar un total de 5,000 pipianes. Teniendo una proporción de cada 3.2m^3 de agua se podrá lavar 1,000 pipianes. Posteriormente en esta berma, cuando el agua haya cumplido su función, deberá evacuarse; se propone la siguiente descripción de esta acción

El agua en esta berma de contención, debe tener un sistema de desagüe para su posterior limpieza, el cual debe ser un par de cajas de registro con sus rejillas, o como se le conoce en la industria: "PIT" de drenaje.

Fig. 5.3.1 Foto de la Pila para lavar los pipianes



Se muestra en la fig. 5.3.1 una ejemplificación de el tanque que se utilizara, para el area de lavado del pipián.

Fuente: www.tema-trisa.es/molinos.shtml

Estas deben estar conectadas a una válvula de Dado, la cual regulará el cierre y apertura de estos drenajes y de esta forma dar una eficaz limpieza al área de lavado de la materia prima.

Este cuerpo de agua que contiene esta pila debe cambiarse cada turno de doce horas, este equipo de características de concreto y hierro armado, necesita tener un sistema de llenado con sus respectivas válvulas y sistema de tubería de PVC de dos pulgadas la cual debe operar de forma automática con sistema de boyas es decir que la válvula corte el flujo de agua cuando esta alcance el nivel de actuación de la boya plástica.

Aquí en esta etapa del proceso es lavada la hortaliza para eliminar rasgos de material particulado como: tierra, broza orgánica o rastros de escombros provenientes de la recolección del fruto en las huertas, en este punto existe una preselección de tamaño, estado físico (que no presenten golpes obtusos ni magulladuras extremas) y condiciones fitosanitarias como es el estado de maduración de la hortaliza.

5.3.2 Cálculo de la Potencia de la Bomba.

Para esto se han realizado cálculos para determinar la potencia de la bomba, la cual debe proporcionar un flujo de 1.25 lts/s, por lo que se determina de la siguiente manera, a través de cálculos dados en flujo de fluidos se necesita una bomba sumergida capaz de levantar un flujo de agua de 1.25 lts/s en un pozo que está a una profundidad de 12 mts a condiciones ambientales. La tubería es de acero comercial cedula 80, este pozo está situado a 17 mts de la planta.

(Condiciones obtenidas según Bibliografía # 4.1).

Según la ecuación de Bernoulli

$$\frac{\Delta u^2}{2gc} + \Delta z \frac{g}{gc} + \frac{\Delta p}{p} = \frac{-\rho - 2F}{M}$$

$$u_1 = u_2$$

$$P_1 = P_2$$

Atmosférica

Del apéndice XXX101 Diámetro $D=2plg=4.925 \text{ cm.}=0.049\text{m}$ (tabla c)

Del apéndice II Densidad $\rho=0.99708 \text{ kg /L}=997.08\text{kg/m}^3$ (tabla a)

Del apéndice XIV Viscosidad $\mu = 0.8937 \text{ cp}$
 Caudal $Ca = 1.25 \text{ lt/s} = 0.00125 \text{ m}^3/\text{s}$

Calculo del Caudal $Ca=uA$

$$\text{Velocidad: } u = \frac{Ca}{A} = \frac{0.00125 \text{ m}^3/\text{s}}{\pi/4 D^2} = \frac{0.0125 \text{ m}^3/\text{s}}{0.7854(0.049 \text{ m})^2} = 6.62 \text{ m/s}$$

Acero Comercial Cedula 80

$$\text{Re} = \frac{D_i \rho u}{\mu} \quad \text{Re} = \frac{0.049(997.08)(6.62)}{0.8937 \times 10^{-3}} = 3.619 \times 10^5$$

Del apéndice XXV $E/D=0.009$ $F_D=0.02$ (ver grafica B)

Del apéndice XXIV Pág. Diagrama de Moody (ver grafica A)

Perdidas por Fricción

$$\frac{\sum F}{M} = \frac{0.049 \text{ m}(6.62)^2(17)}{2 \times 9.81(0.049)} = 37.9 \text{ kg}$$

Potencia:

$$12 + \frac{\text{kgm}}{\text{kg}} = -\frac{\rho}{M} - 37.9 \text{ kg} \quad \rightarrow \quad \frac{\rho}{M} = -49.9 \frac{\text{kgm}}{\text{kg}}$$

$$M = 1.25 \text{ l/s}(0.99704 \text{ kg/l}) = 1.24635 \text{ kg/s}$$

$$\rho = 49.9 \text{ kgm/kg}(1.24638 \text{ kg/s}) = 62.19 \text{ kgm/s}$$

$$62.19 \frac{\text{kgm}}{\text{s}} \times \frac{9.8 \text{ N}}{1 \text{ kg}} = 610.08 \frac{\text{N.m}}{\text{s}} = 610.08 \frac{\text{J}}{\text{s}} = 610.08 \text{ W}$$

5.3.3 Rebanado.

Para esta nueva etapa se propone el diseño de una máquina semi-industrial; la cual por altos costos de adquisición se plantea mejor un diseño con materiales genéricos, obtenidos y cotizados en el mercado nacional.

En su concepción esta máquina se dispondrá de un marco de dos metros cuadrados de armazón de acero inoxidable de dos pulgadas de diámetro cada angular, en el interior de este equipo habrá una disposición de cables de acero inoxidable, separados uno del otro una distancia de un centímetros, estos cables estarán extremadamente tensionados.

De esta forma se lograra un corte de forma transversal en el cuerpo del pipián, este sistema de corte será impulsado por dos gatos hidráulicos ubicados en la parte superior de esta rejilla, la potencia requerida de los gatos será proporcionada por una bomba hidráulica que será potenciada por un motor eléctrico. Esto permitirá que se cumplan con las características de grosor de la rebanada que se recomienda que el disco tenga un espesor de 2 cm. lo cual es importante para la operación de secado.

Estas tajadas serán retiradas por un sistema manual de espátulas ,los operadores de dicha maquinaria depositarán estos discos de pipián en una banda transportadora los cuales son llevados a una distancia de siete metros esta banda de características horizontales ayudará a mantener un excelente circulación de la materia prima previamente procesada .

5.3.4 Secado.

El pipián que se encuentra cortado de forma transversal es introducido a un túnel de secado para disminuir en su totalidad su contenido de humedad cabe mencionar que en este punto se debe tener extremo cuidado con la cantidad de calor suministrado para no desnaturalizar las propiedades vitamínicas del pipián.

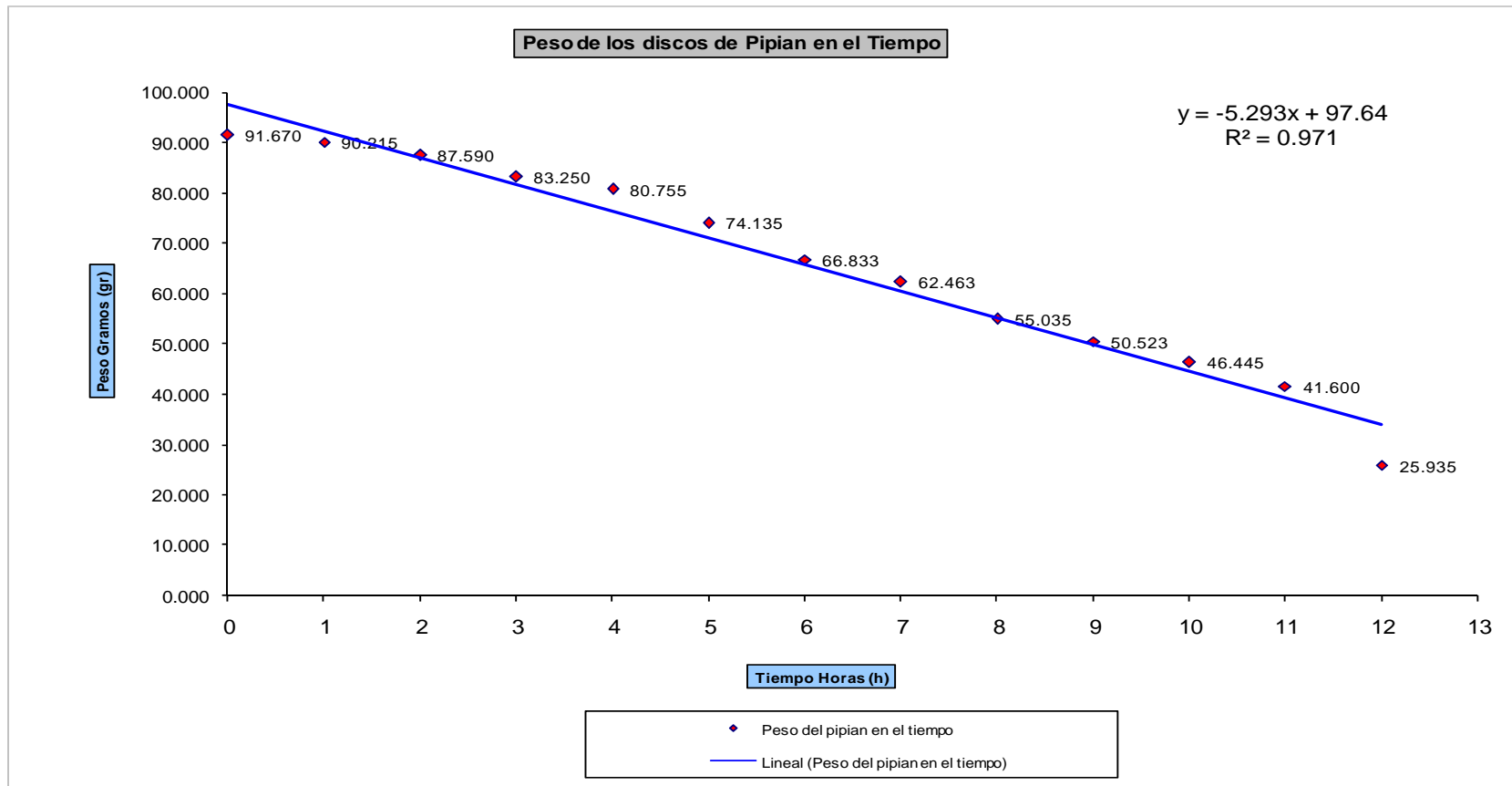
Para tener una mejor criterio de la operación de secado se llevo a cabo, un experimento realizado en el laboratorio de Fisicoquímica de la Facultad de Ingeniería Química, que consistió en el rebanado de cuatro pipianes denotándolos como base experimental. Estos se cortaron en discos de un centímetro de grosor, se pasaron por una solución de meta bisulfito por un tiempo de 30 minutos, después se sacaron de la solución, se escurrieron y se tomo el peso inicial de cada uno de los discos. Después se realizó el estudio de secado de estos trozos por un periodo de 13 horas consecutivas, los cuales fueron introducidos en un horno y se programo a una temperatura que no causará una desnaturalización del vegetal, la cual se situó en 60 grados centígrados; la cual nos genero la siguiente tabla 5.3.3 de datos de secado y su curva de secado representada en la grafica 5.3.3, que representa la cantidad agua extraída en un tiempo determinado en el horno de secado.

Tabla 5.3.4 Tabla de datos de secado de discos de pipián en el tiempo

TIEMPOS HORAS / TEMPERATURA 60 CELCIUS															
ITEM	MASA	TIEMPO 1	TIEMPO 2	TIEMPO 3	TIEMPO 4	TIEMPO 5	TIEMPO 6	TIEMPO 7	TIEMPO 8	TIEMPO 9	TIEMPO 10	TIEMPO 11	TIEMPO 12	TIEMPO 13	% humedad perdida
	INICIAL														
1	91,670	90,215	87,590	83,250	80,755	74,135	66,833	62,463	55,035	50,523	46,445	41,600	25,935	15,665	82,912
2	82,885	81,010	78,330	76,139	74,284	68,017	61,905	58,343	53,085	48,194	44,305	38,987	23,964	15,023	81,875
3	74,775	72,941	70,290	67,515	65,614	60,297	54,867	51,172	46,194	41,904	37,466	33,130	18,118	15,012	79,924
4	92,330	90,070	86,135	84,286	81,290	75,379	69,146	65,238	59,409	54,652	49,360	44,226	28,145	16,081	82,583
5	88,280	86,625	84,011	81,155	78,636	72,740	66,956	62,812	57,799	52,845	48,320	43,254	28,134	15,120	82,873
6	72,633	71,364	69,340	66,852	65,240	61,130	57,064	53,680	49,488	44,065	39,530	33,256	18,590	14,660	79,816
Σ	502,573	492,225	475,696	459,197	445,819	411,698	376,771	353,708	321,010	292,183	265,426	234,453	142,886	91,561	
Promedio	83,762	82,038	79,283	76,533	74,303	68,616	62,795	58,951	53,502	48,697	44,238	39,076	23,814	15,260	81,782

Fuente: Análisis de la corrida de secado en el Laboratorio de Físicoquímica, Facultad de Ingeniería Química. Entre la primera semana de abril.

Grafica 5.3.4 Grafica del secado de discos de pipián en un horno a 60°C por un periodo de 13 horas. A esta grafica se le agrego su línea de tendencia, la cual se ajusta a los datos de secado en el tiempo.



5.3.4.1 Diseño del Secador de Túnel

Para lograr la temperatura deseada se fue aumentando la temperatura por medio de resistencias eléctricas conectadas a un regulador de potencia.

1. La primera variable a considerar en esta etapa es la temperatura de secado, para determinar la temperatura más adecuada para el secado de la hortaliza debe ser estudiada en el rango de 60°C a 65°C.
2. La segunda variable se considero trabajar con una velocidad de aire de 3 m/s para una mayor evaporación del agua.
3. La tercera variable de estudio se denoto como el porcentaje de secado entre un 10 y 13 %.

5.3.4.2 Descripción del modelo

Se determino el perfil de humedad del disco de pipián con lo que se estimo el tiempo necesario para secar el disco de pipián hasta una húmeda requerida entre el 10 y 13%. El cual se determino con la siguiente fórmula:

$$X = (M_i - M_f) \times 100$$

M_i = masa inicial de la fruta.

M_f = masa final de la fruta.

Al obtener la humedad deseada se detuvo el análisis en el laboratorio.

5.3.4.3 Cálculo del secador

Balance de energía: $G_f (I_1 - I_2) = S_s (H_2 - H_1)$

H_1 y H_2 : Entalpía del sólido húmedo a la entrada y salida respectivamente

S_s : Sólido seco.

G_f : Flujo de aire fresco.

I_1 e I_2 : Entalpía del gas a la entrada y salida respectivamente.

Para calcular H_1 y H_2 se utilizó la ecuación siguiente: $H = (C_{ps} + xC_{pl})t_s + H_0$

Esta ecuación está referida para 0°C, por tal razón $H_0 = 0$, Donde:

C_{ps} : calor específico del sólido.

C_{pl} : calor específico del líquido. (Agua)

T_s : temperatura del sólido

El calor específico del pipián se calculó en base al contenido del agua de la misma el cual es de alrededor de 83.84 % (dato del laboratorio).

$$C_{ps} = \left(\frac{\% \text{ agua}}{100} \right) + 0.2 \left(1 - \frac{\% \text{ agua}}{100} \right)$$

Para estimar I_1 e I_2 del aire a las condiciones de entrada y salida del mismo se hizo uso de la ecuación (cuyas condiciones están en anexo)

$$I = (0.24 + 0.46y)t_g + (597.2)y$$

T_g : temperatura del gas

Para calcular el flujo volumétrico de aires fresco se multiplicó el flujo másico de aire por el volumen específico del mismo calculado mediante la siguiente ecuación:

$$V_h = \left[\frac{1}{mg} + \frac{y}{Mv} \right] \frac{RT_{eg}}{p}$$

Donde:

Mg: Masa molecular del líquido

Mv: Masa molecular del gas

Teg: Temperatura del gas de entrada

P: presión atmosférica

La cantidad de calor necesario para secar el producto dado, se calculó a partir de la cantidad de calor. Para la evaporación del agua contenida en el producto, la cual se obtuvo mediante los análisis en el laboratorio químico y la realización de balances en el secador; en este caso por facilidades de cálculos se consideró que las pérdidas por radiación y conducción al ambiente son despreciables, puesto que la cámara de secado será recubierta por un material térmico, para este caso se suministrará el calor mediante un serpentín de tubería de bronce que en el interior contiene vapor proveniente de una caldera a 3.2kgf/cm² cuyas características están en anexo.

$$S_{ca} = 10^3 \left(\frac{Q_{\lambda} + Q_s + Q_l}{\lambda_{sl}} \right)$$

Q_L: Calor de convección del gas.

Q_λ: Calor requerido para la evaporación del agua

Q_s: Pérdida de calor por el gas de arrastre a la salida del secador.

λ_{sl}: Calor latente de vaporización (caldera)

El calor por convección del gas (*Q_L*) a la superficie expuesta a secar dentro de la cámara del secador esta dado por la ecuación: $Q_l = 10^3 u A_s (T_g - T_w)$

A_s: Área total ocupada por la cámara de secado.

T_g: Temperatura del gas a la cámara de secado. (Operación)

T_w: Temperatura del bulbo húmedo. (Obtenida en la carta psicométrica)

h_v = 0

Donde u es el coeficiente integral de transmisión de calor en dicha ecuación.

Si la transmisión de calor se efectúa solamente por convección del aire a la superficie húmeda, $\mu = h_c$

Siendo h_c el coeficiente de convección a las condiciones de trabajo que para la mezcla de aire-agua puede calcularse de la siguiente ecuación. Para el flujo de aire paralelo a la superficie de secado y valores de G comprendido entre 2,500 y 30,000 kg/hm²

$$h_c = 0.0175G^{0.8}$$

Donde: $G = \rho V$

G : es el flujo de aire por unidad de área

V : velocidad del aire

ρ : densidad del aire

Por lo cual tenemos que:

Para el cálculo de H_1 y H_2 se utilizó la ecuación (a)

$$H_1 = (0.865 + 0.246X_1) (25^\circ\text{C}) = 27.795 \text{ Kcal/Kg}$$

$$H_2 = (0.865 + 0.1086X_1) (60^\circ\text{C}) = 58.41 \text{ Kcal/Kg}$$

El calor específico del pipián se calculó:

$$C_{ps} = (85.24/100) + 0.2(1 - 83.24/100) = 0.865.$$

De igual forma se estimó I_1 e I_2 del aire a las condiciones de entrada y salida del mismo.

$$I_1 = (0.24 + 0.46 \times 0.0175) (27.79) + (597.2)0.0175 = 17.34 \text{ Kcal/Kg}$$

humedad absoluta

$$I_2 = (0.24 + 0.46 y_2) (60^\circ\text{C}) + 597.2 y_2 \quad (b)$$

Combinando (b) con $G_f (I_1 - I_2) = S_s (H_2 - H_1)$

$$G_f \{17.34 - [(0.24 + 0.46y_2) (60^\circ\text{C}) + 597.2y_2]\} = (58.41 - 27.795) 85.60 \text{ kg/h}$$

$$17.34G_f - 639.2G_f y_2 = 2559.8 \quad \text{Ecuación (1)}$$

Porcentaje de humedad final 13.44%

Porcentaje de humedad inicial 83.24%

$$G_f y_2 - 0.0175G_f = 57.93 \quad \text{Ecuación (2)}$$

Resolviendo el sistema de ecuaciones:

$$17.34G_f - 639.2y_2G_f = 2559.8 \quad (1)$$

$$G_f y_2 - 0.0175G_f = 57.93 \quad (2)$$

$$G_f = 6333 \text{ kg de aire fresco/h}$$

$$y_2 = 0.026 \text{ kg de H}_2\text{O/kg aire seco}$$

5.3.4.4 Requerimientos energéticos

Para el flujo de aire paralelo a la superficie de secado y valores de G comprendido entre 2500 y 30000 kg/hm²

$$h_c = 0.0175G^{0.5} \quad G = \rho v$$

ρ : densidad del aire

v : velocidad del aire

$$G = (3\text{m}^2) (1.0974 \text{ kg/m}^3) (3600)$$

$$G = 11851.92 \text{ kg/m}^2\text{h}$$

$$h_c = 0.0175(11851.92 \text{ kg/m}^2\text{h})^{0.5}$$

$$h_c = 31.77 \text{ kcal/m}^2\text{h}^\circ\text{C}$$

$$\mu = (h_c + h_v) \left[1 + \frac{1}{1 + \frac{L}{K}(h_c + h_v)} \right]$$

$$T_{\text{promedio}} = 48.9$$

$$\varphi = 1.0924 \text{ kg/m}^3$$

$$\mu = 1.9457 \text{ kg/ms}$$

$$v=3\text{m/s}$$

$$k=0.0239\text{kcal/mh}^\circ\text{C}$$

$$L=0.456\text{m}$$

$$\mu = 31.77 \left[1 + \frac{1}{1 + \frac{0.456}{0.0239} (31.77)} \right] = 31.82 \frac{\text{Kcal}}{\text{m}^2\text{h}} \% = 60.1 \frac{\text{w}}{\text{m}^2\text{C}}$$

Tabla 5.3.4.4 requerimientos energéticos.

Velocidad del aire	3 m/s
Requerimiento de aire fresco	6433 kg de aire/h
Masa de agua evaporada	57.93 kg/h
Carga másica a procesar	83.60 kg/h
Coefficiente de Transferencia de Calor	31.82 Kcal/m ² h
Y ₂ kg de agua x kg de aire seco	0.026

Fuente: (Apoyo Bibliográfico, Tesis Diseño de un secador de Madera y deshidratación de Frutas. Numero 51 y 72. Según Centro de documentación Fig. Y apoyo en Bibliografía # 4)

5.3.5 Reducción de tamaño (molienda).

Posteriormente que el disco de pipián esta deshidratado y que el porcentaje de humedad es relativamente mínimo se procede a la etapa de molienda en seco.

La maquinaria que mejor se adapta a este tipo de trabajo, es el triturador de rodillo ya que son máquinas que se utilizan para la trituración media y fina. Consiste en dos rodillos del mismo diámetro colocados en disposición horizontal y paralelamente que giran en sentido opuesto; un rodillo está sostenido por un soporte fijo, el otro rodillo gira más rápido y se coloca en paralelo por medio de un resorte ajustable, de modo que la separación puede variar para controlar el grado de granulometría del producto; ambos rodillos tienen superficie estriada, ya que ayuda al agarre de la materia prima, este tipo de máquinas son muy compactas y seguras y en ellas se obtiene un producto que contiene fracciones pequeñas del material.

Posteriormente esta carga se deposita en un carro balastro para ser llevado a un último proceso de molienda en un molino de disco de cizallamiento para darle un aspecto pulverizado al pipián.

En la Fig. 5.3.4 podemos apreciar un molino de disco, el cual es óptimo para el trabajo de molienda en este caso pulverización de pipián. El molino de discos es apropiado para triturado fino de materiales blandos a muy duros, con una dureza de Mohs de hasta 8, tales como lignito, tiza, grafito, yeso, bauxita, carbón duro, mineral, fertilizantes artificiales, escorias de horno, cuarzo. Esta molienda se efectúa entre un disco triturador inmóvil y uno giratorio, produciendo efectos de corte y abrasión. Los discos tienen en su superficie un material fuerte y corrugado y la distancia entre los discos se puede variar y en sí, se puede controlar el grado de molienda del material.

Fig. 5.3.6 Molino de Discos



Fuente: www.tema-trisa.es/molinos.shtml

5.3.6 Enriquecimiento de la harina

Debido a que el enriquecimiento de la harina es obligatorio, prácticamente todos los molineros (debido a la competencia) enriquecen voluntariamente la harina. Como resultado, la mayor parte de la harina en el mercado está enriquecida. La harina enriquecida se encuentra así marcada por la adición de cuatro nutrientes (tiamina, riboflavina, niacina y hierro) es obligatoria. Es opcional la inclusión de calcio y vitamina D.

5.3.6.1 Criterios de Fortificación

El pipián es una buena fuente de tiamina, piridoxina y fósforo, y una fuente aceptable de riboflavina, niacina, folato, biotina, hierro y zinc. Sin embargo, muchos de estos nutrientes se pierden durante la molienda. Los micronutrientes que no se encuentran en cantidades significativas son las vitaminas A y E, y el calcio. Todos los nutrientes pueden ser agregados fácilmente a la harina durante el proceso de molienda.

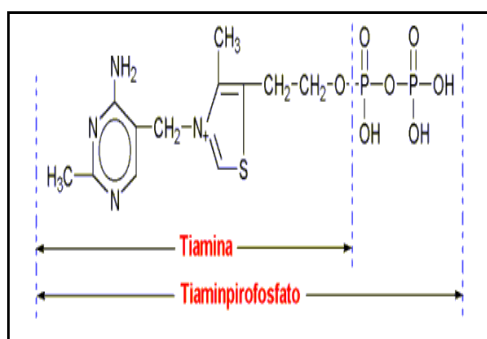
Para la fortificación, se necesita una premezcla de los micronutrientes que se desean agregar; esto con el fin de lograr una concentración adecuada y una distribución uniforme de micronutrientes. La concentración de vitaminas y minerales que se agregará se debe calcular sobre la base de los requerimientos nutricionales y los patrones de consumo; se debe calcular asimismo las pérdidas experimentadas durante el almacenamiento y la cocción.

a. La importancia de la tiamina en la harina de pipián.

➤ **Vitamina B1: Tiamina**

Las propiedades químicas de la tiamina: contiene un núcleo pirimidina y uno tiazol enlazados por un puente metileno. La tiamina funciona en el organismo en forma de coenzima tiaminpirofosfato (TPP). Las estructuras de la tiamina y el tiaminpirofosfato son como sigue:

Fig. 5.1.1.1 Estructura de la Tiamina



Fuente: Química la ciencia central, autor: BROWN, LEMAY, BUSTERN. Novena edición.
Estructura de la tiamina y el tiaminpirofosfato

Esta vitamina es necesaria para desintegrar los hidratos de carbono y poder aprovechar sus principios nutritivos. La principal fuente de vitamina B₁ (y de la mayoría de las del grupo B) deberían ser los cereales y granos integrales, pero el empleo generalizado de la harina blanca y cereales refinados ha dado lugar a que exista un cierto déficit entre la población de los países industrializados.

La deficiencia grave de tiamina conduce al padecimiento denominado beriberi. Esto se debe al consumo de dietas que constan de arroz pulido en países de Asia, que tienen deficiencia de la vitamina, sin embargo, en Europa y América del Norte, la deficiencia de tiamina se observa más a menudo en alcohólicos, aunque los enfermos con insuficiencia renal crónica bajo diálisis, y quienes reciben alimentación parenteral total también pueden estar en riesgo. También nos encontramos deficiencias en los niños alimentados a pecho de madres carentes de tiamina, en alcohólicos se manifiesta afectación del sistema nervioso y periférico en el sistema cardiovascular provoca: debilidad muscular, pérdida de reflejos, confusión, coma, llegando incluso a la muerte. En los niños existe una forma fulminante, con vómitos, cianosis, convulsiones y muerte por insuficiencia cardíaca.

a. La Importancia del hierro en la harina de pipián.

El hierro es muy importante en este producto, ya que proporciona una dieta balanceada lo cual es benéfico para el ser humano.

Sin el hierro, no sería posible el transporte de oxígeno de los pulmones hasta los diferentes órganos, como el corazón, los músculos, el hígado o el cerebro. La glándula tiroides, el sistema nervioso central, el control de la temperatura corporal y las defensas frente a los microorganismos no pueden funcionar sin el hierro.

El hierro es indispensable para algunas funciones del cerebro, como la capacidad de aprendizaje. Se halla en las enzimas del metabolismo oxidativo de la cadena respiratoria, en la que participa en los procesos de combustión de las sustancias nutritivas (proteínas, lípidos, hidratos de carbono), incrementa la resistencia ante

las enfermedades, previene los estados de fatiga, cura y previene contra la anemia derivada de una carencia de hierro. Y resulta saludable para la piel, el cabello y las uñas. (Fuente: BCN Manual Cultivo del Pipián año 2002 Pág. 75)

Cantidades de hierro que el ser humano debe ingerir.

<i>Necesidades Diarias de Hierro</i>	
Niños hasta los 10 años	8-10 mg
Niños hasta los 15 años	12-15 mg
Jóvenes y adultos	10-15 mg
Mujeres embarazadas	30-40 mg
Mujeres en período de lactancia	10-25 mg
Deportistas de elite	20-30 mg

Tabla 5.3.5 Fuente: banco central, revista de fortificación de las harinas # 1, 2,3 año 2002.

5.3.7 Cribado, ajuste de granulometría.

La granulometría del producto final se obtiene en gran parte por la acción de cizallamiento del molino de disco que le da el toque perfecto a la harina, posteriormente es pasada por una rejilla (zaranda), para sustraer cualquier granulo, y regresarlo al molino de disco, dado que la granulometría de la harina, debe cumplir con las normas internacionales; las cuales se detallan a continuación:

5.3.7.1 Normas internacionales de las harinas.

Existe una legislación internacional para la elaboración de harinas. Ver tabla 5.3.7.1

Tabla 5.3.7.1 Normas Internacionales de la Harina

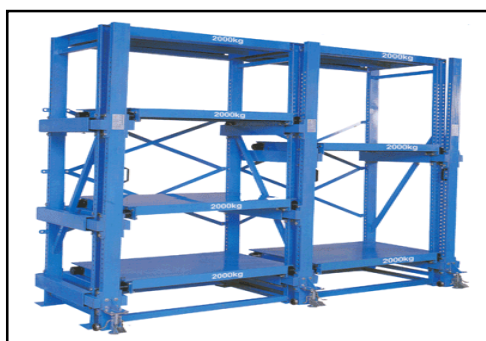
nombre	humedad % máximo	cenizas % máximo	proteínas	acides % máximo
harinas	14	0.5	12	0.25

Fuente: autor, Proyecto de Desarrollo de la Cadena de Valor y Conglomerado Agrícola Cuenta retro del milenio. Banco central. (Apoyo logístico en Bibliografía según # 6 y 7.).

5.3.8 Embalaje y almacenado.

El embalaje del producto final se debe hacer con mucho cuidado, por circunstancias de salubridad, para que el producto final no proliferen organismos extraños y pueda de esta forma almacenarse por un tiempo no muy prolongado en un galerón, en las cuales habrá disponible un sistema de estantería para su posible comercialización.

Fig. 5.3.8 Estante Tipo Rack



En la figura 5.3.8 se expresa un sistema de estantes que se pueden adquirir para el almacenaje de la harina de pipián.

Fuente: www.tema-trisa.es/molinos.shtml

5.4 Evaluación de las características sensoriales del producto.

La composición de la harina que se desea procesar, a partir del pipián, tiene características similares a la harina elaborada a partir del trigo, la cual se adapta a normas internacionales y no necesita ser pasada por un proceso de blanqueamiento con meta bisulfito de sodio, también tiene una granulometría estandarizada, aproximadamente de 5 micrones. Con un sabor muy insípido, textura suave y sin ningún olor característico.

La composición química, ajustada por ley, tiene promedio un 70% de almidón, un 10,5% de proteína, un 1,5% de grasa y un 15% de agua o humedad, un 3, % de fibras, más una gama de minerales como potasio, ácido fosfórico, sodio, mas hierro y vitaminas que son los nutrientes orgánicos que se adicionara a la harina

de pipián. El almidón está constituido por las moléculas de hidrato de carbono, la principal reserva energética de casi todos los vegetales. Se concentra especialmente en las semillas de los cereales.

En el laboratorio de alimentos se procedió a realizar una práctica, se procedió a deshidratar una porción de pipián en forma de discos transversales, en total 4 discos (desecador se solicitó como préstamo a un ente anónimo) se dejó por 16 hrs. (realizando turno de trabajo de 8 hrs. el señor Castellón y mi persona), se notó que el disco de pipián no sufre de oxidación por reacción al aire lo que evita un oscurecimiento en la harina al momento de procesar esta materia prima. Se obtuvieron los siguientes resultados del análisis de propiedades físico químico:

Tabla 5.3.7.2 Composición porcentual de la harina

	Expresado en %.			
Materia	Fibra	Proteína	Ceniza	Almidón
	%	%	%	%
trozos secos	5	2.8	2.6	79
harina refinada	1.6	1.4	1.9	86

Fuente: análisis físico químico, realizado en lab. Químico, harinas GEMINAS.

5.5 Usos potenciales de la harina refinada de pipián.

Por las características propias de los gránulos del almidón del pipián, la harina refinada es una excelente materia prima para la elaboración de coladas, sopas y fideos, por su capacidad de espesar la preparación final, por esta característica es apropiada para usarla como ingrediente en la elaboración de productos embustidos ya que mejora la retención del agua y las características de mordida. En la panificación la inclusión puntual como un evento aislado se determinó que debe estar entre un 10 y un 15%, sin afectar la calidad final.

En la industria de la galletería la inclusión puede llevar a un nivel del 40%.

En la elaboración de productos expandidos puede situarse a la par de otras harinas como es la de trigo y de papa que tienen gran demanda.

Por otra parte esta harina puede tener otra aceptación en la industria del papel por su alto porcentaje de almidón ya que estos lo usan como engrudo en la industria del cartón, de otra forma tiene gran potencial en la elaboración de cartón ya que posee similitud físico química al de maíz tipo perla.

5.6 Balances generales de materia

a. Balances en la Clasificación-Lavado

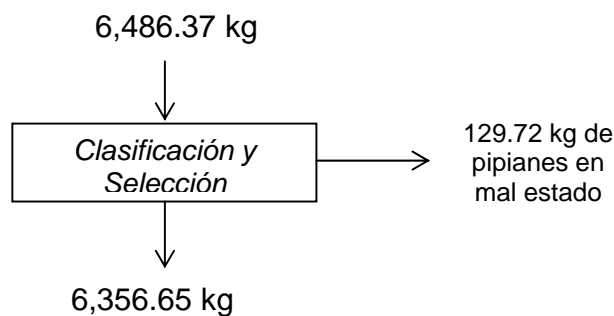
☆ Alimentación 5000 pipianes de 2.86 lb/c pipián, equivale a: 14,300 lb ó 6,486.37 kg.

☆ De los 5000 pipianes, se pierde el 2% por que algunos pipianes no cumplen el requisito de calidad, o están muy maduros o muy verdes y tienen muchos defectos, esto equivale a 100 pipianes ó 129.72 kg.

$$\begin{array}{rcl}
 6,486.37 \text{ kg} & \xrightarrow{100\%} & \\
 x & \xrightarrow{2\%} & x = 129.72 \text{ kg}
 \end{array}$$

☆ Entran al lavado un total de $(6,486.37 - 129.72) \text{ kg} = 6,356.65 \text{ kg}$

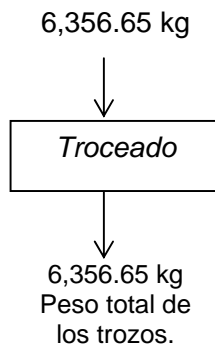
☆ Agua utilizada para el lavado 1.25 litro/s



(Modelos Obtenidos según Bibliografía # 2).

a. Balance en el troceado.

- ✧ En esta etapa solo hay reducción de tamaño, el pipián se corta en discos de 1 cm. de grosor, partido a lo ancho del pipián. Los trozos, tienen un peso variable, ya que el tamaño del disco, depende de la forma que tiene el pipián, a lo largo.



b. Balance en el Secador.

- ✧ Esta es la única etapa del proceso, donde se produce una pérdida del peso total del pipián, ya que se evapora el agua contenida en este, a una temperatura de secado constante de 60°C.
- ✧ Al secador entra una masa inicial total de 6,356.65 kg y según el análisis realizado en el laboratorio por una corrida de secado de 13 horas, salen del secador 1,158.083 kg de pipián en trozos secos.

$$\text{Masa de H}_2\text{O evaporada} = \text{Masa Inicial} - \text{Masa Secada}$$

$$\text{Masa de H}_2\text{O evaporada} = 6,356.65 \text{ kg} - 1,158.083 \text{ kg} = 5,198.57 \text{ kg}$$

Tabla 5.3.7.3 Porcentaje de flujo.

Porcentajes en peso de los flujos de entrada y salida		
Flujos del Proceso	Masa Kg	% en peso
1. Masa Inicial Total	6,356.65	100
2. Masa Secada	1,158.038	18.2184
3. Masa de H ₂ O evaporada	5,198.57	81.782

- ✧ Esta tabla nos indica que de la masa total, un 81.782% corresponde a un peso de agua o humedad, por lo tanto; según la siguiente relación:

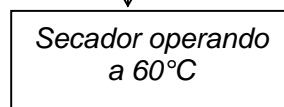
$6,356.65\text{kg} \longrightarrow 81.782\% \text{ humedad}$

$1,158.083\text{kg} \longrightarrow x$

$x = 14.899\% \text{ humedad}$

- ☆ Los 1,158.038 kg de trozos de pipián secos, tendrán un % de humedad de un 14.899% a la salida del secador.

1. Masa total 6,356.65 kg con un 81.782% de humedad



3. Masa de H₂O evaporada 5,198.57 kg



2. Masa Secada 1,158.083 kg con un 14.899 % de humedad

6 MATERIAL Y METODOS

6.1 Diseño Experimental.

Objeto de estudio 1: selección correcta del estado de maduración del pipián para la elaboración de harina.

Tabla: 6.1 Variable de estudio.

	Características.	
VARIABLES DE ESTUDIO.	Estado de Maduración	Hipótesis h
X	35 a 40 días	1- este periodo es optimo para realizar harina de pipián
Y	40 a 45 días	2- este periodo es optimo para realizar harina de pipián
U	45 a 52 días	3- este periodo es optimo para realizar harina de pipián

Objeto de Estudio 2: selección de granulometría adecuada

Variable de Estudio	Tamaño de la Partícula	Hipótesis H
Z	Harina para panificación, partículas igual ó menores a 50 micras.	4- Granulometría adecuada, para cumplir normas internacionales de aceptación.

Donde:

X: estado de maduración, sazón.

Y: estado de maduración adecuado.

U: pasado un tiempo su estado de maduración.

Z: valor de granulometría propuesto

- ⇒ Si y solamente si h es correcto si x es el punto optimo.
- ⇒ Si y solamente si h es correcto si y es el punto optimo.
- ⇒ Si y solamente si h es correcto si u es el punto optimo.
- ⇒ Si y solamente si h es correcto si z es el punto optimo.

Se seleccionará un número de personas como grupo catador para la evaluación organoléptica del producto haciendo énfasis en la siguiente tabla de valores ponderados.

	Puntaje		Puntaje		Puntaje
Malo	0	Malo	0	Malo	0
Regular	2	Regular	2	Regular	2
Bueno	3	Bueno	3	Bueno	3
Muy bueno	4	Muy bueno	4	Muy bueno	4
Excelente	5	Excelente	5	Excelente	5

Estando el valor numérico 15 el valor más elevado por ende el más buscado y el valor numérico 0 el menos buscado, y teniendo al valor 6 como aceptable. Esto se hará empleando una sumatoria, y estará relacionado de forma intrínseca con las variables de experimento.

6.2 Evaluación organoléptica de la harina de pipián.

Para esta evaluación, se realizó una encuesta a 40 personas dueños de negocios donde utilizan la harina de trigo, (ver Tabla 7.1) se dio a muestrear el producto harina de pipián como materia prima para fabricar pan y otras reposterías, y se les pidió que la caracterizaran, a estas personas, no se le dio a conocer el origen de esta harina, se asignó un valor numérico a una escala análoga al producto. Los patrones organolépticos fueron los siguientes.

Tabla 6.2. Resultados de la encuesta realizada a panificadores en Masaya

Característica	Excelente	Bueno	Regular	Debe Mejorar
Olor	25 p	15 p		
Color		35 p	5 p	
Sabor		40 p		
Apariencia		35 p	5 p	
Textura	35 p	5 p		

Fuente: Encuesta realizada en Masaya,

- De la muestra de 40 personas, el olor más del 50% lo encontró excelente.
- El color el 75% de la muestra lo encontró bueno.
- El 100% de la muestra encontró el sabor bueno.
- El 75% encontró la apariencia buena.
- El 75% la encontró con excelente textura.

En donde los ítems, más del 60% la encontró buena, lo que la hace aceptable al público.

6.3 Diseño Metodológico

Para calcular el diseño de esta planta procesadora de harina de pipián, haremos uso de ecuaciones de diseño de equipos, en las cuales interviene el calor como base fundamental de este proceso.

Primeramente el producto será lavado y seleccionado en una pila de concreto, en la cual se le eliminara cualquier tipo de suciedad y producto escabroso; por medio de una banda transportadora este pasara a un área de laqueado para el corte transversal, para producir discos de pipián del cuerpo de la hortaliza.

Según análisis de laboratorio de un pipián de 50 cm de largo se pueden extraer discos de 2 cm, esta cantidad se verá relacionada con el valor de producción de una manzana de tierra; esto nos brinda un volumen de producción para el proceso.

Para el secado de este disco se ha sugerido el equipo más idóneo que no vaya afectar tanto como las características nutricionales del pipián ni cambiar su apariencia esto se obtuvo por investigación en centros de desarrollo del Agro y el Instituto de Fomento Agropecuario.

Otro dato muy importante es la temperatura con la cual se seca dicho producto que no debe ser muy alta para que no se desnaturalice. Su humedad crítica un valor muy importante, para el cálculo y la escogencia del sistema de secado; se harán uso de ecuaciones de transferencia de calor para el cálculo del tiempo total de secado y para obtener la masa totalmente seca.

Otro fenómeno que se debe considerar en su totalidad es la disminución de tamaño y un ajuste de granulometría muy importante, para obtener un producto de acuerdo a normas internacionales.

Para lograr un color de secado claro, de agrado al consumidor se propondrá un blanqueador; como es el meta bisulfito de sodio aquí se sumergirá el producto pre terminado para blanquearlo.

Luego este pasará a mesas de acero inoxidable para un posterior secado suave y espontáneo, para después ser empacado y embalado.

De esta manera consideramos que al pipián se le puede dar otro tipo de uso y de esta forma aprovechar más su vida útil, dándole al proveedor más tiempo disponible para ofertar su producto.

7 ANALISIS DE MERCADO

7.1 Consumo nacional de harina

Para el consumo nacional de harina, se realizó un estudio de mercado generalizado en base a que es un producto nuevo con características similares a la harina de trigo. Como se sabe la harina de pipián no se procesa en el país, por lo que su demanda de consumo nacional aparente es nula; pero se calcula la demanda de otro producto similar.

El consumo de harina está estimado en 390,000 toneladas al año en este número están incluidas diferentes harinas de otros productos.

7.2 Producción Nacional de harina

La producción nacional de harina es del 45% es decir 175,500 toneladas al año.

7.3 Las Importaciones

Las importaciones son aproximadamente del 35% es decir de: 136,500 toneladas al año y las donaciones de países extranjeros hasta el año 2007 es del 8% 31,200 toneladas.

7.4 Las Exportaciones

Se calculo una exportación de 46,800 toneladas al año.

7.5 Consumo Nacional Aparente

Por lo que el CNA es:

$CNA = \text{Producción Nacional} + \text{Importaciones} - \text{Exportaciones}$

$CNA = 175,500 + 136,500 + 31,200 - 46,800 = 296,400$ toneladas.

CNA = Consumo Nacional Aparente

Por lo que se puede notar; existe lo que se requiere; es decir, existe una demanda satisfecha.

7.6 Aceptación del producto

En la ciudad de Masaya, existen 44 centros de trabajo relacionado con la harina. Se hace un consumo de 25,000 toneladas al año, lo que se trata de hacer, es no quitarle el mercado a la harina de trigo, sino de amortizar con un producto nacional, segmentar esta demanda y combinar cierta cantidad de harina de trigo con harina de pipián, esto con el objetivo de reducir el consumo de harina de trigo.

Porcentaje de aceptación del producto.

44 —————> 100% de mi aceptación
 28 —————> x

Se realizó un sondeo con 11 preguntas a estos 44 centros de trabajo de harina. Las cuales estas son las respuestas.

Tabla 9.6 Resultados de la Encuesta en Masaya

Preguntas y Respuestas Cuestionario	
Pregunta	Respuesta
1	Los 44 Centros utilizan harina
2	Utilizan la harina de trigo
3	La utilizan para la elaboración de pan
4	Compra sacos de 100 libras (1 quintal)
5	Cada 15 días
6	Pagan C\$ 800 por quintal
7	Agencias Distribuidoras
8	Si tal vez
9	Agencia Distribuidora
10	Presentación de 25 libras
11	C\$ 300.00

Fuente: Encuesta realizada. Ver apéndice pág. 49-50

El 63.63% de los lugares que utilizan harina a base de trigo estarían dispuestos a complementar proporcionalmente la harina de trigo con la de pipián, para reducir el porcentaje utilizado de harina de trigo.

7.7 Oferta

Se oferta una producción de 5,000 pipianes (1,158.038 kg) ó 2,553.03 libras de producto; en 6 meses se pueden producir como base mínima, 150,000 pipianes esto para el municipio de Masaya.

$$\begin{array}{l} 5,000 \longrightarrow 1,158.038 \text{ kg} \\ 150,000 \longrightarrow X \end{array}$$

Esto es 37,741.14 kg es decir que se pueden producir 38.30 toneladas cada 6 meses.

$$\begin{array}{l} \text{Si } 100\% \longrightarrow 87,500 \text{ toneladas en 6 meses} \\ X \longrightarrow 38.30 \text{ toneladas en 6 meses} \end{array}$$

Esto equivale al 0.044% de la producción nacional.

7.8 La comercialización

La comercialización se hará vía vendedores en camiones distribuyendo el producto en los centros de acopio, o almacenándolo para su distribución a lugares cercanos a la zona de Masaya. Se hará llegar el producto a distribuidoras locales, y tiendas de abarrote.

El canal del producto será:

Productor \longrightarrow ***Mayorista*** \longrightarrow ***Consumidor***

Esta opción se toma para un mercado popular.

7.9 Costos para la elaboración de harina de pipián a escala laboratorio

En este estudio no se toma en cuenta todo el dinero invertido para la instalación de la planta; sino que se estudia a nivel de laboratorio, haciendo la suposición que la planta de harina ya está instalada y solo se procesa la harina para vender al consumidor y se evalúan las ganancias por la venta de harina, contra la inversión de compra de materia prima, empaque, costos de operación, etc.

Para la prueba realizada en el laboratorio, se obtuvo de un pipián procesado 91.561 gramos cuyo peso inicial fue de 502.57 gr (ver tabla 5.3.3); si un pipián tiene un valor unitario de C\$ 3.00, por la compra de 5,000 pipianes se invierten C\$ 15,000. Por ser una compra en magnitudes grandes se logra una rebaja del 2%, que equivalen a C\$ 300.00, por lo tanto se invierten un total en compra de pipián C\$ 14,700.

Si de los 5,000 pipianes se obtienen en el proceso 1,158.03 kg de harina; lo que equivale a 2,553.01 lb procesadas y al mercado regional esta se venderá en una presentación de 25 lb, según datos reflejados en la encuesta; esto representa 102.12 sacos de 25 lb, y cuyo precio de venta por libra será de C\$ 8.00, nos dará una cantidad de C\$ 200.00 cada saco de 25 lb (en los C\$ 200.00 ya están incluidos los costos energéticos, operativos y suministros)

Por la venta total de todos los sacos se obtienen, C\$ 20,424.08, que es una cantidad mayor a la compra de 5,000 pipianes que equivale a C\$ 14,700, por lo tanto, se obtiene una ganancia económica de C\$ 5,724.08 por la venta de harina de pipián, haciendo énfasis a que la planta de harina ya está instalada y por lo tanto se dice que el proyecto es rentable.

El costo unitario en kilogramos producido, se obtiene relacionando el dinero invertido por compra de materia prima y otros costos entre los kilogramos de harina producidos, lo que equivale a: Costo de producción de harina = 12.69 C\$/kg de harina.

7.10 Macrolocalización y Microlocalización

➤ Macrolocalización.

La planta estará ubicada en el departamento de Masaya, ya que en este lugar se encuentra ubicada la finca, donde está la materia prima para la producción.

Fig. 11 Mapa departamento de Masaya



Fuente: Pagina Internet Masaya

➤ Microlocalización

La microlocalización es en el municipio del Comején departamento de Masaya, en la finca de la universidad nacional de ingeniería, exactamente en la localidad los Valdivia a 200 metros de la subestación eléctrica.

➤ Ventajas de la Microlocalización

1. Subestación eléctrica Benjamín Zeledón a 200 mts, se necesitan 575 Voltios para los motores eléctricos.
2. Nivel del agua en el manto acuífero 100 pies de profundidad.
3. Cascote de 4 pulgadas para traficar una cisterna de alta capacidad.
4. Ubicada en una zona altamente poblada y donde existe mucha demanda de harina, ya que se produce pan y reposterías.

8 CONCLUSIONES

- Se realizó la estructuración tecnológica de una planta procesadora de harina a partir de pipián.
- Se caracterizó la materia prima, y se realizó una prueba organoléptica con una muestra de personas involucradas en el negocio de la harina en el departamento de Masaya, dando como resultado aceptabilidad a esta harina.
- Se determinó volúmenes de producción y esquemas operativos y diseño de equipos para el proceso idóneo de esta harina.
- Se realizó un estudio de mercado generalizado para la aceptación de la harina de pipián tomando un 63% de aceptación.

Conclusión de forma general : Que el proceso en su totalidad de fabricación de harina a partir de pipián, tendría como impacto reducir las pérdidas de este producto cuando no se tengan los medios necesarios para poder sacar la producción, estamos claros que una forma de poder lograr esto, es estudiar y analizar esta pequeña propuesta plasmada en este documento; de esta forma estaríamos contribuyendo con el desarrollo local de este municipio y estaríamos abriendo el camino profesional de muchos jóvenes al poder realizarse este proyecto. Por otro punto se justifica la inversión de esta planta puesto que entre muchos agricultores se puede conseguir una ayuda de una ONG, que muchas veces toman proyectos para mejorar la calidad de vida de muchas personas y posteriormente retribuirle a esta su inversión.

9. RECOMENDACIONES.

En el trabajo monográfico elaborado se hace la denotación al hecho de la producción de harina a partir de pipián desde la óptica de Planta, es decir su proceso tecnológico.

Se recomienda la elaboración de una nueva monografía para evaluar sistemáticamente la proporción de mezclado con respecto a otro tipo de harina para incurrir en un ahorro proporcional. De las harinas panificables o de uso secundario como suplemento alimenticio.

9 BIBLIOGRAFIA

Libros y Documentos

1. **Banco Central de Nicaragua.**
2002. Manual cultivo del pipián. Cuenta Reto del Milenio
2. **Donald Kern.**
1979. Procesos de Transferencia de Calor. Editorial CECSA. México
3. **G. Reklaitis.**
1989. Balances de Materia y Energía. Editorial McGraw Hill 2da edición.
México
4. **Helen Charley.**
1999. Tecnología de Alimentos, Procesos Químicos y Físicos en la preparación de Alimentos. Editorial LIMUSA. Balderas. México.
5. **José Antonio Valiente.**
1989. Problemas de Flujo de Fluidos. Limusa 2da edición. México
6. **Julio Rosabal.**
1989. Hidrodinámica y Separaciones Mecánicas. Ediciones ENPES. La Habana

Paginas Internet

1. www.elprisma.com/
2. www.tema-trisa.es/molinos.shtml
3. <http://www.monisa.com/>

Tesis Consultadas. (P.I.D.T.)

1. Secador de bandeja para secar Madera # 51
2. Secador de frutas Deshidratadas # 72.

APENDICE

Encuesta (Preguntas de Estudio)

1. ¿Usted utiliza harina?

- Si
- No

2. ¿Qué tipo de harina utiliza?

- Trigo
- Maíz
- Yuca
- Otra

3. ¿Con que fines la utiliza?

- Elaboración de pan
- Como aditivo en sus comidas
- Otros

4. ¿Cuánto compra de harina?

- 1 libra
- 2 libras
- 25 libras
- 100 libras
- 50 libras

5. ¿Con que frecuencia la compra?

- Diario
- Cada 3 días
- Cada 5 días
- Cada semana
- Cada 15 días
- Mensual

6. ¿A que precio la compra?

- C\$ 750 el saco de 100 libras
- C\$ 800 el saco de 100 libras
- C\$ 900 el saco de 100 libras

7. ¿Dónde generalmente compra harina?

- Distribuidora
- Supermercados
- Mercados
- Otros

8. *¿Estaría dispuesto a utilizar harina proveniente del pipián?*

- Si
- No

9. *¿Si fuera su respuesta Si donde le gustaría encontrarla?*

- Mercado
- Supermercado
- Distribuidora

10. *¿En qué Presentación le gustaría encontrarla?*

- 1 libra
- 10 libras
- 25 libras
- 50 libras
- 100 libras

11. *¿A que precio le gustaría encontrarla?*

- C\$ 100
- C\$ 200
- C\$300
- Más

Tabla A. Densidad del agua a diferentes temperaturas.

654

Apéndice II. Densidad del agua.

T °C	ρ kg/l	T °C	ρ kg/l
0	0.99987	33	0.99473
1	0.99993	34	0.99440
2	0.99997	35	0.99406
3	0.99999	36	0.99371
4	1.00000	37	0.99336
5	0.99999	38	0.99300
6	0.99997	39	0.99263
7	0.99993	40	0.99225
8	0.99988	41	0.99187
9	0.99981	42	0.99147
10	0.99973	43	0.99107
11	0.99963	44	0.99066
12	0.99952	45	0.99025
13	0.99940	46	0.98982
14	0.99927	47	0.98940
15	0.99913	48	0.98896
16	0.99897	49	0.98852
17	0.99880	50	0.98807
18	0.99862	51	0.98762
19	0.99843	52	0.98715
20	0.99823	53	0.98669
21	0.99802	54	0.98621
22	0.99780	55	0.98573
23	0.99757	60	0.98324
24	0.99733	65	0.98059
25	0.99708	70	0.97781
26	0.99682	75	0.97489
27	0.99655	80	0.97183
28	0.99627	85	0.96865
29	0.99598	90	0.96534
30	0.99568	95	0.96192
31	0.99537	100	0.95838
32	0.99506		

Tabla B. Viscosidad del agua líquida a diferentes temperaturas.

APÉNDICES 677

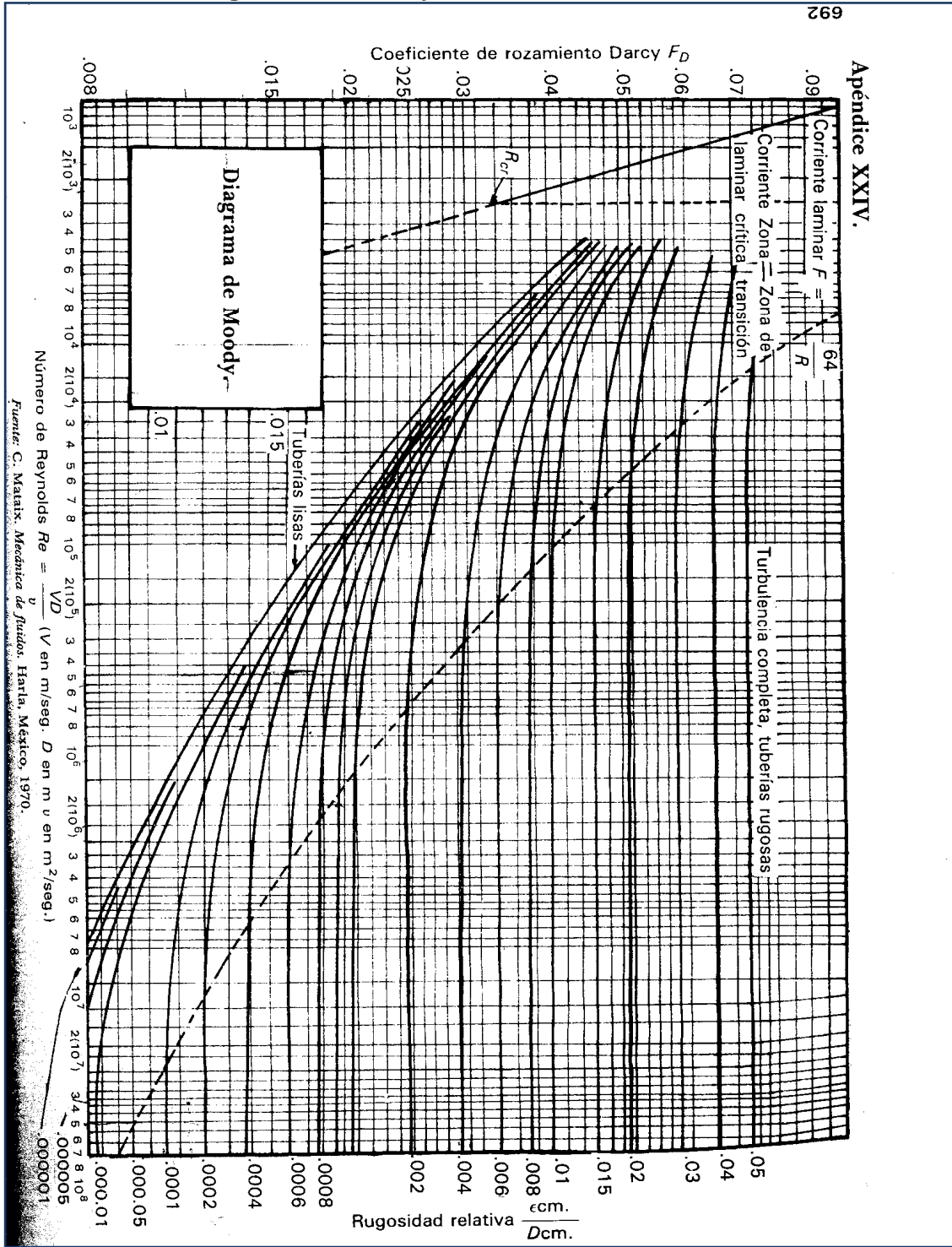
Apéndice XIV. Viscosidades del agua líquida.

<i>Temperatura °C</i>	<i>Viscosidad en Cp</i>	<i>Temperatura °C</i>	<i>Viscosidad en Cp</i>	<i>Temperatura °C</i>	<i>Viscosidad en Cp</i>
0	1.792	33	0.7523	67	0.4233
1	1.731	34	0.7371	68	0.4174
2	1.673	35	0.7225	69	0.4117
3	1.619	36	0.7085	70	0.4061
4	1.567	37	0.6947	71	0.4006
5	1.519	38	0.6814	72	0.3952
6	1.473	39	0.6685	73	0.3900
7	1.428	40	0.6560	74	0.3849
8	1.386	41	0.6439	75	0.3799
9	1.346	42	0.6321	76	0.3750
10	1.308	43	0.6207	77	0.3702
11	1.271	44	0.6097	78	0.3655
12	1.236	45	0.5988	79	0.3610
13	1.203	46	0.5883	80	0.3565
14	1.171	47	0.5782	81	0.3521
15	1.140	48	0.5683	82	0.3478
16	1.111	49	0.5588	83	0.3436
17	1.083	50	0.5494	84	0.3395
18	1.056	51	0.5404	85	0.3355
19	1.030	52	0.5315	86	0.3315
20	1.005	53	0.5229	87	0.3276
20.2	1.000	54	0.5146	88	0.3239
21	0.9810	55	0.5064	89	0.3203
22	0.9579	56	0.4985	90	0.3165
23	0.9358	57	0.4907	91	0.3130
24	0.9142	58	0.4832	92	0.3095
25	0.8937	59	0.4759	93	0.3060
26	0.8737	60	0.4688	94	0.3027
27	0.8545	61	0.4618	95	0.2994
28	0.8360	62	0.4550	96	0.2962
29	0.8180	63	0.4483	97	0.2930
30	0.8007	64	0.4418	98	0.2899
31	0.7840	65	0.4355	99	0.2868
32	0.7679	66	0.4293	100	0.2838

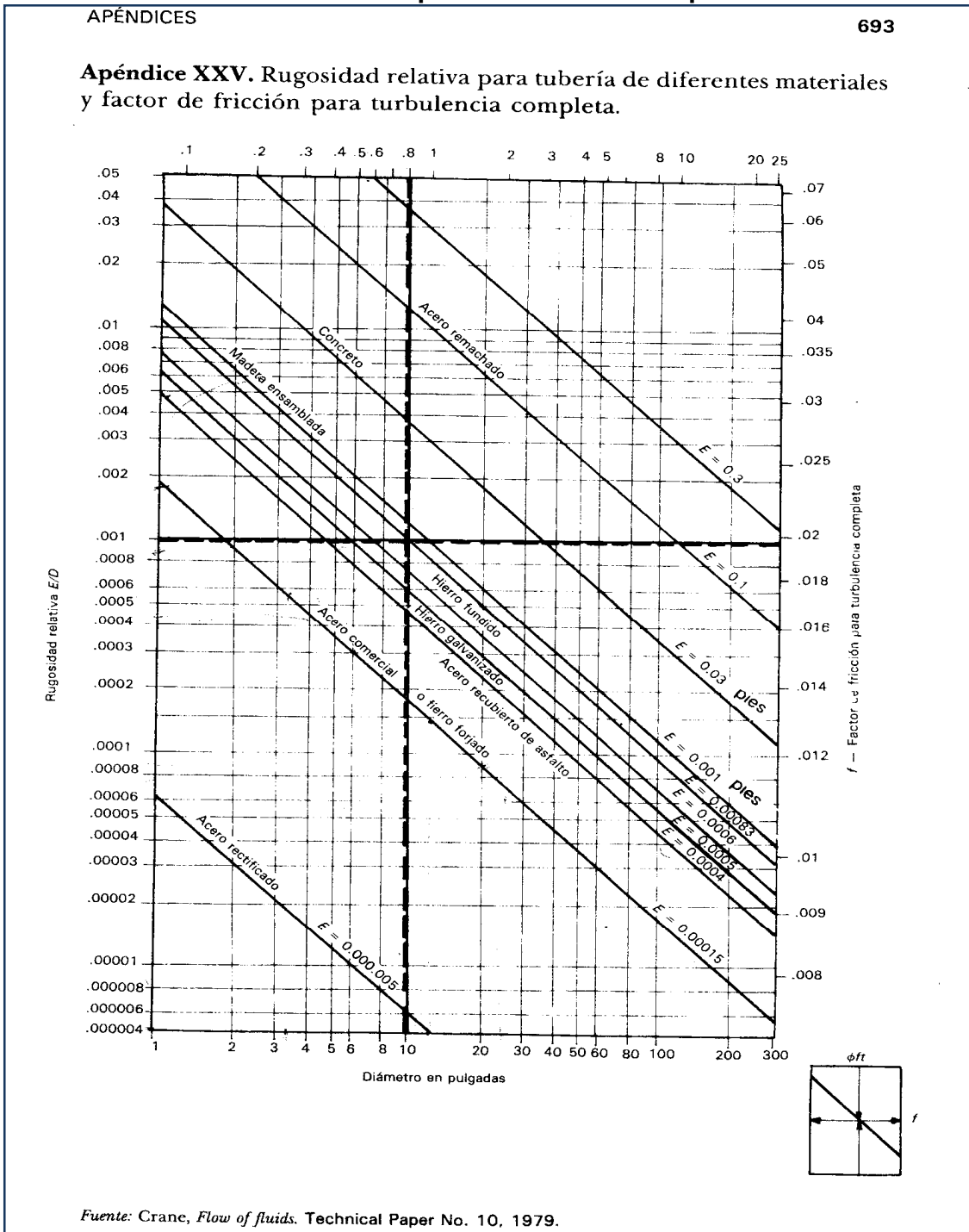
Tabla C. Dimensiones de tuberías de acero normalizadas.

700		APÉNDICES		
Apéndice XXXI. Dimensiones de tuberías de acero normalizadas.				
<i>Diámetro nominal (pulgadas)</i>	<i>Diámetro exterior (cm)</i>	<i>Diámetro interior (cm)</i>	<i>Espesor de pared (cm)</i>	<i>Número de catálogo</i>
1/8	1.029	0.683	0.173	40
1/8	1.029	0.546	0.241	80
1/4	1.372	0.925	0.224	40
1/4	1.372	0.767	0.302	80
3/8	1.715	1.252	0.231	40
3/8	1.715	1.074	0.320	80
1/2	2.134	1.580	0.277	40
1/2	2.134	1.387	0.373	80
3/4	2.667	2.093	0.287	40
3/4	2.667	1.885	0.391	80
1	3.340	2.664	0.338	40
1	3.340	2.431	0.455	80
1 1/4	4.216	3.505	0.356	40
1 1/4	4.216	3.246	0.485	80
1 1/2	4.826	4.089	0.368	40
1 1/2	4.826	3.810	0.508	80
2	6.033	5.250	0.391	40
2	6.033	4.925	0.554	80
2 1/2	7.303	6.271	0.516	40
2 1/2	7.303	5.900	0.701	80
3	8.890	7.793	0.549	40
3	8.890	7.366	0.762	80
3 1/2	10.16	9.012	0.574	40
3 1/2	10.16	8.545	0.808	80
4	11.43	10.226	0.602	40
4	11.43	9.718	0.856	80
5	14.13	12.819	0.655	40
5	14.13	12.225	0.953	80
6	16.83	15.405	0.711	40
6	16.83	14.633	1.097	80
8	21.91	20.272	0.818	40
8	21.91	19.368	1.270	80
10	27.31	25.451	0.927	40
10	27.31	24.287	1.509	80
12	32.39	30.323	1.031	40
12	32.39	28.890	1.748	80

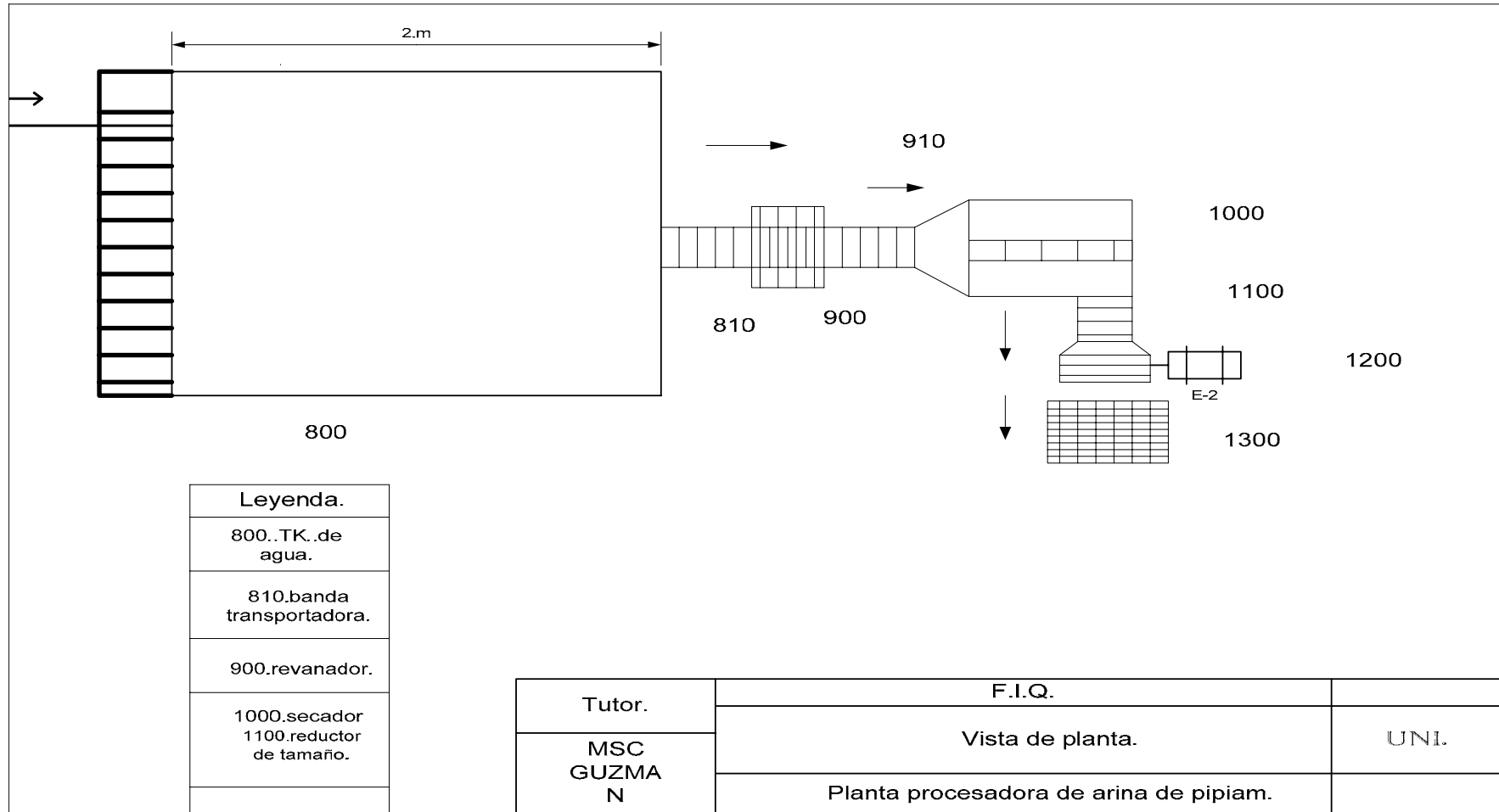
GRAFICA A Diagrama de Moody.



GRAFICA B Rugosidad relativa para tubería de diferentes materiales y factor de fricción para turbulencia completa.



Plano 1. Vista de Planta



Plano 2. Diagrama de Flujo de Proceso.

