



**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO**

**FACULTAD DE CIENCIAS**

**ESCUELA DE INGENIERÍA QUÍMICA**

**“DISEÑO DE UN PROCESO PARA LA OBTENCION DE UN CAMELO  
DIETÉTICO A PARTIR DE LA JÍCAMA (*Smallanthus sonchifolia*)”**

**TESIS DE GRADO**

**Previo a la Obtención del Título de:**

**INGENIERO QUÍMICO**

**AUTOR: MÉNTOR ABELARDO ORTIZ YANEZ**

**TUTOR: ING. MARIO VILLACRES**

**RIOBAMBA - ECUADOR**

**2014**

## **AGRADECIMIENTO**

A Dios por su inmensa generosidad, por ayudarme a culminar con éxito mi carrera.

A la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, a todos los profesores de la Facultad de Ciencias en especial a mi querida Escuela de Ingeniería Química quienes me impartieron sus conocimientos durante mi vida estudiantil.

Al Instituto Autónomo Nacional de Investigaciones Agropecuarias INIAP, en especial al Departamento de Nutrición y Calidad de la Estación Experimental Santa Catalina.

Y mi eterna gratitud y sincero agradecimiento a la Ing. Elena Villacres, MSc. Directora Departamento de Nutrición y Calidad de la Estación Experimental Santa Catalina del INIAP, por su valiosa colaboración durante el desarrollo y culminación de la presente investigación.

A la Ing. Mario Villacres, Director de Tesis, por su asesoría, valiosa colaboración y por todas las sugerencias proporcionadas que me sirvieron de gran ayuda para la culminación de la tesis.

Al Ing. Hugo Calderón, Colaborador de Tesis, por su aporte y valiosas sugerencias, que fueron muy útiles para concluir con el presente trabajo.

A mis padres por su cariño, esfuerzo y sacrificio, por la confianza depositada en mí.

A mis hermanos en especial a Daisy por ayudarme a sobrellevar mis inconvenientes y por sus acertados consejos.

A mi familia política por acogerme como un hijo mas, por darme sabios consejos y apoyo incondicional.

A mi esposa Magali y a mi hija María Salomé las mujeres más importantes en mi vida y razón de ser, gracias mi amor por su comprensión, cariño y sobre todo por su apoyo incondicional quien siempre estuvo conmigo apoyándome sobre todo en los momentos más difíciles de mi vida.

## DEDICATORIA

*A Dios por ser la luz que guía mis pasos.*

*A mis padres por inculcarme sabios consejos y ánimos para salir siempre adelante.*

*A mi esposa por su amor, comprensión y apoyo incondicional.*

*A mi hija María Salomé, el regalo más grande que Dios me pudo dar.*

*Mentor O.*

---

**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO**

**FACULTAD DE CIENCIAS**

**ESCUELA DE INGENIERIA QUIMICA**

El tribunal de tesis certifica que: El trabajo de investigación “**DISEÑO DE UN PROCESO PARA LA PRODUCCIÓN DE UN CAMELO DIETÉTICO A PARTIR DE LA JÍCAMA (*Smallanthus sonchifolia*)**”, de responsabilidad del señor Mentor Abelardo Ortiz Yáñez ha sido prolijamente revisado por los Miembros del Tribunal de Tesis, quedando autorizado su presentación.

NOMBRE	FIRMA	FECHA
Ing. Cesar Avalos		
<b>DECANO DE LA</b>	_____	_____
<b>FACULTAD DE CIENCIAS</b>		
Ing. Mario Villacres A.		
<b>DIRECTOR DE LA ESCUELA</b>	_____	_____
<b>INGENIERÍA QUÍMICA</b>		
Ing. Mario Villacres A.		
<b>DIRECTOR DE TESIS</b>	_____	_____
Ing. Hugo Calderón.		
<b>MIEMBRO DEL TRIBUNAL</b>	_____	_____
<b>DIRECTOR CENTRO</b>		
<b>DOCUMENTACIÓN</b>	_____	_____

**Nota de Tesis Escrita** .....

## HOJA DE RESPONSABILIDAD

*“Yo, MENTOR ABELARDO ORTIZ YÁNEZ, soy responsables de las ideas y resultados expuestos en esta Tesis y patrimonio intelectual de la Memoria de Grado pertenece a la ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO”*

---

Mentor Ortiz Yáñez

## INDICE GENERAL

PORTADA	
AGRADECIMIENTO.....	ii
DEDICATORIA.....	iii
HOJA DE RESPONSABILIDAD.....	v
ABREVIATURAS.....	xiii
INDICE DE FIGURAS .....	xix
INDICE DE ECUACIONES.....	xx
RESUMEN .....	xxiv
SUMARY .....	xxv
INTRODUCCION .....	- 1 -
OBJETIVOS .....	- 5 -
GENERAL.....	- 5 -
ESPECIFICOS .....	- 5 -
CAPITULO I .....	- 6 -
MARCO TEÓRICO.....	- 6 -
1.1 JÍCAMA.....	- 7 -
1.1.1 GENERALIDADES .....	- 7 -
1.1.2 CLASIFICACIÓN BOTÁNICA DE LA JÍCAMA.....	- 8 -
1.1.3 NOMBRES COMUNES .....	- 8 -
1.1.4 DESCRIPCIÓN BOTÁNICA.....	- 9 -
1.1.5 CULTIVO .....	- 11 -
1.1.6 REQUERIMIENTOS MEDIO AMBIENTALES .....	- 11 -

1.1.7 COSECHA Y MANEJO POST-COSECHA .....	- 12 -
1.1.8 RENDIMIENTO.....	- 13 -
1.1.9 VENTAJAS Y DESVENTAJAS DEL CULTIVO DE LA JÍCAMA DESDE EL PUNTO DE VISTA AGRICOLA .....	- 13 -
1.2 COMPOSICIÓN QUÍMICA PROXIMAL .....	- 13 -
1.2.1 PROPIEDADES Y USOS DE LA PLANTA .....	- 16 -
1.3 LOS FRUCTANOS.....	- 17 -
1.4 ACTIVIDAD BIOLÓGICA DE LOS FRUCTOOLIGOSACÁRIDOS .....	- 18 -
1.4.1 MEJORA DE LA MICROFLORA INTESTINAL .....	- 19 -
1.4.2 EFECTO ANTIESTREÑIMIENTO.....	- 20 -
1.4.3 CARÁCTER ANTICARIOGENÉTICO .....	- 20 -
1.4.4 REDUCCIÓN DEL COLESTEROL EN SUERO .....	- 20 -
1.4.4.1 COLESTEROL.....	- 20 -
1.5 LOS FRUCTOOLIGOSACÁRIDOS Y SU ACCIÓN HIPOGLICEMIANTE-	22
-	
1.5.1 DIABETES .....	- 22 -
1.5.2 CLASIFICACIÓN DE LA DIABETES .....	- 24 -
1.5.3 CAUSAS DE LA DIABETES .....	- 25 -
1.5.4 SIGNOS Y SÍNTOMAS.....	- 25 -
1.5.5 LA JÍCAMA Y SU ACCIÓN MEDICINAL SOBRE LA DIABETES .....	- 26 -
1.6 CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y QUÍMICAS DE LA JÍCAMA .....	- 26 -
1.7 CARAMELO.....	- 31 -
1.7.1 HISTORIA.....	- 32 -
1.7.2 TIPOS .....	- 32 -

1.7.3 FABRICACION .....	- 32 -
1.7.4 DIAGRAMA DE FLUJO DE CAMELOS .....	- 34 -
1.7.5 DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE ELABORACION DE CAMELOS .....	- 35 -
1.8 CUARTO FRIO Y EQUIPOS UTILIZADOS EN LA ELABORACION DE CAMELOS .....	- 36 -
1.8.1 CUARTO FRIO .....	- 36 -
1.8.2 BANDAS TRANSPORTADORAS.....	- 36 -
1.8.3 PELADORA .....	- 37 -
1.8.4 TANQUE DE TRATAMIENTO QUIMICO.....	- 39 -
1.8.5 EXTRACTOR DE JUGO.....	- 40 -
1.8.6 MARMITAS U OLLAS DE PRESIÓN.....	- 42 -
1.8.6.1FUNCIONAMIENTO .....	- 42 -
1.8.6.2 TIPOS DE MARMITAS .....	- 44 -
1.8.7 MOLDES.....	- 48 -
1.8.8 DESMOLDEADO.....	- 48 -
1.8.9 MAQUINA EMPACADORA DE CAMELOS .....	- 49 -
CAPITULO II .....	- 51 -
PARTE EXPERIMENTAL.....	- 51 -
2.1 MATERIALES Y EQUIPOS UTILIZADOS.....	- 52 -
2.1.1 MATERIA PRIMA .....	- 52 -
2.1.2 MATERIALES EXPERIMENTALES.....	- 53 -
2.2 MÉTODOS UTILIZADOS PARA CARACTERIZAR A LA MATERIA PRIMA DEL CAMELO.....	- 54 -



2.2.1 OBTENCION Y CARACTERIZACION DE LA JÍCAMA Y SU JUGO	- 54
-	
2.2.1.1 Determinación del rendimiento del jugo de jícama	- 54 -
2.2.1.2 Evaluación del contenido de sólidos solubles en el jarabe de la Jícama	- 55 -
2.2.1.3 Determinación de la viscosidad aparente	- 55 -
2.2.1.4 Determinación instrumental del color	- 56 -
2.2.1.5 Determinación de pH	- 57 -
2.2.1.6 Determinación de la acidez	- 57 -
2.2.2 OBTENCION Y CARACTERIZACION DEL JUGO CONCENTRADO DE JICAMA	- 59 -
2.2.2.1 Determinación de rendimiento del jugo concentrado de jícama	- 59 -
2.2.2.2 Evaluación del contenido de sólidos solubles en el jugo de la Jícama	- 59 -
2.2.2.3 Determinación de la viscosidad aparente	- 59 -
2.2.2.4 Determinación instrumental del color	- 60 -
2.2.2.5 Determinación de pH	- 60 -
2.2.2.6 Determinación de la acidez	- 60 -
2.2.3 COMPARACION DE LOS SOLIDOS SOLUBLES (° BRIX) EN LOS JARABES COMERCIALES (MAIZ Y CAÑA)	- 61 -
2.2.4 FORMULACION DEL CAMELO DE JICAMA	- 61 -
2.2.5 CARACTERIZACION DEL CAMELO DE JICAMA	- 63 -
2.2.5.2 Evaluación del contenido de sólidos solubles en el caramelo	- 63 -
2.2.5.3 Determinación instrumental del color	- 63 -

2.2.5.4 Determinación de pH .....	- 63 -
2.2.5.5 Determinación de la acidez.....	- 64 -
2.3 DATOS PARA EL DISEÑO DEL PROCESO .....	- 66 -
2.3.1 DATOS DE CARACTERIZACION DE MATERIA PRIMA .....	- 66 -
2.3.2 DATOS ADICIONALES .....	- 67 -
CAPITULO III .....	- 70 -
CALCULOS Y RESULTADOS .....	- 70 -
3.1 CALCULOS DE LA CARACTERIZACION DEL CARAMELO DE JICAMA-	71
-	-
3.2 DISEÑO DE UN PROCESODE INGENIERIA.....	- 76 -
3.2.1 CUARTO FRIO (ALMACENAMIENTO) .....	- 76 -
3.2.2 LAVADO .....	- 76 -
3.2.3 BANDAS TRANSPORTADORAS.....	- 76 -
3.2.4 PELADORA .....	- 77 -
3.2.5 TRATAMIENTO QUIMICO .....	- 77 -
3.2.6 EXTRACTOR DE JUGO.....	- 77 -
3.2.7 MARMITA .....	- 77 -
3.2.8 MOLDEADO .....	- 78 -
3.2.9 DESMOLDEADO.....	- 78 -
3.2.10 EMPACADO .....	- 78 -
3.2.11 ALMACENAMIENTO .....	- 79 -
3.2.12 ECUACIONES DECÁLCULO PARA EL DISEÑO DE UN PROCESO PARA LA PRODUCCION DE UN CARAMELO DIETETICO A PARTIR DE LA JÍCAMA .....	- 80 -

3.2.13	CALCULOS DE DISEÑO PARA LA PRODUCCION DE UN CAMELO DIETETICO A PARTIR DE LA JÍCAMA.....	98 -
3.3	RESULTADOS.....	115 -
3.3.1	CARACTERIZACION DEL CAMELO DE JICAMA .....	115 -
3.3.2	RESULTADOS DEL DIMENSIONAMIENTO DE LOS EQUIPOS...	116 -
3.3.3	AREA NECESARIA PARA LA IMPLEMENTACION DE LA PLANTA-	117
-		
3.4	PRESUPUESTO DE LOS COSTOS DE IMPLEMENTACION DE LA PLANTA ELABORADORA DE CAMELOS DIETETICOS A PARTIR DE LA JÍCAMA.....	118 -
3.4.1	COSTOS DE EQUIPOS PARA LA ELABORACION DE CAMELOS .	119 -
3.4.2	COSTO DE TERRENO.....	120 -
3.4.3	COSTO DE MANO DE OBRA PARA LA CONSTRUCCION .....	120 -
3.4.4	COSTO DE MATERIALES PARA LA CONSTRUCCION .....	121 -
3.4.5	COSTOS QUE REPRESENTA LA CONSTRUCCIÓN E IMPLEMENTACION DE PLANTA ELABORADORA DE CAMELO DIETÉTICO A PARTIR DE LA JÍCAMA.....	122 -
3.5	ANALISIS DE RESULTADOS.....	122 -
CAPITULO IV.....		123 -
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....		123 -
4.1	CONCLUSIONES .....	124 -
4.2	RECOMENDACIONES .....	124 -
BBLIOGRAFIA .....		125 -
ANEXOS .....		127 -



## ABREVIATURAS

INIAP	Instituto Nacional De Investigación Agropecuario
FUNDACYT	Fundación de Ciencia y la Tecnología
DENAREF	Departamento de Recursos Filogenéticos
ECU	Ecuador
ms.n.m.	Metros sobre el nivel del mar
ppm	Partes por millón
g	Gramos
Kg	Kilogramos
m	Metros
cm	Centímetros
°C	Grados centígrados
dl	Decilitro
mg	Miligramos

ml	Militros
AOAC	Association of Official Analytical Chemistry
ELN	ExtractoLibre de Nitrógeno
Cp	Centipoises
°Brix	Sólidos totales
J	Jícama cosechada
C	Cascara
JP	Jícama pelada
VTI	Volumen del tanque acero inoxidable
l	Largo
a	Ancho
h	Altura
A	Ácido Ascórbico
C	Ácido Cítrico

MB	Metabisulfito de sodio
W	Agua
JPT	Jícama pelada y tratada químicamente
JJ	Jugo de jícama
R	Residuo
r	Radio de la marmita
$\emptyset_i$	Diámetro interno
V	Volumen
Lb	Longitud del brazo
$E_r$	Espesor del rodete
$\emptyset_r$	Diámetro del rodete
$X_j$	Distancia entre rejillas
N	Velocidad de rotación

$p$	Densidad
$\mu$	Viscosidad
Npo	Numero de potencia obtenida
gc	Factor gravitacional
C	Jugo de jícama concentrado
K	Coefficiente de transmisión térmica del materia
$\Delta T$	Gradiente de temperatura
Q	Flujo de calor
Vc	Volumen del caramelo
VP	Volumen de la plancha de silicona
P	Numero de planchas de silicona



## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.1.2.1 Clasificación Botánica de la Jícama .....	8
Tabla 1.2.1 Composición química proximal de la raíz de Jícama.....	13
Tabla 1.2.2 Contenido de minerales de la raíz de Jícama .....	14
Tabla 1.2.3 Contenido de carbohidratos de la raíz de Jícama .....	14
Tabla 1.2.4 Contenido de vitaminas de la raíz de Jícama.....	15
Tabla 1.2.5 Contenido de aminoácidos de la raíz de Jícama .....	15
Tabla 1.8.2 Características técnicas de las bandas transportadoras .....	37
Tabla 1.8.3 Especificaciones Técnicas de una maquina peladora por abrasión ...	38
Tabla 1.8.4 Características técnicas del tanque para el Tratamiento Químico.....	40
Tabla 1.8.5 Especificaciones Técnicas de un extractor de jugo.....	41
Tabla 1.8.9 Especificaciones Técnicas de la maquina empacadora de caramelos .....	50
Tabla 2.1.1 las características físicas y químicas de la materia prima.....	52
Tabla 2.2.3 Contenido de sólidos solubles (° Brix) en jarabes comerciales.....	61
Tabla 2.2.4.1 Ensayo 1 .....	61
Tabla 2.2.4.2 Ensayo 2 .....	62
Tabla 2.2.4.3 Ensayo 3 .....	62
Tabla 2.2.4.4 Ensayo 4 .....	62
Tabla 2.3.1.1 Caracterización de la jícama y su jugo .....	66
Tabla 2.3.1.2 Jugo concentrado de jícama .....	67
Tabla 2.3.2.1 Datos utilizados para realización de ensayo .....	67
Tabla 2.3.2.2 Densidad del jugo de Jícama .....	68

Tabla 2.3.2.3 Conductividad térmica para el flujo del metal de la marmita .....	68
Tabla 2.3.2.4 Calor generada por un caldero .....	68
Tabla 2.3.2.5 Velocidad de rotación para líquidos semi-viscosos .....	69
Tabla 2.3.2.6 Datos del caramelo.....	65
Tabla 3.1.13.6.5.1 Agitador tipo rejilla de palas planas inclinadas .....	86
Tabla 3.1.13.6.2 Dimensiones de los Sistemas de Agitación .....	87
Tabla 3.2.1 Análisis de los Caramelos de Jícama.....	115
Tabla 3.2.2 Características de los equipos .....	116
Tabla 3.2.3 Dimensiones necesarias para la implementación de la Planta.....	117
Tabla 3.3.1 Costo de equipos.....	119
Tabla 3.3.2 Costo de adquisición del terreno .....	120
Tabla 3.3.3 Mano de obra .....	121
Tabla 3.3.4 Material de Construcción.....	121
Tabla 3.3.5 Costos de la implementación de la Planta.....	122

## INDICE DE FIGURAS

Figura: I Jícama .....	7
Figuras: II y III. Epidermis inferior de la hoja de jícama vista al microscopio electrónico de Barrido. ....	9
Figura IV: Aspectos Morfológicos de la Jícama.....	11
Figura: V Estructura de los fructanos .....	16
Figura VI: Estructura del Colesterol.....	20
Figura VII: Ateroesclerosis .....	22
Figura VIII: Funciones de la Insulina .....	23
Figura IX: Regulación de los niveles de glucosa en el organismo.....	24
Figura: X Banda transportadora .....	37
Figura: XI Maquina peladora de Jícama.....	39
Figura: XII Tanque de Acero inoxidable para el Tratamiento Químico .....	40
Figura: XIII Extractor de jugo.....	46
Figura: XIV Marmita de acero inoxidable con agitación .....	47
Figura: XVI Moldes de silicona para caramelos .....	48
Figura: XVII Maquina empacadora de caramelos .....	49
Figura: XVIII Curva de calibración para azúcares totales.....	73
Figura: XVIII Curva de calibración para azúcares reductores .....	74

## INDICE DE ECUACIONES

3.1.13.1 CUARTO DE ALMACENAMIENTO FRIO.....	78
3.1.13.2 TANQUE DE LAVADO.....	78
3.1.13.3 EQUIPO DE PELADO.....	79
3.1.13.3.1 BALANCE DE MASA.....	79
3.1.13.4 TANQUE DE TRATAMIENTO QUIMICO.....	80
3.1.13.4.1 BALANCE DE MASA.....	80
3.1.13.5 EXTRACION DEL JUGO DE JICAMA.....	81
3.1.13.5.1 BALANCE DE MASA.....	81
3.1.13.6 MARMITA.....	81
3.1.13.6.1 VOLUMEN DE LA MARMITA.....	82
3.1.13.6.2 VOLUMEN TOTAL DEL TANQUE.....	82
3.1.13.6.3 DIAMETRO DE LA MARMITA.....	82
3.1.13.6.3.1 CALCULO DEL RADIO DE LA MARMITA.....	82
3.1.13.6.4 ALTURA DEL TANQUE.....	83
3.1.13.6.5 SISTEMA DE AGITACION TIPO REJILLA DE PALAS PLANAS INCLINADAS.....	83
3.1.13.6.5.1 LONGITUD DEL BRAZO.....	85
3.1.13.6.5.2 ESPESOR DEL AGITADOR.....	86
3.1.13.6.5.3 DIAMETRO DEL RODETE.....	86
3.1.13.6.5.4.1.13.6.5.4 DISTANCA ENTRE EL FONDO DEL TANQUE Y EL RODETE .....	86
3.1.13.6.5.5 ALTO DE LA PALETA.....	87

3.1.13.6.5.6 DISTANCIA ENTRE REJILLAS.....	87
3.1.13.6.6 CALCULO DE LA POTENCIA DEL AGITADOR.....	88
3.1.13.6.6.1 CALCULO DEL NUMERO DE REYNOLDS.....	88
3.1.13.6.6.2 CALCULO DE LA POTENCIA DEL AGITADOR.....	89
3.1.13.6.7 BALANCE DE MASA Y ENERGÍA.....	89
3.1.13.6.7.1 BALANCE DE MASA.....	89
3.1.13.6.7.1.1 MASA JUGO DE JÍCAMA.....	90
3.1.13.6.7.1.2 MASA DEL JUGO CONCENTRADO DE JÍCAMA.....	90
3.1.13.6.7.1.3 CALCULO DE LA MASA DE ALIMENTACION.....	90
3.1.13.6.7.1.4 CALCULO DE LA FRACCION MOLAR DE LA ALIMENTACION.....	90
3.1.13.6.7.1.5 CALCULO DE LA FRACCION MOLAR DE JUGO DE JÍCAMA CONCENTRADO.....	90
3.1.13.6.7.1.6 CALCULO DE LA FRACCION MOLAR DE AGUA EVAPORADA.....	90
3.1.13.6.7.1.7 CALCULO DE LA MASA DE AGUA EVAPORADA.....	91
3.1.13.6.7.1.8 BALANCE DE MASA GENERAL.....	91
3.1.13.6.7.1.9 CALCULO DE LA CORRIENTE DE CONCENTRACION.....	91
3.1.13.6.7.2 BALANCE DE ENERGIA.....	91
3.1.13.6.7.2.2 CALCULO DEL FLUJO DE CALOR DEL METAL.....	91
3.1.13.6.7.3 CALCULO DEL GRADIENTE DE TEMPERATURA.....	92
3.1.13.6.7.4 CALCULO DEL AREA DE TRANSFERENCIA DE CALOR.....	92

3.1.13.6.7.5 CALCULO DEL COEFICIENTE GLOBAL DE TRANSFERENCIA DE CALOR.....	92
3.1.13.7 MOLDES.....	93
3.1.13.7.1 CALCULO DEL VOLUMEN DEL CAMELO.....	93
3.1.13.7.2 CALCULO DEL NUMERO DE CAMELO POR HORA.....	94
3.1.13.7.3 CALCULO DEL VOLUMEN DE CAMELO POR HORA.....	94
3.1.13.7.4 CALCULO DE LAS DIMENSIONES DE LAS PLANCHAS DE SILICONA.....	94
3.1.13.7.5 CALCULO DEL NÚMERO DE PLANCHAS DE SILICONA.....	94

## **ANEXOS**

ANEXO I DIAGRAMA DE FLUJO PROPUESTO PARA LA OBTENCION DE UN CAMELO DIETETICO A PARTIR DE LA JÍCAMA

ANEXO II DIAGRAMA PI &PID DEL PROCESO DE ELBORACION DE CAMELO DE JÍCAMA PROPUESTO

ANEXO III DIAGRAMA DEL PROCESO DE ELBORACION DE CAMELO DE JÍCAMA PROPUESTO

ANEXO IV DIAGRAMA DE FLUJO DEL BALANCE DE MASA

ANEXO V AREA DE INVESTIGACIONii

ANEXO VI COSECHA JICAMA

ANEXO VIII EQUIPOS E INSTRUMENTAL

ANEXO VIII ELABORACIÓN DEL CAMELO DIETÉTICO A PARTIR DE LA JÍCAMA

## RESUMEN

Se diseñó un proceso para la obtención de caramelo dietético a partir de la Jícama (*Smallanthus sonchifolia*). Se realizó en el Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria (INIAP), para que la elaboración de caramelo dietético sea dirigido a personas con diabetes o que no les gusta la ingesta de calorías por problemas de sobrepeso.

Estudios realizados sobre la Jícama han determinado que tienen grandes aportes nutricionales y la principal característica se encuentran en sus azúcares, donde se destaca el alto contenido de Fructooligosacaridos (FOS) en su jugo; para la elaboración del caramelo a nivel de laboratorio se desarrolló las siguientes etapas: cosecha de raíces (8 meses), lavado, extracción del jugo, el cual fue tratado químicamente para evitar el pardeamiento enzimático, posteriormente se sometió a cocción para su concentración eliminando el contenido de agua por evaporación, hasta obtener un almíbar con alto contenido de dulzura, se realizaron varios ensayos variado tiempo de cocción, temperatura y los °Brix, una vez seleccionada la mejor formulación se efectuó el análisis del aporte calórico del caramelo dietético así como su rendimiento, grados Brix, color, pH, acidez. Durante las pruebas preliminares se pudo determinar la obtención del caramelo dietético, el cual alcanzó 39,5 g FOS no productores de calorías, generando 79 cal/g de caramelo, como el peso del caramelo es de 4 gramos logrando en total 316 caloría.

Las etapas necesarias para el proceso de elaboración del caramelo dietético son: almacenamiento (cuarto frío), lavado, pelado, tratamiento químico, extracción del jugo, concentrador, moldeado, desmoldeado y empaquetado.

Debido a la gran demanda que tienen los caramelos a nivel nacional e internacional se propone a la Industria Confitera Ecuatoriana, la elaboración de estos caramelos con azúcares naturales no calóricos para ser consumidos por personas con diabetes, siendo dulces pero con la ventaja que no produce calorías.



## SUMMARY

## INTRODUCCION

La Jícama (*Smallanthus sonchifolia*) es una planta originaria de la región andina, pertenece a la familia de las Compuestas. En Ecuador esta especie se cultiva desde los 2100 a los 3000 metros sobre el nivel del mar, a lo largo de la ceja Andina especialmente en Cotopaxi, Tungurahua y Chimborazo. Crece en un amplio rango de suelos, pero se tiene mejores rendimientos en suelos ricos y bien drenados. Es cultivada especialmente por sus raíces tuberosas, las cuales pueden ser comestibles, la planta es una enredadera que crece 4 a 5 m. En su exterior es amarillo, y en su interior es blanco cremoso, de textura quebradiza parecida a la de una papa cruda o de una pera, además su sabor es dulce y almidonado.

En la actualidad esta raíz se encuentra en peligro de extinción debido a la marginación de los cultivos tradicionales, por efecto de la agricultura moderna que favorece los cultivos comerciales y por aspectos socio-culturales que consideran a los cultivos nativos como “alimentos para los indios”. Se le conoce como la fruta de los Andes, muy jugosa y con un sabor parecido al melón.

Se utilizó la línea ECU-1243 proporcionada por el Departamento de Recursos Filogenéticos (DENAREF), la misma que fue cultivada en la Estación Experimental Santa Catalina ubicada a 3058 m.s.n.m, latitud 00° 22', longitud 78° 33' O, temperatura promedio 15 °C ,estudios anteriores permitieron precisar que los carbohidratos de reserva más significativos de la Jícama son los azúcares. Se identificó que aproximadamente un 50% de los azúcares totales que contiene la Jícama corresponden a los Fructooligosacaridos (FOS), endulzantes no calóricos que pueden ser ingeridos sin temor por los diabéticos y consumidores que buscan restringir el consumo de azúcares. **(1)**

Resulta vital para llevar una vida saludable controlar la ingesta de azúcares, grasas, proteínas, vitaminas, etc. Y no sólo para las personas diabéticas sino también para el resto de personas, con una buena dieta nos ayuda a mantenernos en un peso apropiado combinado con ejercicio diario, nos aportará todos los beneficios para una vida saludables.

La mayoría cree que todos los dulces que tengan calorías deben desterrarse por completo de las dietas indicadas para diabéticos, pero esto no ocurre en la realidad. El azúcar tradicional y otro tipo de edulcorantes no pueden ser considerados enemigos absolutos de las personas con esta dolencia puesto que también deben incluirse en el plan de alimentación. La jícama es un recurso muy promisorio para la dieta y medicina, debido a que constituye una alternativa esperanzadora para los pacientes diabéticos, enfermedad de alta incidencia en el Ecuador. Las estadísticas señalan que 500.000 ecuatorianos mayores de 40 años padecen de diabetes mellitus tipo 2. **(2)**

Para no privarse de los dulces, se presenta este caramelo dietético (sin calorías) a partir de la Jícama, cultivada especialmente por sus raíces tuberosas, las cuales son comestibles. El sabor es dulce y almidonado, este tubérculo contiene de 70 a 75% de agua, vitamina C, calcio, fósforo, potasio, hierro, así como trazas de proteína y de lípidos. Su sabor dulce proviene de la oligofructosa inulina (carbohidrato que por cocción se convierte en fructosa, también denominado fructooligosacarina), que no lo metaboliza el organismo humano.

Debido a la gran demanda que tiene el caramelo en todas las edades y nivel social, surge la idea de realizar un proceso para producir este caramelo diabético, con esto se ganará un producto comercial y dulce sin que este genere calorías que evitarán el desarrollo de diabetes, la obesidad y enfermedades cardiovasculares.**(1)**

## ANTECEDENTES

En el Ecuador no se existe una Industrialización de la Jícama, no ha tenido trascendencia por su falta de conocimiento de su poder nutricional y por no ser un tubérculo comercial. Solo se ha utilizada como tisanas medicinales, jugo dietético y funcional jarabe con alto contenido de FOS. Teniendo solo estudios de carácter investigativo de los valores nutricionales de la hojas, tallo y raíz de este tubérculo.

Una investigación realizada en la Universidad Nacional de Trujillo (España), mencionan que es factible elaborar un suero a partir de los azúcares de la jícama, evitando riesgos de hiperglicemia en pacientes diabéticos, ya que la fructosa desaloja del torrente sanguíneo a la glucosa hacia los tejidos **(3)**.

Actualmente este tubérculo es estudiado y cosechado en la ciudad de Quito específicamente en el INIAP, aquí se realizó las primeras investigaciones fotoquímica, que hablan de la presencia de azúcares fructooligosacaridos los mismos que se busca aplicaciones industriales para fomentar la comercialización y cosecha de la Jícama.

En la provincia de Chimborazo se ha evidencia plantaciones de Jícama en la parroquia de Licto, pero ahí le conocen con el nombre en quichua (yakuma), por su sabor dulce lo preparan cocinándole, pero no tiene información de su valor nutricional para mejorar su utilización y fomentar una mayor cosecha.

## JUSTIFICACION

Hoy en día la principal enfermedad no solo en Ecuador sino a nivel Mundial es la diabetes, la misma que se ha convertido en la enfermedad del siglo XXI ya que la padece la mayoría de la población caracterizada por un aumento de la cantidad de glucosa en la sangre y por la aparición de complicaciones microvasculares.

La Jícama es un tubérculo que tiene muchos valores nutricionales en los que destaca sus azúcares que tienen fructanos, de los cuales corresponden a los azúcares no calóricos o fructooligosacáridos (FOS), consta de unidades de fructosa unidas entre sí, esta unión es la que determina la resistencia de los FOS a la hidrólisis, tanto en el estómago, como en el intestino humano por lo que pasan al colon sin ser degradados.

Por esta propiedad que tiene la Jícama se busca darle una utilización industrial, es así que surge la iniciativa de fabricar un producto que sea comercial y además consumido por las personas de diferentes edades y clases sociales con la seguridad de que no produzca calorías, por lo tanto se tomará como base para el diseño de un proceso para la obtención de un caramelo dietético a los FOS de la Jícama, que no producen calorías haciendo ideal para diabéticos o personas que desean un producto dulce y además libre de generar calorías.

## OBJETIVOS

### GENERAL.

Diseño de un proceso para la obtención de un caramelo dietético a partir de la Jícama (*Smallanthus sonchifolia*)”

### ESPECIFICOS

- ✓ Caracterizar la composición más óptima para tener un mayor rendimiento en fabricación del caramelo dietético.
- ✓ Caracterizar el producto final obtenido a partir los azúcares Fructooligosacáridos presentes en la Jícama.
- ✓ Conocer el proceso de fabricación del caramelo dietético a partir de la Jícama a escala de laboratorio para su posterior dimensionamiento a escala industrial.
- ✓ Determinar las variables más importantes que se deben controlar en la fabricación del caramelo.

# **CAPITULO I**

# **MARCO TEÓRICO**

## 1.1 JÍCAMA

### 1.1.1 GENERALIDADES

Figura: I Jícama



Fuente: Ortiz.M, 2013

#### **LA JÍCAMA (*Smallanthus sonchifolia*)**

La jícama o yacón es una raíz de origen andino, que ha permanecido oculta del mercado urbano por casi 500 años. El género *Smallanthus*, presenta en total 21 especies, todos americanos, que se distribuyen desde el sur de Colombia hasta el noroeste de la Argentina.

Se dice que el primer registro escrito sobre el yacón data de 1615, cuando el cronista mestizo Guamán Poma de Ayala lo incluyó en una lista de 55 cultivos nativos de los Andes. En 1653 el sacerdote y cronista español Bernabé Cobo se refirió a la jícama como “una fruta agradable que se consume fresca, que mejora su sabor si se expone al sol y dura muchos días después de ser cosechada, sin malograrse”. Algunos creen que el término “yacón” es español pero según el diccionario Quichua, yacón proviene del vocablo Ilaqum o yacu, que significa agua, aguachento o insípido. A diferencia de la mayoría de los tubérculos o raíces tuberosas, la jícama no necesita cocción para ser consumida y la forma usual es como producto crudo. **(1)**



## 1.1.2 CLASIFICACIÓN BOTÁNICA DE LA JÍCAMA

Tabla 1.1.2.1 Clasificación Botánica de la Jícama

<b>TRONCO</b>	Eucariotas
<b>DIVISIÓN</b>	Embriofita
<b>SUPERCLASE</b>	Angiospermas
<b>CLASE</b>	Dicotiledóneas
<b>ORDEN</b>	Asterales
<b>FAMILIA</b>	Compuestas
<b>GÉNERO</b>	Smallanthus
<b>ESPECIE</b>	sonchifolia
<b>NOMBRE CIENTÍFICO</b>	Smallanthussonchifolia

Fuente: BALDEON, M. Memorias. Taller de Chocho o Tarwi y los Ácidos Grasos Esenciales. INIAP. CRS.PATH. Canadá. Ecuador, Quito. 2003.

### 1.1.3 NOMBRES COMUNES

Los nombres comunes que presenta la jícama son abundantes por lo que es necesario indicar el nombre de este tubérculo en otros idiomas.

QUICHUA: yacu, yakuma, llaqum,

AYMARA: aricoma, ancona

ESPAÑOL: yacón, jacón, llacón, arboloco, jícama, jiquima, jikima, jiquimilla, puhe

INGLÉS: yacónstrawberry

FRANCÉS: Piore de terre.(2)

#### 1.1.4 DESCRIPCIÓN BOTÁNICA

##### a) Tallos

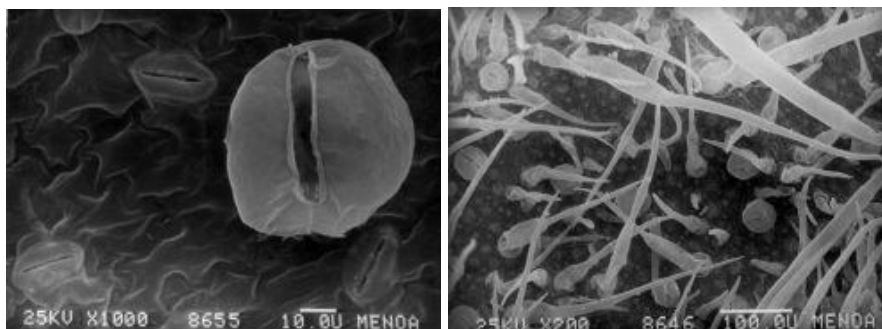
La Jícama es una planta perenne de 1.5 a 3 metros de altura. Los tallos son cilindros subangulares y huecos en la madurez, con algunas ramas. Los tallos son anuales y se secan una vez terminada la floración.

##### b) Hojas

Las hojas de la jícama son verde oscuras y grandes, distribuidas en pares son de forma variable, en la base de los tallos son óvalo-astadas y auriculadas, las superiores son óvalo-lanceoladas; poseen dos sistemas que lo protegen de los depredadores.

Por un lado existe una espesa trama de pelos, que dificultan mecánicamente el acceso a muchos insectos (Figura II) y simultáneamente una elevada densidad de glándulas, probablemente con sesquiterpenos (Figura III), que complementan la acción disuasiva o antagónica. Estos pelos glandulares maduran tempranamente en el desarrollo foliar y se abren liberando su contenido. Con estos recursos las hojas de la jícama son poco atacadas por insectos y probablemente esto ha contribuido para que el cultivo se realice comúnmente sin el empleo de plaguicidas.

**Figuras: II y III. Epidermis inferior de la hoja de jícama vista al microscopio electrónico de Barrido.**



Fuente: <http://www.ciencia-hoy.retina.ar/hoy63/index.htm>

### **c) Flores**

Las flores aparecen en ramos terminales y tienen cinco brácteas verdes, triangulares y agudas; las flores externas están provistas de lígulas largas, de 10 -15 mm de longitud, amarillas o anaranjadas, recortadas en el ápice, mientras que las centrales son tubulares y de unos 8 mm de largo, presentan pistilos y estambres normales, los sépalos inmaduros son púrpuras y van de marrón a negro cuando maduran.

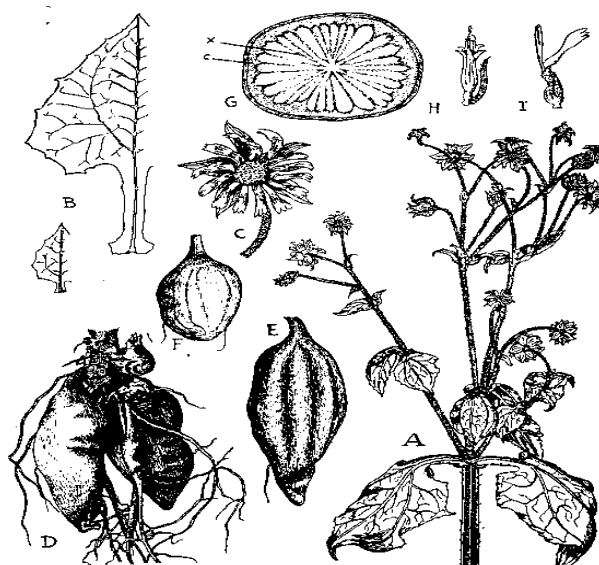
### **d) Tubérculos**

El sistema radicular está compuesto de raíces reservantes y carnosas en número de 4 a 20, que pueden alcanzar hasta un tamaño de 25 cm longitud por 10 cm de diámetro, y un sistema extensivo de delgadas raíces fibrosas.

Las raíces de almacenamiento son principalmente fusiformes, pero a menudo adquieren formas irregulares debido al contacto con piedras del suelo o por la presión de las raíces vecinas. Las raíces tienen una naturaleza adventicia creciendo de un tronco desarrollado y ramificado formado por rizomas cortos y gruesos. Existen diferentes formas hortícolas, tales como la blanca, anaranjada y morada. Dentro de cada uno de las formas hay mayor variabilidad.

Externamente les recubre una capa delgada que se desprende fácilmente con la fricción, internamente la raíz presenta un cuerpo carnoso anaranjado, o transparente: la epidermis se forma de varias capas de células muy comprimidas. Los tejidos corticales están formados por parénquima, llenos de agua, en las capas externas debajo de la epidermis contienen abundante antocianina, que da el color ligeramente púrpura a esos tejidos. Los tubérculos generalmente pesan de 200 a 500 g, pero pueden llegar a pesar 2 Kg. **(3)**

**Figura IV: Aspectos Morfológicos de la Jícama**



Fuente: León, 1964A: ramas florecientes, B: hojas, C: cabeza de la flor, D – F: raíces tuberosas, G: sección transversal de la raíz tuberosa (x: xilema, c: tejidos finos de la corteza), H: nervio de la flor, I: pistilo de la flor.

### **1.1.5 CULTIVO**

La jícama se puede cultivar todo el año, sin embargo se recomienda sembrar al inicio de las precipitaciones pluviales entre los meses de Septiembre y Octubre. Normalmente la jícama se siembra en monocultivo; sin embargo, en lotes donde no hay buena germinación de la semilla, se puede asociar con maíz o maicillo, frijol arbustivo o semiarbustivo y tomate; en un sistema donde ambos cultivos producen sin afectarse por la presencia del otro. En ocasiones se siembra alrededor de otros cultivos.

En cuanto a la distancia de siembra, como promedio se deja unos 70 a 100 cm entre surcos y 60 a 80 cm entre plantas. **(4)**

### **1.1.6 REQUERIMIENTOS MEDIO AMBIENTALES**

#### **a. Temperatura**

El desarrollo óptimo de la jícama ocurre entre 15-25°C. El follaje es capaz de tolerar altas temperaturas sin síntomas de daño: las temperaturas bajas nocturnas parecen ser necesarias para una formación adecuada de las raíces reservantes. Por el contrario las partes aéreas son sensitivas a las heladas.

## **b. Altitud**

La jícama puede desarrollarse desde el nivel del mar hasta 3600 msnm. sin embargo, altitudes medias entre 1500-2000 msnm son mejores para la producción de raíces reservantes, zonas bajas como la costa sería mejor para la producción de semillas (propágulos), pero el rendimiento de raíces es bajo.

## **c. Agua**

La jícama tiene una buena demanda hídrica; se considera óptimo 800 mm de precipitación para su cultivo. Pueden sobrevivir largos periodos de sequía, sin embargo la productividad es significativamente afectada en estas condiciones. Los riegos excesivos pueden afectar las raíces, produciendo rajaduras, la cual afecta la calidad externa y el valor en el mercado, además puede provocar pudriciones en el almacenamiento.

## **d. Suelo**

La jícama se adapta a un rango muy amplio de suelos, pero responde mejor a suelos ricos, moderadamente profundos a profundos sueltos (francos, arenosos), con buena estructura y bien drenados. En suelos pesados el crecimiento es pobre, su pH de preferencia es neutro.

### **1.1.7 COSECHA Y MANEJO POST-COSECHA**

Las raíces alcanzan su madurez entre 6-10 meses, esto depende de la zona donde se cultiva, generalmente en zonas bajas la cosecha se adelanta. Los agricultores mencionan que para saber el momento ideal de la cosecha, se debe observar si la tierra se ha rajado y si hay un amarillamiento de la planta.

La cosecha se realiza en forma manual usando azadón, las raíces deben cosecharse con cuidado porque se rompen fácilmente, luego son separadas del tallo central; esto debe realizarse en forma escalonada ya que sin facilidades de almacenamiento la jícama puede permanecer fresca solo por unos 8 días, en cambio en el campo puede permanecer por varias semanas más, conservando su sabor característico.

Para el consumo las raíces son expuestas al sol por algunos días (3-8 días) para incrementar su nivel de dulzura, a partir de la hidrólisis de los oligofruktanos a azúcares comunes (glucosa, sacarosa, fructosa).

Los tubérculos almacenados en cuartos fríos (4 pc), secos y en oscuridad, mantienen su calidad por varios meses.

### **1.1.8 RENDIMIENTO**

El carácter interesante de la jícama es su alta productividad, algunos reportes disponibles indican un rendimiento que fluctúa desde 28 toneladas a 100 toneladas por hectárea; y 23 unidades por cada raíz.

### **1.1.9 VENTAJAS Y DESVENTAJAS DEL CULTIVO DE LA JÍCAMA DESDE EL PUNTO DE VISTA AGRICOLA**

#### **a. Ventajas**

- ✓ Se adapta a cualquier tipo de suelos
- ✓ No requiere una alta inversión en relación con los rendimientos e ingresos.
- ✓ Controla las malezas
- ✓ Mejora el suelo para el próximo cultivo
- ✓ Casi no tiene problemas de plagas
- ✓ Presenta una buena tolerancia a la sequía

#### **b. Desventajas**

- ✓ No es muy conocida por la población nacional.
- ✓ No es un tubérculo comercial.(3)

### **1.2 COMPOSICIÓN QUÍMICA PROXIMAL**

**Tabla 1.2.1 Composición química proximal de la raíz de Jícama**

<b>PARÁMETRO</b>	<b>(%)</b>
<b>PROTEINA</b>	3.73
<b>EXTRACTO ETÉREO</b>	0.62

<b>HUMEDAD</b>	89.21
<b>CENIZAS</b>	3.73
<b>FIBRA</b>	5.52

Fuente: BALDEON, M. Memorias. Taller de Chocho o Tarwi y los Ácidos Grasos Esenciales.. INIAP. CRS.PATH. Canadá. Ecuador, Quito. 2003.

**Tabla 1.2.2 Contenido de minerales de la raíz de Jícama**

<b>MACROELEMENTOS</b>	<b>%</b>	<b>MICROELEMENTOS</b>	<b>ppm</b>
<b>CALCIO</b>	0.14	<b>COBRE</b>	8.00
<b>MAGNESIO</b>	0.12	<b>HIERRO</b>	87.00
<b>SODIO</b>	0.06	<b>MANGANESO</b>	18.00
<b>POTASIO</b>	1.34	<b>CINC</b>	36.00
<b>FÓSFORO</b>	0.08	<b>YODO</b>	0.013

Fuente: BALDEON, M. Memorias. Taller de Chocho o Tarwi y los Ácidos Grasos Esenciales. INIAP. CRS.PATH. Canadá. Ecuador, Quito. 2003.

A diferencia de otras raíces y tubérculos que almacenan sus carbohidratos en forma de almidón, la jícama los conserva principalmente en forma de fructooligosacaridos (GF2 - GF4) y azúcares tipo Inulina (GF5- GF9).

**Tabla 1.2.3 Contenido de carbohidratos de la raíz de Jícama**

<b>CARBOHIDRATOS</b>	<b>%</b>
<b>CARBOHIDRATOS TOTALES</b>	85.55
<b>ALMIDÓN</b>	0.83
<b>AZÚCARES TOTALES</b>	21.77

<b>INULINA</b>	13.50
<b>AZÚCARES REDUCTORES</b>	12.78

Fuente: BALDEON, M. Memorias. Taller de Chocho o Tarwi y los Ácidos Grasos Esenciales.. INIAP. CRS.PATH. Canadá. Ecuador, Quito. 2003.

**Tabla 1.2.4 Contenido de vitaminas de la raíz de Jícama**

<b>VITAMINAS</b>	mg/g
<b>ÁCIDO ASCÓRBICO</b>	13.00
<b>RETINOL</b>	10.00
<b>CAROTENO</b>	0.08
<b>TIAMINA</b>	0.01
<b>RIBOFLAVINA</b>	0.11
<b>NIACINA</b>	0.33

Fuente: BALDEON, M. Memorias. Taller de Chocho o Tarwi y los Ácidos Grasos Esenciales.. INIAP. CRS.PATH. Canadá. Ecuador, Quito. 2003.

**Tabla 1.2.5 Contenido de aminoácidos de la raíz de Jícama**

<b>AMINOÁCIDO</b>	%
<b>ÁCIDO ASPÁRTICO</b>	0.23
<b>TREONINA</b>	0.09
<b>SERINA</b>	0.13
<b>ACIDO GLUTÁMICO</b>	0.89



<b>PROLINA</b>	0.08
<b>GLICINA</b>	0.07
<b>ALANINA</b>	0.09
<b>CISTINA</b>	0.03
<b>VALINA</b>	0.12
<b>METIONINA</b>	0.02
<b>ISOLEUCINA</b>	0.08
<b>LEUCINA</b>	0.15
<b>TIROSINA</b>	0.11
<b>FENILALANINA</b>	0.12
<b>HISTIDINA</b>	0.09
<b>LISINA</b>	0.08
<b>ARGININA</b>	0.33

Fuente: BALDEON, M. Memorias. Taller de Chocho o Tarwi y los Ácidos Grasos Esenciales. INIAP. CRS.PATH. Canadá. Ecuador, Quito. 2003.

### **1.2.1 PROPIEDADES Y USOS DE LA PLANTA**

Las partes utilizables de la Jícama son las hojas y las raíces, las primeras contienen entre 11 y 18% de proteína y son utilizadas como forraje, ya que son apetecidas por animales de pastoreo y cuyes, los campesinos de Cajamarca (Perú) consideran que las hojas tienen efecto en el mejoramiento del pelo de los animales. Mientras que en Japón y Brasil las hojas son usadas para preparar té que ayuda a controlar la presión arterial alta, la cual evidentemente está relacionada con altos niveles de colesterol, además el té de hojas tiene propiedades antioxidantes y anti-estrés.

Las raíces son usadas como alimento en estado fresco, soleado, sancochado, horneado o procesado industrialmente; como refresco, alcohol, chancaca o

panela y fuente de azúcar dietética. En estado fresco, las raíces se consumen como fruta sola o acompañada con otras frutas (ensalada); la cáscara tiene un sabor no muy agradable, por el cual los tubérculos se pelan antes de comerlos. Por su contenido de azúcares y minerales se la considera como un rehidratante natural, los campesinos lo usan para las caminatas largas; en Bolivia es valorada como rejuvenecedor de la piel, mientras que en Cajamarca es utilizada como un antirraquítico.

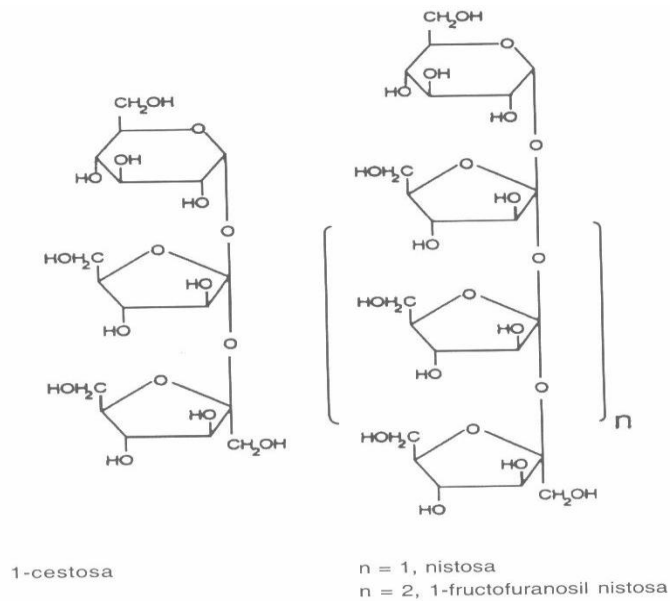
En los Andes, los tubérculos son frecuentemente expuestos al sol por algunos días (3-8), tiempo en el cual los fructanos se hidrolizan a azúcares comunes y se incrementa el grado de dulzura; sin embargo desde el punto de vista farmacológico las raíces ya no presentan efecto hipoglucemiante. **(4)**

### **1.3 LOS FRUCTANOS**

Está formado por es un esqueleto de unidades de fructosa unidas entre sí por enlaces glicosídicos  $\beta - (2 \rightarrow 1)$ . Es frecuente encontrar una molécula de glucosa al inicio de la cadena de cada fructanos. Esta unión es la que les da resistencia a la hidrólisis, tanto en el estómago, como en el intestino humano, por eso pasan al colon sin ser degradados, lo que implican que no producen calorías ni conducen a la formación de grasa.

Los fructanos pequeños (GF2-4), son identificados como fructooligosacaridos (FOS), abreviados como: GF2 (1-kestosa), GF3 (nystosa) y GF4 (1- $\beta$ -fructofuranosylnystosa), estos son edulcorantes naturales no calóricos, 0.4 - 0.6 veces tan dulces como la sacarosa, que al ser escasamente hidrolizados por las enzimas digestivas pueden ser ingeridos sin temor por los diabéticos y consumidores preocupados por el cuidado de su salud y por mantener la figura. Aquellos consumidores que están conscientes de lo que ingieren, pueden satisfacer plenamente su deseo por lo dulce, al mismo tiempo que ejercen un mejor control en su dieta.

**Figura: V Estructura de los fructanos**



Fuente: [www.wikipedia/fructanos](http://www.wikipedia/fructanos)

Los fructanos de cadena más largas (GF5-9), son similares a la inulina, una molécula de 30 a 40 unidades de fructosa con una glucosa terminal. Estos presentan propiedades espesantes, con un comportamiento similar a las grasas y pueden reemplazarlas en los alimentos de bajas calorías, actualmente se están empleando como ingredientes en la fabricación de helados y yogures.

**(5)**

#### **1.4 ACTIVIDAD BIOLÓGICA DE LOS FRUCTOOLIGOSACÁRIDOS**

Muchos estudios han demostrado que a pesar de la similitud entre la inulina y el almidón normal, el organismo humano es totalmente incapaz de digerir los carbohidratos tipo inulina, que a su vez son usados eficientemente como una fuente de carbono por las bifidobacterias benéficas existentes en el colon.

La inulina y los fructooligosacaridos (FOS) son considerados como alimentos no digeribles, por lo que no pueden ser hidrolizados por el organismo humano y atraviesan el tracto digestivo sin ser metabolizados, proporcionando calorías

inferiores al de la sacarosa. Los FOS son excelentes para las dietas hipocalóricas y de diabéticos.

Tanto la inulina como los FOS son rápida y totalmente fermentados por la microflora intestinal beneficiosa, principalmente por las bifidobacterias (*Bifidobacteriaspp*), Estas bifidobacterias fermentan los FOS a ácidos grasos de cadena corta, los cuales tienen un efecto positivo sobre el metabolismo sistémico de los lípidos, ayudando a disminuir el nivel de colesterol, fosfolípidos y triglicéridos en el suero sanguíneo.

La inulina y los FOS son considerados como prebióticos que nutren selectivamente a los gérmenes benéficos que forman parte de nuestra flora intestinal. Esta cambia invariablemente y puede ser reducida por una serie de factores adversos, entre los que se incluyen el envejecimiento, el uso de antibióticos, el estrés y las terapias con radiaciones.

Diversos estudios muestran que la ingestión de cantidades moderadas de inulina y FOS produce un aumento significativo de las bifidobacterias útiles a la vez que inhibe las bacterias no deseables. Algunos autores señalan que la inulina y FOS son importantes en la prevención y/o disminución de los riesgos de algunas enfermedades, tales como el estreñimiento, las caries dentales e incluso la osteoporosis debido a un incremento en la biodisponibilidad del calcio. (6)

#### **1.4.1 MEJORA DE LA MICROFLORA INTESTINAL**

Estudios realizados con personas y animales han demostrado que la aportación de fructooligosacaridos a la dieta estimula la proliferación de bacterias del género *Bifidobacterium* y otras bacterias útiles, frenando el crecimiento de bacterias patógenas, Gram positivas y Gram negativas, como las especies del género *Clostridium*.

La proliferación de bifidobacterias da lugar a la producción de ácido acético y láctico, disminuye el pH intestinal e inhibe el crecimiento de bacterias productoras de sustancias tóxicas y de mal olor, como aminas, amoníaco y ácido sulfúrico.

### 1.4.2 EFECTO ANTIESTREÑIMIENTO

El consumo diario de 3 a 10 g de fructooligosacaridos produce un efecto anti estreñimiento en el plazo de una semana. Se ha atribuido este efecto al incremento de la concentración de ácidos grasos de cadena corta y a una mayor perístasis intestinal debida a la proliferación de bifidobacterias en los intestinos. Por otro lado, el consumo de grandes cantidades de fructooligosacaridos produce diarrea, distensión abdominal y flatulencia. Se ha calculado que la dosis máxima de fructooligosacaridos de cadena corta (GF2, GF3, GF4,) que no provoca diarrea en las personas es de 0,3 y 0,4 g / Kg peso corporal /día para hombres y mujeres, respectivamente.

### 1.4.3 CARÁCTER ANTICARIOGÉNICO

Los fructooligosacaridos y otros oligosacáridos, como el eritritol, sorbitol, maltitol y lactitol, son sustitutos no cariogénicos de la sacarosa. Estos edulcorantes no son utilizados por las bacterias cariogénicas dentales, como *Streptococcus mutans* y *Streptococcus sanguis*, que normalmente generan los ácidos y  $\beta$ -glucanos insolubles que dan lugar a la formación de la caries dental (2).

### 1.4.4 REDUCCIÓN DEL COLESTEROL EN SUERO

#### 1.4.4.1 COLESTEROL

Figura VI: Estructura del Colesterol



Fuente: Ortiz.M, 2013

El colesterol es una sustancia que normalmente se encuentra en la sangre de todas las personas, es necesario en pequeñas cantidades para el normal

funcionamiento del organismo, pero es sumamente dañino cuando sobrepasa el nivel normal (200 mg/dl). En este caso suele almacenarse en el interior de las arterias y vasos sanguíneos, en forma de placas que se adhieren a las paredes de éstas y van estrechándolas, haciendo cada vez más difícil el flujo de sangre desde el corazón y hacia él.

#### **1.4.4.2 FUNCIONES DEL COLESTEROL**

El colesterol es una sustancia que sólo se encuentra en los animales incluido el hombre formando parte de las estructuras de las membranas de las células, especialmente del sistema nervioso, la mayor parte es formado en el hígado y es indispensable para el ser humano ya que a partir de él se forman las sales biliares, la Vitamina D y las hormonas esteroideas.

Las sales biliares, son importantes porque sin su presencia no se puede digerir ni absorber los lípidos de la dieta, actúan como verdaderos detergentes naturales que favorecen la emulsificación.

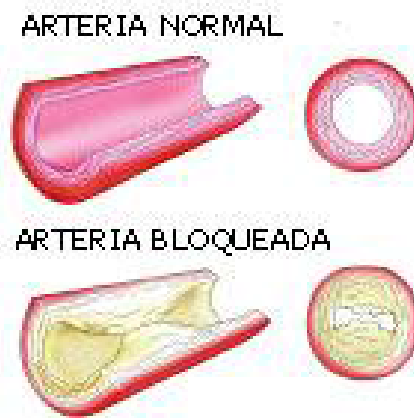
Grasa + bilis lipasas  $\longrightarrow$  grasa emulsionada

La vitamina D, regula la absorción intestinal del calcio y otros aspectos de su metabolismo.

Las hormonas esteroideas incluyen la: aldosterona (encargada de mantener el balance de sodio, de cloro e indirectamente de agua), el cortisol (que regula algunas interrelaciones del metabolismo de glúcidos, lípidos y aminoácidos), la progesterona (necesaria durante el embarazo y en el ciclo menstrual) y los andrógenos y estrógenos (responsables, respectivamente, de los caracteres sexuales secundarios masculinos y femeninos). Las funciones de estas hormonas son vitales

Cuando existe un exceso de colesterol en la sangre, se deposita en las paredes de las arterias y provoca su estrechamiento y endurecimiento lo que se denomina *ateroesclerosis*. Esto aumenta el riesgo de sufrir ataques al corazón, isquemias cerebrales y otras enfermedades cardiovasculares.

## Figura VII: Aterosclerosis



Fuente: <http://www.alemana.ele/edu/edu0020316.html>

Depósitos grandes de colesterol pueden bloquear completamente una arteria. Si esta irriga el corazón, puede producir un infarto al miocardio. Si la arteria bloqueada es la que irriga el cerebro puede producir un ataque cerebral.(3)

### 1.5 LOS FRUCTOOLIGOSACÁRIDOS Y SU ACCIÓN HIPOGLICEMIANTE

Los fructooligosacaridos al no ser metabolizados por el organismo se convierte en el principal compuesto ideal para personas con enfermedades de azúcar a la sangre ya que este no es digerido por el organismo y por lo tanto no genera calorías al cuerpo.

#### 1.5.1 DIABETES

La diabetes, genéricamente denominada *Diabetes mellitus*, deriva de palabras que tienen raíces griega y latín respectivamente:

*Diabetes*: Significa salir con fuerza, el signo más obvio de la diabetes es orinar en forma excesiva.

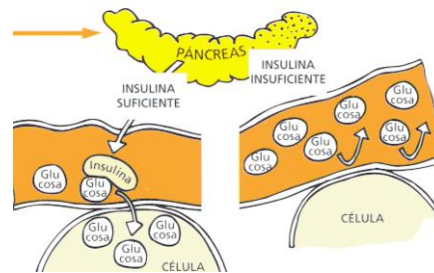
*Mellitus*: Significa dulce como la miel. La orina de una persona diabética contiene gran cantidad de azúcar (glucosa).

La diabetes es generalmente una enfermedad hereditaria; la tendencia a esta enfermedad tiene un gran componente genético. Por otra parte, la falta de ejercicio físico, el estrés y la calidad de alimentación ejercen un profundo efecto sobre su incidencia. Las células de nuestro cuerpo necesitan energía para funcionar, esta energía la obtienen de la glucosa que proviene de la

degradación de los alimentos. La insulina es la llave que permite a la glucosa ingresar en las células para obtener la energía necesaria para llevar a cabo sus funciones específicas. Cada gramo de glucosa produce 4 calorías

Dentro del páncreas hay pequeños grupos de células llamados Islotes de Langerhans, dentro de los cuales están las células beta, que producen insulina.

**Figura VIII: Funciones de la Insulina**



Fuente: [http://www.bayer.es/proyecto/diabete/que\\_es\\_ladiabetes.htm](http://www.bayer.es/proyecto/diabete/que_es_ladiabetes.htm)

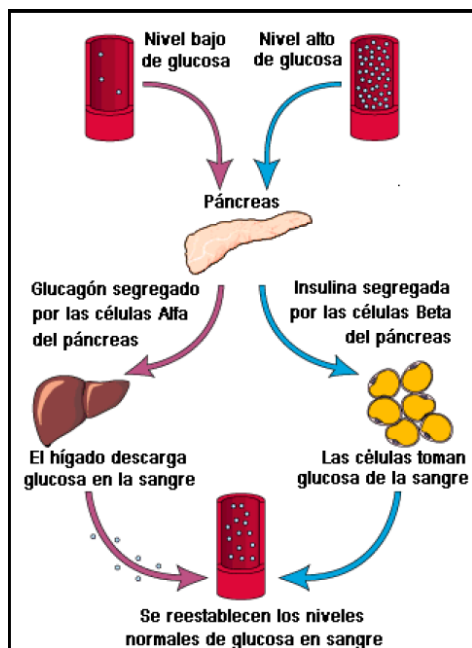
En las personas sanas, la glucosa de la sangre estimula la producción de insulina en las células beta. Estas "miden" los niveles de azúcar constantemente y proporcionan la cantidad exacta de insulina para que la glucosa pueda entrar a las células.

Mediante el ingreso de glucosa a las células y/o su conversión en glucógeno, se mantiene constante la concentración de glucosa sanguínea (60 a 110 mg/dl). La insulina es la principal hormona que regula los niveles de glucosa en la sangre. Cuando su azúcar sanguíneo está bajo (entre comidas) y las células necesitan combustible, el glucógeno del hígado es convertido en glucosa (glucogenólisis).

Cuando hay poca o no insulina en el cuerpo, o cuando esta hormona no está funcionando correctamente, la glucosa tiene dificultad para ingresar a las células. La insuficiencia de insulina determina que el exceso de glucosa no pueda ser almacenada como tejido graso (las células del tejido adiposo contienen enzimas únicos que convierten la glucosa en triglicéridos y estos a su vez en ácidos grasos) y como glucógeno en el hígado y músculos, lo que provoca la acumulación de glucosa en la sangre.



**Figura IX: Regulación de los niveles de glucosa en el organismo**



Fuente: <http://www.uned.es/pea-nutrición-y-dietética-l/guia/diabetes/prodinsu.htm>

Cuando por diversas causas sean éstas: fisiológicas, metabólicas o genéticas, la glucosa no ingresa a las células; cada vez que una persona ingiere carbohidratos en sus alimentos (pan, dulces, harinas, fideos, etc.), estos finalmente son convertidos en glucosa, incrementándose sus niveles en la sangre (hiperglucemia), en perjuicio de las células que sin esta molécula, no pueden cumplir eficazmente sus funciones.

### **1.5.2 CLASIFICACIÓN DE LA DIABETES**

Se distingue dos tipos principales de diabetes:

#### **a. Diabetes mellitus No Insulino Dependiente**

- Suele aparecer sobre los 40 años de edad
- Presenta un componente genético
- Puede ir acompañada de obesidad o no

- Presenta tasas de glucemia (azúcar en sangre) menores que la Diabetes mellitus Insulino Dependiente.
- Habitualmente se puede controlar con la dieta e hipoglucemiantes orales (39).

#### **b. Diabetes mellitus Insulino Dependiente**

- También conocida como Juvenil
- Suele presentarse por debajo de los 35 años de edad y frecuentemente en las dos primeras décadas (0-20 años).
- Suele acompañarse de delgadez.
- Se controla con insulina, dieta y ejercicio.

### **1.5.3 CAUSAS DE LA DIABETES**

La causa en ambos grupos, se debe a la deficiencia de insulina, porque no se libera en cantidad necesaria o porque su estructura (forma) es incorrecta.

#### **a. Diabetes Mellitus No Insulino Dependiente**

Este tipo de diabetes es de tipo genético, que se manifiesta tempranamente a partir de los 40 años de edad conlleva la alteración de la forma de la insulina, por lo que ésta no ejerce bien su acción. El fenómeno por el que no realiza su acción se conoce con el nombre de Resistencia Periférica a la Insulina, caracterizada por un desconocimiento de la insulina a los receptores del cuerpo, determinando la no penetración de la glucosa en las células del cuerpo.

#### **b. Diabetes mellitus Insulino Dependiente**

En el desarrollo de esta patología se involucran factores genéticos, infecciosos e inmunológicos que desencadenan la destrucción de las células beta del páncreas encargadas de producir la insulina. Su destrucción conlleva a la falta de insulina, por lo que la glucosa no puede penetrar en las células del cuerpo.

### **1.5.4 SIGNOS Y SÍNTOMAS**

#### **a. Diabetes Mellitus No Insulino Dependiente**

El hallazgo de esta enfermedad suele ser casual, detectándose como resultado de un estudio rutinario y posiblemente de otro proceso patológico. Se puede

sospechar de esta enfermedad cuando el paciente presenta los siguientes síntomas:

- Prurito (picor)
- Irritación ocular

Poliuria (orinar mucho).

### **b. Diabetes Mellitus Insulino Dependiente**

Caracterizada por lo que se ha denominado el Síndrome de las tres P:

**POLIURIA:** Aumento en el volumen de orina.

**POLIDIPSIA:** Aumento en la ingestión de agua. La pérdida excesiva de agua por la orina, deshidrata al organismo y aparece una sed intensa.

**POLIFAGIA:** Es del deseo excesivo de comer. Al no ingresar la glucosa a las células estas están “hambrientas”. El hambre de las células se manifiesta como el hambre de la persona.(6)

### **1.5.5 LA JÍCAMA Y SU ACCIÓN MEDICINAL SOBRE LA DIABETES**

Estudios realizados en la Universidad Nacional de Trujillo en animales de experimentación con diabetes inducida, a los que se les suministró jugo de jícama; no evidenciaron alteraciones en la glicemia de los animales. Este fenómeno se explica porque la fructosa, desaloja del torrente sanguíneo a la glucosa, hacia los tejidos, consecuentemente se podría elaborar suero a partir de este tipo de azúcar, evitando riesgos de hiperglicemia en los pacientes.

Por otro lado el ácido acético y propiónico, producidos en la fermentación colónica regulan el metabolismo de la glucosa, en tanto que disminuyen la glicemia postprandial y la respuesta insulínica. (5).

### **1.6 CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y QUÍMICAS DE LA JÍCAMA**

#### **FÍSICAS**

##### **a) Sólidos solubles**

Los Sólidos Solubles constituyen un parámetro empleado comúnmente en el análisis de alimentos y bebidas, en especial en las áreas de frutas y vinos. Se definen como todas aquellas sustancias que normalmente se presentan en estado sólido bajo condiciones ambientales pero que en ciertas circunstancias pasan a formar parte de una solución. Son ejemplos de ellos los azúcares y las sales. Por lo tanto, siempre que se hace referencia a los "Sólidos Solubles", inevitablemente estará implicada la presencia de una solución. La Jícama en estudios fotoquímicos se sabe que los sólidos totales están entre 6 y 10 % a condiciones normales y cosecha de 8 meses.

Ha de tenerse en consideración que por ningún concepto deben confundirse los Sólidos Solubles (abreviado SS) con los Sólidos Insolubles (abreviado SI) suspendidos en un medio líquido, los cuales suelen ser notorios a simple vista y producir turbidez en la solución. Los Sólidos Solubles, al contrario, no son observables y sólo pueden ser detectados con los instrumentos adecuados.

Otro término que tampoco debe ser confundido con los Sólidos Solubles (SS) es el de Sólidos Totales Disueltos (abreviado TDS en inglés). Aunque a simple vista parecieran lo mismo, debe tenerse sumo cuidado en su uso ya que, desde el punto de vista conceptual, son bastante diferentes. Los TDS se refieren a un parámetro utilizado en estudios ambientales para describir el grado de pureza del agua, expresado como la cantidad de partículas orgánicas e inorgánicas que persisten en ella luego de una fina filtración.

Una característica clave para diferenciar estos dos parámetros es el rango en el cual son cuantificados. Los TDS son medidos en partes por millón, mientras que los SS se presentan en concentraciones porcentuales. Además, para determinar la concentración de los TDS se emplean métodos gravimétricos (evaporación y pesada de residuos) y electrométricos (conducción eléctrica), mientras que para los SS se emplean métodos diferentes.

## **b) Viscosidad**

La viscosidad es la oposición de un fluido a las deformaciones tangenciales, es debida a las fuerzas de cohesión moleculares. Todos los fluidos conocidos presentan algo de viscosidad, siendo el modelo de viscosidad nula una

aproximación bastante buena para ciertas aplicaciones. Un fluido que no tiene viscosidad se llama fluido ideal.

La viscosidad sólo se manifiesta en líquidos en movimiento, se ha definido la viscosidad como la relación existente entre el esfuerzo cortante y el gradiente de velocidad. Esta viscosidad recibe el nombre de viscosidad absoluta o viscosidad dinámica. Generalmente se representa por la letra griega  $\mu$ .

Se conoce también otra viscosidad, denominada viscosidad cinemática, y se representa por  $\nu$ . Para calcular la viscosidad cinemática basta con dividir la

$$\nu = \frac{\mu}{\rho}$$

viscosidad dinámica por la densidad del fluido.

La viscosidad de un fluido puede medirse por un parámetro dependiente de la temperatura llamado coeficiente de viscosidad o simplemente viscosidad:

Coeficiente de viscosidad dinámico, designado como  $\eta$  o  $\mu$ . En unidades en el SI:  $[\mu] = [\text{Pas}] = [\text{kg}\cdot\text{m}^{-1}\cdot\text{s}^{-1}]$ ; otras unidades:

$$1 \text{ poise} = 1 [\text{P}] = 10^{-1} [\text{Pa}\cdot\text{s}] = [10^{-1} \text{ kg}\cdot\text{s}^{-1}\cdot\text{m}^{-1}]$$

### c) Densidad

La densidad de una sustancia es el cociente entre la masa y el volumen:

$$\text{Densidad} = \text{Masa/Volumen} \quad d = m/V$$

La masa y el volumen son propiedades generales o extensivas de la materia, es decir son comunes a todos los cuerpos materiales y además dependen de la cantidad o extensión del cuerpo. En cambio la densidad es una propiedad característica, ya que nos permite identificar distintas sustancias. La densidad se puede calcular de forma directa midiendo, independientemente, la masa y el volumen de una muestra.

### d) Punto de ebullición

La definición formal de punto de ebullición es aquella temperatura en la cual la presión de vapor del líquido iguala a la presión de vapor del medio en el que se

encuentra, el punto de ebullición depende de la masa molecular de la sustancia y del tipo de las fuerzas intermoleculares de esta sustancia. Para ello se debe determinar si la sustancia es covalente polar, covalente no polar, y determinar el tipo de enlaces (dipolo permanente - dipolo inducido o puentes de hidrógeno). **(8)**

## **QUIMICAS**

### **a) Acidez**

La acidez de una sustancia es el grado en el que es ácida. El concepto complementario es la basicidad. La escala más común para cuantificar la acidez o la basicidad es el pH, que sólo es aplicable para disolución acuosa. Sin embargo, fuera de disoluciones acuosas también es posible determinar y cuantificar la acidez de diferentes sustancias. Se puede comparar, por ejemplo, la acidez de los gases dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ , ácido), trióxido de azufre ( $\text{SO}_3$ , ácido más fuerte) y di nitrógeno ( $\text{N}_2$ , neutro).

En alimentos el grado de acidez indica el contenido en ácidos libres. Se determina mediante una valoración (volumetría) con un reactivo básico. El resultado se expresa como el % del ácido predominante en el material. Ej.: En aceites es el % en ácido oleico, en zumo de frutas es el % en ácido cítrico, en leche es el % en ácido láctico.

### **b) pH**

Es el término que indica la concentración de iones hidrógeno en una disolución. Se trata de una medida de la acidez de la disolución, se define como el logaritmo de la concentración de iones hidrógeno,  $\text{H}^+$ , cambiado de signo:  $\text{pH} = -\log [\text{H}^+]$  donde  $[\text{H}^+]$  es la concentración de iones hidrógeno en moles por litro. Debido a que los iones  $\text{H}^+$  se asocian con las moléculas de agua para formar iones hidronio,  $\text{H}_3\text{O}^+$ .

En agua pura a 25 °C de temperatura, existen cantidades iguales de iones  $\text{H}_3\text{O}^+$  y de iones hidróxido ( $\text{OH}^-$ ); la concentración de cada uno es  $10^{-7}$  moles/litro. Por lo tanto, el pH del agua pura es  $-\log (10^{-7})$ , que equivale a 7. Sin embargo, al añadirle un ácido al agua, se forma un exceso de iones  $\text{H}_3\text{O}^+$ ; en consecuencia, su concentración puede variar entre  $10^{-6}$  y  $10^{-1}$  moles/litro, dependiendo de la fuerza y de la cantidad de ácido. Así, las disoluciones ácidas

tienen un pH que varía desde 6 (ácido débil) hasta 1 (ácido fuerte). En cambio, una disolución básica tiene una concentración baja de iones  $\text{H}_3\text{O}^+$  y un exceso de iones  $\text{OH}^-$ , y el pH varía desde 8 (base débil) hasta 14 (base fuerte).

El pH de una disolución puede medirse mediante una valoración, que consiste en la neutralización del ácido (o base) con una cantidad determinada de base (o ácido) de concentración conocida, en presencia de un indicador (un compuesto cuyo color varía con el pH). También se puede determinar midiendo el potencial eléctrico que se origina en ciertos electrodos especiales sumergidos en la disolución con la ayuda de un pH metro con su respectivo electrodo.

### **c) Azúcares reductores**

Los azúcares reductores son aquellos azúcares que poseen su grupo carbonilo (grupo funcional) intacto, y que a través del mismo pueden reaccionar como reductores con otras moléculas.

La glucosa es el azúcar reductor más abundante en el organismo. Su concentración en la sangre está sometida a un cuidadoso mecanismo de regulación en individuos sanos y, en personas que padecen diabetes, aumenta sustancialmente. Esto lleva a que éste sea el azúcar reductor generalmente considerado en las reacciones de glucosilación no enzimática de interés biológico. Sin embargo, cualquier azúcar que posea un grupo carbonilo libre puede reaccionar con los grupos amino primarios de las proteínas para formar bases de Schiff. **(8)**

## **ANTIOXIDANTES**

### **a) Ácido ascórbico**

El ácido ascórbico es un ácido de azúcar con propiedades antioxidantes muy utilizado en proceso que requieren inactivar enzimas oxidantes de frutas y tubérculos. Su aspecto es de polvo o cristales de color blanco-amarillento. Es soluble en agua. El enantiómero L- del ácido ascórbico se conoce popularmente como vitamina C. El nombre "ascórbico" procede del prefijo a- (que significa "no") y de la palabra latina scorbuticus (escorbuto), una enfermedad causada por la deficiencia de vitamina C.

## **b) Ácido cítrico**

El ácido cítrico es un ácido orgánicotricarboxílico que está presente en la mayoría de las frutas, sobre todo en cítricos como el limón y la naranja. Su fórmula química es  $C_6H_8O_7$ .

Es un buen conservante y antioxidante natural que se añade industrialmente como aditivo en el envasado de muchos alimentos como las conservas de vegetales enlatadas.

En bioquímica aparece como un metabolito intermediario en el ciclo de los ácidos tricarboxílicos, proceso realizado por la mayoría de los seres vivos.

## **c) Bisulfito de sodio**

El bisulfito sódico (también llamado sulfito ácido de sodio, sal mono sódica de ácido sulfuroso o hidrógeno sulfito sódico) es un compuesto químico de fórmula química  $NaHSO_3$ . Se trata de una sal ácida muy inestable que al reaccionar con el oxígeno se convierte en sulfato de sodio. Es empleado en la industria alimentaria como conservante.

Suele emplearse como conservante y en algunos casos debido a su efecto oxidante se sabe que puede reducir el contenido vitamínico de los alimentos. Se emplea en la conservación de cebollas, bebidas alcohólicas (vino), productos de panificación, jugos de frutas así como productos alimenticios a base de patatas. Se emplea en la elaboración del vino con el objeto de preservar sabores. En el enlatado de frutas para prevenir que se pongan de color marrón (un efecto muy similar al que hace el vinagre). **(5)**

## **1.7 CARAMELO**

El caramelo es un alimento preparado generalmente a base de azúcares consigue mediante la cocción de azúcares. Éste puede consumirse tanto líquido (tal es el caso del caramelo que se añade por encima del flan, en este caso se denomina almíbar), como sólido.



El caramelo solidificado se consume habitualmente dejándolo deshacer en la boca. A éste se le suelen añadir sabores de frutas, hierbas u otros aromas. También existen caramelos sin azúcar, que gracias a los edulcorantes consiguen un sabor dulce, sin producir obesidad ni dañar la dentadura. Estos últimos están especialmente elaborados para personas en régimen (como por ejemplo los diabéticos).

### **1.7.1 HISTORIA**

Desde la Antigüedad y debido a la necesidad del ser humano de encontrar alimentos ligeros y que proporcionen energía para sus largos viajes, antes de que se empleara el azúcar, ya se hacían dulces a base de otras sustancias, como la miel, el jengibre, el regaliz o la lactosa.

El caramelo se inventó en 1820. Estados Unidos comenzó con la producción industrial de caramelos en 1850, pero hasta 1930 no se aplicó en España. A partir de 1960, las nuevas tecnologías se empezaron a imponer en la fabricación. Los caramelos clásicos son: el chicle, surge de la costumbre que tenían en la antigüedad de masticar cosas diferentes de los alimentos.

Tenía dos propiedades: mayor elasticidad y capacidad para retener el sabor, esto permitió que salieran al mercado chicles con distintos sabores. Otro clásico son las pastillas Juanola, creadas por el farmacéutico Manuel Juanola, eran unas pastillas romboides que mezclaban regaliz, mentol y eucalipto para calmar la tos.

### **1.7.2 TIPOS**

En la actualidad existe una gran variedad de caramelos: normalmacizo, con chicle, piruleta, bombón, gelatina, algodón de azúcar, con chocolate, de fruta, de regaliz, sin azúcar, picantes, de ajo, de mal sabor, que manchan de colores, etc.

### **1.7.3 FABRICACION**

En la fabricación industrial de caramelos se suelen usar como materias primas: azúcar, glucosa y agua, que se combinan en las proporciones adecuadas para generar un jarabe (almíbar) que posteriormente se cuece a altas temperaturas. Una evaporación rápida produce la eliminación del agua

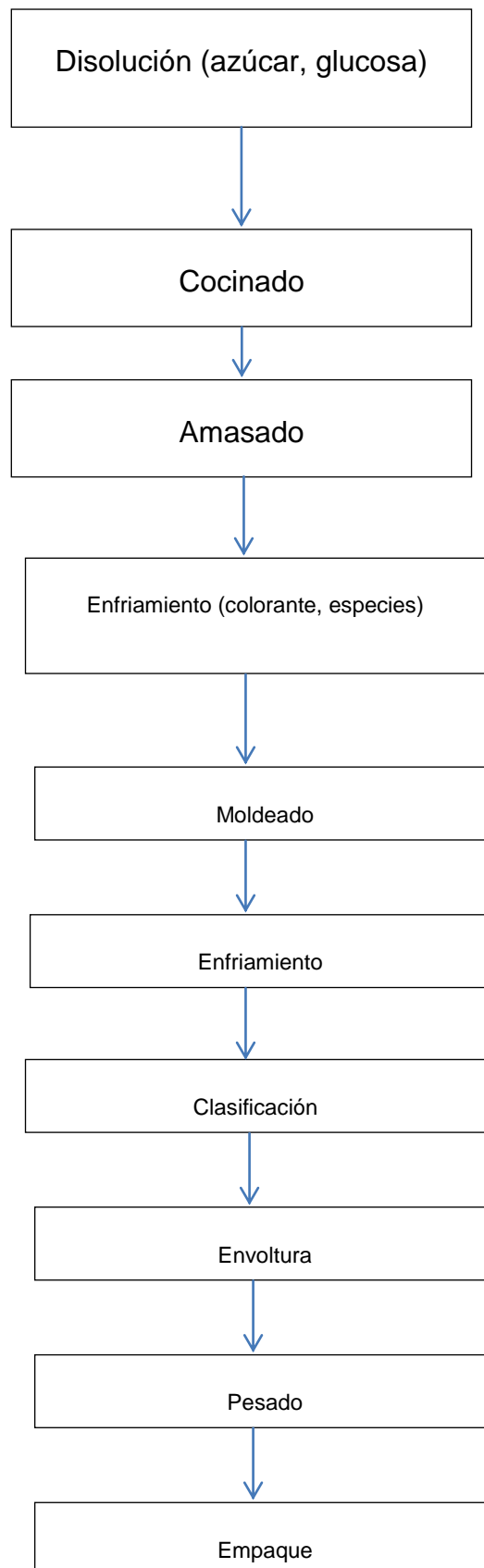
presente en el jarabe cocido, quedando una pasta de caramelo que puede ser modelada en diferentes formas.

El enfriamiento interior provoca la cristalización de la masa, formando el caramelo propiamente dicho al conferirle rigidez que lo hace apto para su empaquetado. Dependiendo del solvente (agua o leche) y de la receta, el resultado final puede llamarse de una forma u otra. Cuando se hace con leche, la reacción con las proteínas de la misma genera compuestos orgánicos cíclicos que otorgan nuevos sabores, al darse la reacción de Maillard.

La textura final depende de la temperatura a la que se hierve el almíbar, así como de la presencia de ácidos durante la cocción (por ejemplo, el agregado de vinagre en los almíbares orientales da como resultado un producto menos viscoso). La presencia de un soluto en un líquido hace que aumente su punto de ebullición, y por eso cuanto más porcentaje de azúcar haya disuelto, más aumentará la temperatura de ebullición. Pero cuando se calienta la mezcla, el agua hierve y se evapora, y por tanto aumenta la concentración de azúcar; esto hace que aumente más el punto de ebullición de la mezcla. Esta relación es predecible, y llevando la mezcla a una temperatura en concreto se consigue la concentración de azúcar deseada.

En general, a temperaturas más altas (mayor concentración de azúcar) quedan caramelos más duros y rígidos, mientras que las temperaturas más bajas producen caramelos más suaves. Es recomendable un termómetro para controlar la temperatura, generalmente las calorías que genera un caramelo dulce está entre 100-140 calorías esta dependerá del tipo y el proceso de elaboración del caramelo. **(7)**

#### 1.7.4 DIAGRAMA DE FLUJO DE CAMELOS



### 1.7.5 DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE ELABORACION DE CAMELOS

- ✓ La disolución es un proceso de mezclado de un material solido en un diluyente que en este caso de caramelos es agua el agua, en la etapa de disolución se pesa una cantidad de azúcar y glucosa, posteriormente mezcladas en un recipiente.
- ✓ La cocción es una operación unitaria física química en la que interviene calor a un recipiente para elevar su temperatura interior y cocer lo que se encuentre dentro del recipiente, en donde la mezcla de azúcar y glucosa, el producto es un almíbar (caramelo).
- ✓ El amasa es una operación unitaria que sirve para la mezcla de los distintos componente de la masa, esto se puede llevar de forma manual o mecánica, para tener una mezcla homogénea.
- ✓ La etapa de enfriamiento es un cambio físico en el cual el caramelo va ser colocado en una mesa y pierde calor de forma natural por intercambio de temperatura con el ambiente, aquí se mezcla con las especies que pueden ser colorantes, sabores y fragancia.
- ✓ El moldeado es una operación física en donde adaptara la forma deseada por el fabricante al producto a obtener, de tal forma que cambia su forma original.
- ✓ Luego que el caramelo ha sido moldeado en los respectivos moldes es sometido nuevamente al proceso de enfriamiento
- ✓ La etapa de calificación es una operación física y se lo realiza de forma visual para verificar que todos los caramelos tengan la forma, tamaño y peso adecuada a la que fue diseñado.
- ✓ El pesado es una operación física en la que involucra pesar un cierta cantidad de material o producto para que se mantengan las características específicas del peso.
- ✓ La etapa de empacado es una operación física que consiste en almacenar el producto fabricado, en donde el caramelo es sellado y almacenado hasta su comercialización. **(9)**

## **1.8 CUARTO FRIO Y EQUIPOS UTILIZADOS EN LA ELABORACION DE CAMELOS**

### **1.8.1 CUARTO FRIO**

El control de la temperatura adecuada de almacenamiento es esencial para mantener la calidad del producto fresco. Mediante la construcción y el mantenimiento de los cuartos fríos empacadores y expendedores pueden reducir sustancialmente las pérdidas por materia prima en mal estado. Muchas verduras y frutas tienen una vida muy corta después que han sido cosechadas a la temperatura normal del cultivo.

El enfriamiento pos cosecha remueve rápidamente este calor de campo, permitiendo así periodos relativamente amplios de almacenamiento y ayuda a mantener la calidad hasta el consumidor final, brindando al mercado cierta flexibilidad permitiendo el aumento en las ventas del producto en mayor tiempo.(10)

### **1.8.2 BANDAS TRANSPORTADORAS**

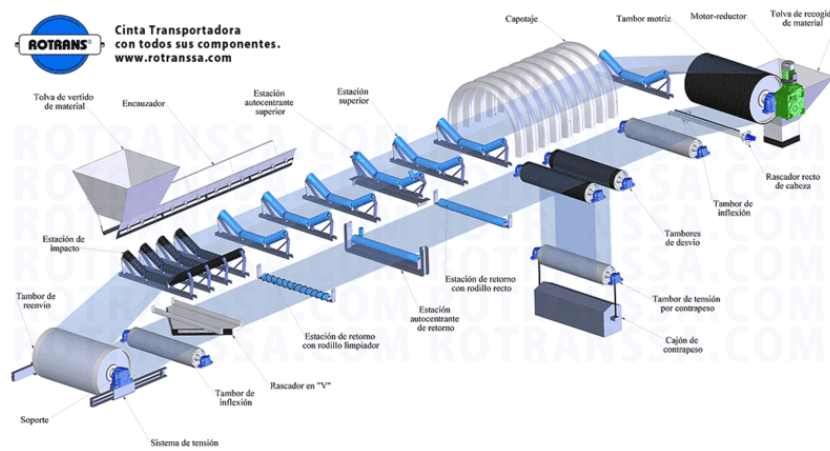
Una cinta transportadora o transportador de bandas es un sistema de transporte continuo formado básicamente por una banda continua que se mueve entre dos tambores.

Existen bandas transportadoras para uso ligero y uso pesado. La banda es arrastrada por fricción por uno de los tambores, que a su vez es accionado por un motor. El otro tambor suele girar libre, sin ningún tipo de accionamiento, y su función es servir de retorno a la banda. La banda es soportada por rodillos entre los dos tambores.

Debido al movimiento de la banda el material depositado sobre la banda es transportado hacia el tambor de accionamiento donde la banda gira y da la vuelta en sentido contrario. En esta zona el material depositado sobre la banda es vertido fuera de la misma debido a la acción de la gravedad.

Las cintas transportadoras de algodón se usan principalmente para transportar materiales agrícolas e industriales, tales como cereales, tubérculos, fibras, etcétera sus dimensiones dependerán de área de trabajo y de las necesidades del productor.

**Figura: X Banda transportadora**



[http://es.wikipedia.org/wiki/Cinta\\_transportadora](http://es.wikipedia.org/wiki/Cinta_transportadora)

**Tabla 1.8.2 Características técnicas de las bandas transportadoras**

<b>MATERIAL</b>	Algodón
<b>DISPOSICION DEL TEJIDO</b>	Tejido solido
<b>ASPECTO DE LA SUPERFICIE</b>	Rugosa
<b>TIPO</b>	Rodillo
<b>TAMAÑO</b>	4 m

[http://es.wikipedia.org/wiki/Cinta\\_transportadora](http://es.wikipedia.org/wiki/Cinta_transportadora)

### 1.8.3 PELADORA

Peladora por abrasión, consiste en el desgaste de la superficie por rozamiento, esta máquina se emplea para quitar la cascara de productos que tienen cascara delgada como las papas y zanahorias.

Permiten tener gran cantidad de producto sin cascara óptimamente descortezado con desperdicios del 15% aproximadamente, el cuerpo de la máquina es de acero inoxidable y aluminio. El disco girante de forma

particularmente perfilada y la faja abrasiva interna permiten distribuir de manera uniforme la acción de molidura sobre toda la superficie de las papas o zanahorias, siguiendo su irregularidad, sin reducir sus dimensiones.

Los desperdicios se evacuan al instante gracias a la acción de un chorro continuo de agua. El disco está cubierto de un disco de carburo de silicio, de larga duración y puede ser desmontado para facilitar su limpieza. Este tipo de equipo puede ser utilizado para pelar frutas y tubérculos que tengan cascara de fácil desprendimiento por lo que generalmente trabajan con baja potencia y su tamaño es mediano de acuerdo a las características del producto a pelar trabaja a volúmenes pequeños pero son de alto rendimiento ya que trabajan a potencias reducida entre 0,5 y 1,5 HP. **(11)**

**Tabla 1.8.3 Especificaciones Técnicas de una maquina peladora por abrasión**

<b>CARGA MAXIMA</b>	10Kg
<b>PRODUCCION</b>	120Kg/h
<b>POTENCIA</b>	1HP- 0,75Kw
<b>REVOLUCIONES</b>	250 rpm
<b>VOLTAJE</b>	230-400 V/3N/50Hz
<b>PESO</b>	37Kg
<b>ALTO/ANCHO/PROFUNDIDA</b>	710/400/770 mm

Fuente: <http://www.fimarspa.it/video/es/peladora-de-patatas-PPN18M>

**Figura: XI Maquina peladora de Jícama**



Fuente: <http://www.fimarspa.it/video/es/peladora-de-patatas-PPN18M>

#### **1.8.4 TANQUE DE TRATAMIENTO QUIMICO**

Todas las plantas están compuestas de células vivas unidas entre sí por paredes celulares. Cuando se cortan algunas frutas y verduras, las paredes celulares se rompen y ocurre una reacción química que causa que la superficie cortada se oscurezca.

La reacción química es causada por la exposición de la fruta o verdura al oxígeno en el aire. Esta reacción química se llama oxidación y es originada por enzimas que se liberan cuando se cortan las células. Las frutas y verduras que han perdido su color (descoloración) por la oxidación todavía son comestibles, a pesar del cambio en su apariencia.

La reacción química que causa el oscurecimiento no ocurrirá cuando esta sea tratada con sustancias químicas en nuestra producción de 120 Kg de fruta se requiere que el diseño del tanque sea acero inoxidable y de dimensiones menores a un metro en ancho y largo para facilitar su limpieza, accesibilidad y manejo en su producción.

El ácido ascórbico se encuentra de forma natural en las frutas y verduras frescas, o en polvo se le agrega inmediatamente después de cortarlas.

Las frutas y verduras se calientan para destruir las enzimas que causan la descoloración debido a la oxidación. **(10)**

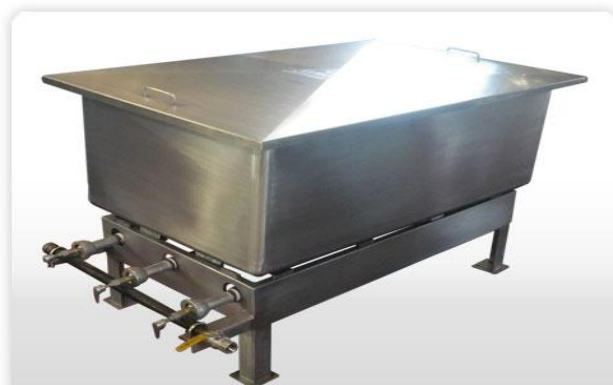


**Tabla 1.8.4 Características técnicas del tanque para el Tratamiento Químico**

<b>Dimensiones</b>	<b>Valor</b>
Largo:	0,50 m
Ancho:	0,40 m
Alto:	0,50 m
<b>Consumo</b>	
Capacidad	Hasta 150 Kg
<b>Material</b>	
Acero	Inoxidable

Fuente:[http://www.fao.org/inpho\\_archive/content/documents/vlibrary/AE620s/Equipos/EQP15.htm](http://www.fao.org/inpho_archive/content/documents/vlibrary/AE620s/Equipos/EQP15.htm)

**Figura: XII Tanque de Acero inoxidable para el Tratamiento Químico**



Fuente:[http://www.fao.org/inpho\\_archive/content/documents/vlibrary/AE620s/Equipos/EQP15.htm](http://www.fao.org/inpho_archive/content/documents/vlibrary/AE620s/Equipos/EQP15.htm)

### **1.8.5 EXTRACTOR DE JUGO**

Extractor de jugos de uso fácil y rápido para producir hasta 70 litros, con diseño ergonómico, sirve para frutas y verduras de diferentes tipos. A diferencia de otras marcas, este extractor disminuye el desperdicio que en forma natural acompaña el bagazo hasta un 90% y que permiten tener mejores utilidades.

### Características:

- ✓ Ideal para hacer jugos de todo tipo de frutas y verduras.
- ✓ Sistema automático de drenado de bagazo, ya que el bagazo es liberado sin tener que detener la producción.
- ✓ Sistema de cuchillas que garantizan un mínimo desperdicio.
- ✓ Operación sencilla con diseño perfecto que facilita su limpieza.
- ✓ Potente motor.
- ✓ Garantía, servicio y refacciones San-Son.
- ✓ Sistema centrífugo de erogación de bagazo.
- ✓ Puede trabajar por períodos continuos de 20 minutos con descanso de dos.
- ✓ Maya de retención de acero inoxidable.
- ✓ Cuerpo de aluminio.
- ✓ Fácil limpieza. (12)

**Figura: XIII Extractor de jugo**



Fuente:<http://www.san-on.com/productos/electroprofesionales/extractor-industrial-jugo-matic/#sthash.DPyxUS6F.dpuf>

**Tabla 1.8.5 Especificaciones Técnicas de un extractor de jugo**

Dimensiones	Valor
Frente:	34.0 cm
Ancho:	27.0cm
Alto:	36.0cm

<b>Consumo</b>	
Watts:	370
Rpm:	2800
Capacidad de producción:	110-140 Kgs/h

Fuente:<http://www.san-son.com/productos/electroprofesionales/extractor-industrial-jugo-matic/#sthash.DPyxUS6F.dpuf>

### **1.8.6 MARMITAS U OLLAS DE PRESIÓN**

Es un equipo que permite realizar evaporación y cocción de productos. El calentamiento se genera por la circulación de vapor de agua a través del sistema de chaqueta, lo que hace que la conducción de calor sea más eficaz; además posee un sistema de agitación para que los procesos que se lleven a cabo en este equipo se realicen de una manera más rápida homogenizando su contenido.

La marmita u olla de presión, es como un recipiente metálico hermético con tapa atornillada en el que la presión interna del vapor, contribuye eficientemente a la cocción de los alimentos con rapidez.

La olla de presión u olla exprés, no permite la salida de aire o líquido por debajo de una presión establecida debido a que el punto de ebullición del agua aumenta al incrementarse la presión, la temperatura en la olla sube por encima de los 100°C, lo que hace que los alimentos se cocinen más rápidamente y manteniendo sus nutrientes en buenas condiciones.

A nivel industrial se utiliza para procesar alimentos a gran escala, como mermeladas, jaleas, chocolate, dulces, confites, también carnes, bocadillos, salsas, etc. También se utiliza en la industria química farmacéutica.

#### **1.8.6.1 FUNCIONAMIENTO**

El mecanismo de funcionamiento de la marmita u olla de presión es simple, básicamente tiene:

- Un recipiente de metal con tapa.
- Un regulador de presión.
- Una o más válvulas de alivio de presión.
- Un empaque sellador de hule.

Cuando se cierra herméticamente la tapa la presión en su interior se va incrementando a medida que la temperatura aumenta. Esta presión en la olla es la que impide la ebullición. La mayoría de las ollas, cuecen los alimentos entre los 112 y los 118°C, lo que supone entre los 19 y 25 grados más calientes que cuando se guisan en un recipiente normal abierto.

En condiciones normales, un resorte o muelle mantiene la válvula cerrada a medida que la olla se calienta, la presión interior aumenta y empuja la espita o canilla de la válvula hacia el exterior hasta que queda libre, lo que permite la salida del aire y la presión. Existe una válvula de seguridad tarada a una presión superior. Si la temperatura interior y la presión son demasiado altas, esta válvula funciona automáticamente dejando escapar la presión.

Los modelos recientes están dotados de un sistema llamado "Food Control" que indica la presión interior existente y evacúa el oxígeno de la olla. Al indicar la ausencia de presión, puede abrirse la olla con toda seguridad. Si excepcionalmente se quiere abrir rápidamente la olla, se le coloca bajo un chorro de agua fría de la llave. Este chorro enfría las paredes del recipiente, lo que provoca la condensación del vapor de agua y un rápido descenso de la temperatura, lo que permitirá abrir la olla sin el peligro de sufrir quemaduras.

Generalmente todas las marmitas son construidas en acero inoxidable y tienen capacidad de muchos litros desde 5 Lts. hasta 5000 Lts. o más. La marmita a vapor esta utiliza un sistema de calentamiento muy común en la industria alimentaria, en especial para el procesamiento de frutas y hortalizas. Consiste básicamente en una cámara de calentamiento conocida como camisa o chaqueta de vapor, que rodea el recipiente donde se coloca el material que se desea calentar. El calentamiento se realiza haciendo circular el vapor a cierta presión por la cámara de calefacción, en cuyo caso el vapor es suministrado por la caldera.

Usualmente la marmita tiene forma semiesférica y puede estar provista de agitador mecánico y un sistema de volteo para facilitar la salida del producto. Se pueden encontrar dos tipos de marmitas según sea abierta o cerrada. En la abierta el producto es calentado a presión atmosférica, mientras que en la cerrada se emplea vacío. El uso de vacío facilita la extracción de aire del producto por procesar y permite hervirlo a temperaturas menores que las requeridas a presión atmosférica, lo que evita o reduce la degradación de aquellos componentes del alimento que son sensibles al calor, favoreciendo la conservación de las características organolépticas y el valor nutritivo de la materia prima, con lo que se obtienen productos de mejor calidad.

Para la preparación de mermeladas o alimentos concentrados son empleadas con un sistema de agitación, de tal manera que se ayudan a conservar sus características organolépticas son recomendados marmitas de 100 a 150 litros para mejores resultados.

#### **1.8.6.2 TIPOS DE MARMITAS**

##### **1.8.6.2.1 MARMITA CON AGITACIÓN**

En este tanque (marmita con chaqueta sencilla) se efectúa la agitación final de la mezcla, construidas en acero inoxidable o acero al carbono. Presión de diseño hasta 50 psi, con aislamiento en lana de fibra de vidrio y lámina en acero inoxidable.

##### **1.8.6.2.2 MARMITA A GAS**

Las Marmitas a gas llevan quemador tipo atmosférico, automático, con sistema de seguridad de llama, encendido electrónico y ducto para la evacuación de gases.

Incluyen controles de presión y como accesorios adicionales consta de un sistema de agitación desde 20 hasta 180 rpm, un sistema de volcamiento para descarga de material y controles como son: Manómetros, válvula de seguridad y registros para drenaje.

Está construida en acero inoxidable tiene menor pérdida de temperatura por un mejor aislamiento del cuerpo de la marmita, en el modelo a gas de calor

indirecto trabaja con doble camisa, en donde circula vapor además tiene válvula de seguridad para la presión, control de calor y niveladores de agua.

#### **1.8.6.2.3 MARMITA INDUSTRIAL**

Marmita redonda para fundir que tiene un crisol de acero inoxidable, (Calibre 18) y casco (calibre 20) que facilita la limpieza del mismo.

Se puede elegir el modelo de 6 o el de 12 cuartos de galón. Incluye un soporte para montaje de banco ajustable y para trabajo pesado que se ajusta a cualquiera de los dos tamaños. El control de la temperatura dual permite una temperatura independiente para la olla (0-350°) para la válvula (1-10°) el visor digital.

#### **1.8.6.2.4 MARMITA DE COCCIÓN**

En la construcción de máquinas para el sector del procesamiento de carne y pescado ha resultado una serie de marmitas de cocción con una calidad excelente y unos requisitos de mantenimiento mínimos.

Puntos fuertes: Ahorro de energía, es fácil de usar y de mantener además es segura en caso de accidentes.

- ✓ Ahorro de energía
- ✓ Tapa con aislamiento con bisagras de muelles.
- ✓ Construcción de doble pared.
- ✓ Posibilidades de calentamiento a elegir: gas, electricidad, vapor, aceite, glicerina.
- ✓ Fácil de usar
- ✓ Ajustar los parámetros de tiempo y temperatura.
- ✓ Cocción en fases.
- ✓ Velocidad variable del regulador.
- ✓ Fácil de mantener gracias al agitador extraíble con rascadores
- ✓ Muy seguro
- ✓ Al control separado en el armario de control.
- ✓ Al brazo fijo.
- ✓ Al motor del agitador con transmisión en la base.

También estas marmitas son aptas para alimentos gracias a los componentes de acero inoxidable y muy ergonómico gracias a las patas regulables, se presentan con capacidades de 300 a 2.000 litros.

#### **1.8.6.2.5 MARMITA DE PRESIÓN**

La marmita de presión es una máquina multifuncional que permite tiempos de cocción más cortos para poder preparar en menos tiempo, por ejemplo, mermeladas, jaleas, leche condensada o productos que requieran cocción a baja temperatura. Esta marmita puede trabajar con un caldero que genere hasta 26 Kcal/h.

**Figura: Figura: XIV Marmita de acero inoxidable con agitación**



Fuente: Laboratorio de la Epoch/Ingeniería\_ Química/OOOU

#### **1.8.6.2.6 VENTAJAS DE UTILIZACION DE LAS MARMITAS**

- Permite una cocción mejor y más rápida de los alimentos, en bajas temperaturas se emplean estas ollas de presión es porque allí el punto de ebullición del agua es demasiado bajo para cocer alimentos en ollas abiertas.
- Es más efectiva en bajas alturas porque ahorran tiempo y combustible, el uso de grandes presiones y temperaturas hacen de la marmita un instrumento esterilizador de alimentos.

- El cierre hermético de su tapa evita la pérdida de sabor, aroma y color en los alimentos, así como la pérdida de vitaminas. Los alimentos conservan todo su valor nutricional, con la olla de presión no sólo se ahorra tiempo y esfuerzo, sino que se consume la mitad de energía (gas o electricidad)

#### **1.8.6.2.7 DESVENTAJAS DE UTILIZACION DE LAS MARMITAS**

- Gran riesgo de despresurización instantánea causando heridas a quien la ópera, el manejo de la marmita es complicado, lo cual hace de este aparato una bomba de tiempo en manos inexpertas.

#### **1.8.6.2.8 MEDIDAS DE PRECAUSION CON LAUTILIZACION DE LAS MARMITAS**

- Revise constantemente las instrucciones del manual del aparato.
- Evitar el tocar las superficies calientes de la olla: utilizar las asas y los mangos únicamente.
- Antes de cerrar la olla para su utilización, es importante asegurarse de que los orificios de las válvulas y regulador, no se encuentran obstruidos.
- No enfriar la olla bruscamente. No ponerla bajo el chorro de agua fría, dejar que se enfríe poco a poco y la presión interna haya finalizado.
- El tiempo de reposo, contribuirá a una mejor cocción de los alimentos.
- Recordar que una pieza dañada o mal colocada, puede ser causa de un grave accidente.
- Debe cambiarse el empaque del cierre cada año o antes si presenta cuarteaduras
- De cualquier pieza, hay recambios. Es importante que la adquisición de refaccione haya ablandado.
- Si la olla empieza a perder vapor por la junta de cierre, es urgente cambiarla.
- Es conveniente lavar la junta después de cada utilización de la olla, y secarla bien antes de volverla a instalar.



- Cuando se vaya a utilizar la olla para cocer legumbres u otros alimentos que aumenten su volumen al cocerlos, llenar la olla tan sólo a la mitad. **(13)**

### **1.8.7 MOLDES**

La principal función de los moldes es dar diferentes formas a los caramelos dependiendo del diseño o características que desee dar el fabricante para hacer más llamativa su presentación para tener un mejor marketing a la hora de promocionar el producto.

**Dentro de las principales características de los moldes que tiene son:**

- Hecho 100% de silicona de grado alimenticio, seguro y sin efectos secundarios
- Flexible, fácil de la cubierta de la copa, fácil de lavar y almacenar.
- Diferentes formas y colores para su libre elección
- Duradera, flexible y no frágiles.
- Conveniente para los regalos, las primas, accesorios u otros
- Seguro para su uso en hornos/hornos microondas/lavavajillas y el congelador.
- Duro de alta calidad moldes de dulces. **(14)**

**Figura: XVI Moldes de silicona para caramelos**



Fuente:<http://www.contactopyme.gob.mx/guiasempresariales/guias.asp?s=14&guia=11&giro=1&ins=695>

### **1.8.8 DESMOLDEADO**

El sistema de desmoldado es una etapa que finaliza el proceso de elaboración de caramelos, en la cual consiste en quitar los caramelos de los moldes de forma rápida y sin dañar la forma tomada de los caramelos para su posterior empaclado y almacenado.

### 1.8.9 MAQUINA EMPACADORA DE CAMELOS

Son dispositivos mecánicos que han revolucionado a la Industria de caramelos para optimizar tiempo y mejorar la calidad del producto con una envoltura rápida y de alta eficiencia que garantiza un sellado ideal para su posterior empaqueo.

**Figura: XVIII Maquina empacadora de caramelos**



Fuente: <http://turnkey.taiwantrade.com.tw/showpage.asp?subid=010&fdname=FOOD+MANUFACTURING&pagename=Planta+de+produccion+de+caramelos>

La máquina empacadora de caramelos envueltos QH-S800 está equipada con una bandeja alimentadora de caramelos. La detección y rastreo fotoeléctrica automática garantiza un índice de empaque del 100%. El control de frecuencia utilizado y la velocidad de empaque son de 200 a 550 piezas por minuto.

Este equipo es adecuado para envolver caramelos de un lazo o de los dos de diferentes clases como duras, cremosas, tofi, rectangular, cilíndricos o cualquier otra forma. **(15)**

**Tabla 1.8.9 Especificaciones Técnicas de la maquina empacadora de caramelos**

<b>Velocidad de empacado</b>	200-550pcs./min
<b>Ancho del rollo de película</b>	$\leq 120\text{mm}$
<b>Dimensiones generales</b>	1700x918x1475mm
<b>Tamaño del objeto empacado</b>	L11-33mm, W11-25mm, T5-20mm
<b>Proveedor de potencia</b>	380V/50Hz
<b>Potencia total</b>	3kw
<b>Peso total</b>	100kg

Fuente:<http://turnkey.taiwantrade.com.tw/showpage.asp?subid=010&fdname=FOOD+MANUFACTURING&pagename=Planta+de+produccion+de+caramelos>

**CAPITULO II**

**PARTE**

**EXPERIMENTAL**

## 2.1 MATERIALES Y EQUIPOS UTILIZADOS

### 2.1.1 MATERIA PRIMA

En la estación experimental Santa Catalina se cosecharon las raíces que tenía 8 meses de haber iniciado el ciclo de cultivo, las raíces de la jícama fueron cosechadas en forma manual, con mucho cuidado para evitar daños físicos y así precautelar la calidad de la materia prima y evitar alteraciones organolépticas (color, olor, sabor) del jugo a concentrar cosechadas fueron lavadas con agua potable, se escurrieron para eliminar el agua residual.

Se realizó la separación de las raíces para su posterior pelado manualmente y las raíces peladas fueron inmersas por 30 minutos en una solución de ácido ascórbico al 0,10 %, ácido cítrico al 0,25 % y metabisulfito de sodio a 200 ppm. Este tratamiento se realizó para evitar el pardeamiento enzimático del jugo posteriormente con un cuchillo de acero inoxidable fueron troceadas para ser metidas en el Extractor de Jugo el mismo que fue almacenado bajo refrigeración a 10 grados Centígrados para su posterior elaboración del jarabe concentrado.

**Tabla 2.1.1 LAS CARACTERISTICAS FISICAS Y QUIMICAS DE LA MATERIA PRIMA**

<b>CARACTERISTICAS FISICAS</b>	<b>CARACTERISTICAS QUIMICAS</b>
Color amarillo	Mayor FOS ( 8 meses)
Tamaño mediano( 200g)	Tratamiento Químico (antipardeamiento)
Buen estado	
Consistencia semidura	
Sabor dulce	

Fuente: M. Ortiz; 2013; Laboratorio INIAP

## **2.1.2 MATERIALES EXPERIMENTALES**

### **2.1.2.1. Materiales**

Tubos de ensayo

Probetas de 10 ml, 50 ml, 100 ml, 150 ml, 500 ml y 1000 ml.

Pipetas de 1 a 20 ml.

Vasos de precipitación

n 50 ml, 100 ml, 250 ml, 500ml y 1000 ml.

Frascos Erlenmeyer de 100 ml, 150 ml y 250 ml.

Embudos simples.

Vasos de 600 ml forma larga.

Pipetas 1, 5 y 10 ml

Cuchillos de acero inoxidable.

Pinza metálica.

Espátulas.

Balones de 100 ml, 1000 ml y 2000 ml.

Olla de acero inoxidable.

Bandejas y lavacaros plásticas

Bureta de 25 ml.

Porta tubos.

Reverbero.

### **2.1.2.2 Equipos**

Ultracentrífuga IECB-22

Extractor OsterJulice Express II

Estufa imperial V

pHmetroInolabwtw.

Balanza marca BOECO (Germany)

Espectrofotómetro Spectroni 20-D

Refractómetro Hand- Held ATAGO HSR-5000-90 ° Brix.

Centrifuga Internacional Equipmentco

Mufla ThermolyneFumace 48000

Viscosímetro Brookfield

Termómetro digital HUGGER

Colorímetro COLOR TEC PCM/PSM

## **2.2 MÉTODOS UTILIZADOS PARA CARACTERIZAR A LA MATERIA PRIMA DEL CARAMELO**

### **2.2.1 OBTENCION Y CARACTERIZACION DE LA JÍCAMA Y SU JUGO**

Para determinar la densidad del tubérculo, se realizó un ensayo en el cual se tomó un peso de jícama de 1Kg en un volumen conocido de 1 L, para evaluar la densidad se lo realiza por diferencia de volumen con el peso.

$$\rho = \frac{m}{v} \text{(Ecu 2.2.1.)}$$

**Dónde:**

$\rho$ =densidad

m=masa

v=volumen

#### **2.2.1.1 Determinación del rendimiento del jugo de jícama**

**Procedimiento:**

Se determinara el rendimiento que tiene la jícama en jugo, en donde se relaciona pesado una proporción determinada de jícama en fruta y posteriormente sometidas en el extractor y relacionamos con el jugo obtenido.

$$\% \text{ Rendimiento} = \frac{PJJ}{PJ} \times 100 \text{ (Ecuación 2.2.1.1)}$$

**Dónde:**

PJ: peso de la Jícama g

PJJ: peso de jugo de Jícama g

**2.2.1.2 Evaluación del contenido de sólidos solubles en el jarabe de la Jícama**

La determinación del contenido de sólidos solubles en el jarabe de Jícama obtenido, se fundamenta en la propiedad que poseen las soluciones azucaradas de desviar la luz polarizada (refracción). El punto de intersección entre las zonas oscuras y claras en el refractómetro, permitió determinar la medida en ° Brix.

Utilizar un refractómetro manual con escala de lectura graduada en 0,2 unidades.

Se ha convenido llamar azúcares como sólidos solubles totales (S.S.T), o índice refractómetro (IR) o grados Brix, al porcentaje de materias secas solubles contenidas en el jugo y medidas en el refractómetro.

**Procedimiento:**

Luego de realizar una filtración y homogenización, verter algunas gotas del jugo o de jarabe sobre el prisma del refractómetro y colocar el brixómetro frente a una fuente de luz, la lectura se hace sobre la escala del ocular, en el punto de intersección de las zonas claras y oscuras.

**2.2.1.3 Determinación de la viscosidad aparente**

La viscosidad se midió en el viscosímetro de Brookfield, que reporta la lectura en centipoises (Cp) y muestra la fuerza con la que una capa de fluido en movimiento arrastra consigo a las capas adyacentes de fluido.

- Materiales y Equipo
  - ✓ Agitador mecánico con paleta de acero inoxidable
  - ✓ Termómetro
  - ✓ Viscosímetro Brookfield con accesorios



- Procedimiento
- ✓ En un matraz Erlenmeyer de 500 ml preparar 400ml de una suspensión de jarabe al 2,5% con agua destilada a 50 pc.
- ✓ Colocar el matraz en un baño de agua hirviendo y agitar constantemente la suspensión a 500 rpm con una propela de acero inoxidable adaptada a un agitador mecánico Caframo RZR1 hasta alcanzar una temperatura de 95 +/- 1 pc.
- ✓ Mantener a esta temperatura por 30 minutos, transcurridos los cuales se enfrían en un baño de agua helada hasta que la temperatura alcance 30 pc en un periodo no mayor de 30 minutos.
- ✓ Medir la viscosidad en un viscosímetro Brookfield modelo RTV DV- II, utilizando el spindle No 2 y a una velocidad de corte de 100rpm reportar los resultados en centipoises.

#### **2.2.1.4 Determinación instrumental del color**

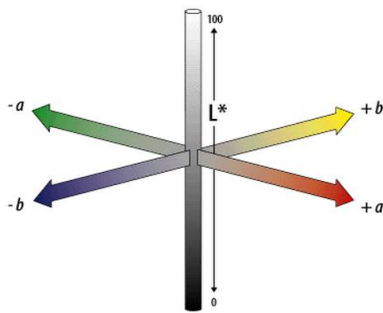
Las características cromáticas vienen definidas por las coordenadas colorimétricas o de cromaticidad que son la claridad (L), componente de color rojo/verde (a), componente de color amarillo/azul (b) y por sus magnitudes derivadas que son la croma C, el tono H y la cromacidad (C,H). Es decir, que este sistema de color o espacio CIElab se basa en una representación cartesiana secuencial o continuada de 3 ejes ortogonales L, a y b. Donde la coordenada L representa la claridad (L=0 negro y L=100 incoloro), a componente de color rojo/verde (a>0 rojo, a<0 verde) y b componente de color amarillo/azul (b>0 amarillo, b<0 azul)

##### **a) Equipos y Materiales**

- COLOR TEC PCM/PSM
- Espátula
- Caja Petri

##### **b) Procedimiento**

- Homogenizar la muestra
- Colocar la muestra en la caja Petri y expandirla.
- Colocar la placa sobre una base de un solo color preferible negro.
- Realizar algunas mediciones en algunos lugares de la placa.



### Calculo

**Cromaticidad** =  $C = (a^2 + b^2)^{1/2}$

**Tono** =  $H = \arctan b/a$

**Claridad** =  $L = \text{Valor de lectura directa}$

**Luminosidad** = L de 0 a 100

**Croma** = C de 0 a 100

**h** = Tono un valor de 0 a 360°

#### 2.2.1.5 Determinación de pH

Durante la conservación de alimentos y en el deterioro de estos, pueden presentarse cambios debido a la acción enzimática y al desarrollo de microorganismos. La intensidad de estos cambios es influida marcadamente por la concentración del ion Hidrogeno ( $H^+$ ), de ahí que la medición del pH es importante para establecer la efectividad de las condiciones de conservación.

##### a) Materiales y Equipos

- PH-metro ORION 420 A
- Vaso de precipitación de 250 ml
- Varilla de agitación

##### b) Procedimiento

- Colocar un vaso de precipitación 25ml de muestra
- Dejar en reposo 5 minutos
- Introducir el potenciómetro en el vaso y medir
- Anotar el valor obtenido

#### 2.2.1.6 Determinación de la acidez

La escala más común para cuantificar la acidez o la basicidad es el pH, que sólo es aplicable para disolución acuosa. Sin embargo, fuera de disoluciones

acuosas también es posible determinar y cuantificar la acidez de diferentes sustancias.

En alimentos el grado de acidez indica el contenido en ácidos libres. Se determina mediante una valoración (volumetría) con un reactivo básico. El resultado se expresa como el % del ácido predominante en el material. Ej.: En aceites es el % en ácido oléico, en zumo de frutas es el % en ácido cítrico, en leche es el % en ácido láctico.

#### **a) Materiales y Equipos**

- Bureta de 25 ml
- Balón de precipitación de 25 ml
- Solución de NaOH al 0,01N

#### **b) Procedimiento**

- Colocar en la bureta la solución de NaOH al 0,01N
- Coger en vaso de precipitación 1 ml de muestra + 9 ml de agua destilada y colocar 3 gotas de fenolftaleína como indicador de viraje.
- Anotar el volumen de NaOH gastado y calcular

#### **Calculo:**

$$C1 = \frac{C2 \times V2}{V1} \times 100 \text{(Ecuación 2.2.1.6)}$$

Dónde:

**C1** = % Acidez

**V1** = Volumen de muestra

**C2** = concentración de NaOH 0,01N

**V2** = Volumen gastado de NaOH

## **2.2.2 OBTENCION Y CARACTERIZACION DEL JUGO CONCENTRADO DE JICAMA**

### **2.2.2.1 Determinación de rendimiento del jugo concentrado de jícama**

Se determinara el rendimiento que tiene el jugo concentrado de jícama, en donde se relaciona el jugo de jícama obtenido directamente del extractor, relacionado con la cantidad de agua que pierde el jugo al ser calentado y al mismo tiempo concentrándose.

$$\% \text{ Rendimiento} = \frac{JJ - Ap}{JJ} \times 100 \quad \text{(Ecu 2.2.2.1)}$$

**Dónde:**

*JJ* = Jugo de jícama ml

*Ap* = agua perdida ml

### **2.2.2.2 Evaluación del contenido de sólidos solubles en el jugo de la Jícama**

**Procedimiento:**

Luego de realizar una filtración y homogenización, verter algunas gotas del jugo o de jarabe sobre el prisma del refractómetro y colocar el brixómetro frente a una fuente de luz. La lectura se hace sobre la escala del ocular, en el punto de intersección de las zonas claras y oscuras.

### **2.2.2.3 Determinación de la viscosidad aparente**

**Procedimiento**

- En un matraz Erlenmeyer de 500 ml preparar 400ml de una suspensión de jarabe al 2,5% con agua destilada a 50 pc.
- Colocar el matraz en un baño de agua hirviendo y agitar constantemente la suspensión a 500 rpm con una propela de acero inoxidable adaptada a un agitador mecánico Caframo RZR1 hasta alcanzar una temperatura de 95 +/- 1 pc.
- Mantener a esta temperatura por 30 minutos, transcurridos los cuales se enfrían en un baño de agua helada hasta que la temperatura alcance 30 pc en un periodo no mayor de 30 minutos.

- Medir la viscosidad en un viscosímetro Brookfield modelo RTV DV- II, utilizando el spindle No 2 y a una velocidad de corte de 100rpm reportar los resultados en centipoises.

#### **2.2.2.4 Determinación instrumental del color.**

##### **Procedimiento**

- Homogenizar la muestra
- Colocar la muestra en la caja Petri y expandirla.
- Colocar la placa sobre una base de un solo color preferible negro.
- Realizar algunas mediciones en algunos lugares de la placa.

#### **2.2.2.5 Determinación de pH**

##### **Procedimiento**

- Colocar un vaso de precipitación 25ml de muestra
- Dejar en reposo 5 minutos
- Introducir el potenciómetro en el vaso y medir
- Anotar el valor obtenido

#### **2.2.2.6 Determinación de la acidez**

- Colocar en la bureta la solución de NaOH al 0,01N
- Coger en vaso de precipitación 1 ml de muestra + 9 ml de agua destilada y colocar 3 gotas de fenolftaleína como indicador de viraje.
- Anotar el volumen de NaOH gastado y calcular

##### **Calculo:**

$$C1 = \frac{C2 \times V2}{V1} \times 100 \text{(Ecuación 2.2.2.6)}$$

Dónde:

**C1** = % Acidez

**V1** = Volumen de muestra

**C2** = concentración de NaOH 0,01N

**V2** = Volumen gastado de NaOH

### 2.2.3 COMPARACION DE LOS SOLIDOS SOLUBLES (° BRIX) EN LOS JARABES COMERCIALES (MAIZ Y CAÑA).

Cabe anotar que, los jarabes de maíz y caña, tiene un valor de 70.50 ° °Brix, que es cercano a los jarabes de jícama, sin embargo, la mayor parte de sólidos solubles en el jarabe de jícama está dada por contenido de fructooligosacaridos (FOS), que aportan dulzura al producto, pero generar un menor valor calórico al consumirlo.

**Tabla 2.2.3 Contenido de sólidos solubles (° Brix) en jarabes comerciales**

Jarabes	° BRIX
Caña	70.50
Maíz	70.50
Jícama	69.9

Fuente: Valores obtenidos Laboratorio de Nutrición y Calidad INIAP; Ortiz M, 2013

### 2.2.4 FORMULACION DEL CAMELO DE JICAMA

**Tabla 2.2.4.1 Ensayo 1**

Parámetros	Valor
Volumen (ml)	550
Temperatura (°C)	80
Tiempo (min)	20
Grados Brix( °Brix)	70

**Tabla 2.2.4.2 Ensayo 2**

<b>Parámetros</b>	<b>Valor</b>
Volumen (ml)	550
Temperatura (°C)	85
Tiempo (min)	25
Grados Brix( °Brix)	78

**Tabla 2.2.4.3 Ensayo 3**

<b>Parámetros</b>	<b>Valor</b>
Volumen (ml)	550
Temperatura (°C)	90
Tiempo (min)	30
Grados Brix( °Brix)	85

**Tabla 2.2.4.4 Ensayo 4**

<b>Parámetros</b>	<b>Valor</b>
Volumen (ml)	550
Temperatura (°C)	100
Tiempo (min)	40
Grados Brix( °Brix)	95

## **2.2.5 CARACTERIZACION DEL CARAMELO DE JICAMA**

Para determinar los variables del caramelo se lo hizo pesando 10 gramos de caramelo y disuelto con 10ml de agua y centrifugado por 20 minutos para tener nuestra muestra patrón.

### **2.2.5.1 Determinación de rendimiento del caramelo**

Se determinara el rendimiento que tiene el caramelo de jícama, en donde se relaciona el jugo de jícama obtenido directamente del extractor, relacionado con la cantidad de jarabe concentrado.

$$\% \text{ Rendimiento} = \frac{PJ}{PJC} \times 100 \text{ (Ecu} \mathbf{a} \text{ 2.2.5.1)}$$

**Dónde:**

*PJ* =Peso de la jícama g

*PJC* =Peso de jarabe concentrada g

### **2.2.5.2 Evaluación del contenido de sólidos solubles en el caramelo.**

**Procedimiento:**

Luego de realizar una filtración y homogenización, vertir algunas gotas del jugo o de jarabe sobre el prisma del refractómetro y colocar el brixómetro frente a una fuente de luz. La lectura se hace sobre la escala del ocular, en el punto de intersección de las zonas claras y oscuras.

### **2.2.5.3 Determinación instrumental del color.**

**Procedimiento**

- Homogenizar la muestra
- Colocar la muestra en la caja Petri y expandirla.
- Colocar la placa sobre una base de un solo color preferible negro.
- Realizar algunas mediciones en algunos lugares de la placa.

### **2.2.5.4 Determinación de pH**

**Procedimiento**

- Colocar un vaso de precipitación 10 ml de muestra
- Dejar en reposo 5 minutos



- Introducir el potenciómetro en el vaso y medir
- Anotar el valor obtenido

### 2.2.5.5 Determinación de la acidez

- Colocar en la bureta la solución de NaOH al 0,01N
- Coger en vaso de precipitación 1 ml de muestra + 9 ml de agua destilada y colocar 3 gotas de fenolftaleína como indicador de viraje.
- Anotar el volumen de NaOH gastado y calcular

**Calculo:**

$$C1 = \frac{C2 \times V2}{V1} \times 100 \text{ (Ecuación 2.2.5.5)}$$

Dónde:

**C1** = % Acidez

**V1** = Volumen de muestra

**C2** = concentración de NaOH 0,01 N

**V2** = Volumen gastado de NaOH

### 2.2.5.6 Determinación de azúcares totales (Método Doboys y Hamilton, 1956 Adaptado en el Dpto. de Nutrición y Calidad del INIAP)

#### a) Materiales y Equipos

- Tubos de ensayos con tapas
- Matraz aforado: 25, 50 ml (varios)
- Papel filtro
- Embudo de vidrio
- Pipetas volumétricas
- Espectrofotómetro Spectroni 20-D

### b) Reactivos

- Glucosa
- Antrona
- Ácido Sulfúrico
- Alcohol al 80 %

### c) Preparación de estándares

- Prepara un patrón de 0,5 g de glucosa en 100 ml de alcohol al 80%
- Tomar 1 ml y diluir a 100 ml, concentración obtenida 50 mg/L.
- Preparar una curva de concentración entre 0 y 50 mg/L.

### d) Preparación del reactivo

- Preparar reactivo cada vez; 0,2 g de antrona en 100 ml de H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> concentrado.

**Curva calibrada con soluciones estándares para el cálculo de azúcares totales.**

<b>Concentración mg/L</b>	<b>Glucosa(50mg/L) UI</b>	<b>Alcohol 80% ml</b>	<b>Antrona ml</b>	<b>Extinción nm</b>
0	0	2,000	4	0,00*
10	400	1,600	4	0,224
20	800	1,200	4	0,426
30	1200	0,800	4	0,638
40	1600	0,400	4	0,897
50	2000	0,000	4	1,204

\*blanco

### e) Preparación de la muestra

- Licuar 15 g de muestra con 40 ml de alcohol al 80%
- Filtrar la solución
- Aforar el filtrado hasta un volumen conocido ( 50ml)
- Diluir la solución

### f) Procedimiento

Teniendo en cuenta la gran sensibilidad del método es necesario efectuar diluciones en la muestra a analizar.

- Poner 2 ml de solución en cada tubo, previamente diluidas, colocar en un baño de hielo-agua y añadir 4 ml de reactivo antrona, preparar un blanco de antrona.
- Agitar los tubos sobre el vortex y colocar en ebullición durante 10 min exactos.
- Colocar los tubos en el baño agua-hielo, agitar y esperar 10 min para eliminar las burbujas de aire.
- Leer las absorbencia a 625 nm

## 2.3 DATOS PARA EL DISEÑO DEL PROCESO

### 2.3.1 DATOS DE CARACTERIZACION DE MATERIA PRIMA

**Tabla 2.3.1.1 Caracterización de la jícama y su jugo**

ENSAYO	VALOR
Densidad de la Jícama	1,28 Kg/L
Determinación del rendimiento del jugo de jícama	64,11%
Contenido de sólidos solubles en el jarabe de la Jícama.	55 ° Brix
Viscosidad aparente	1,22 cp
Color.	Marrón
pH	6,04

Acidez	0,365%
Por cada Kg de Jícama se obtiene	628,57ml jugo de Jícama

**Tabla 2.3.1.2 Jugo concentrado de jícama**

<b>ENSAYO</b>	<b>VALOR</b>
Determinación del rendimiento del jugo concentrado de jícama	23%
Contenido de sólidos solubles en el jarabe de la Jícama.	85° Brix
viscosidad aparente	732 cp
Color.	Marrón oscuro
pH	6,30
Acidez	0,055 %
Densidad de jugo concentrado	1,30 g/ml

### 2.3.2 DATOS ADICIONALES

**Tabla 2.3.2.1 Datos utilizados para realización de ensayo**

Peso de la Jícama utilizada	3500 g
Volumen de jugo de Jícama obtenido	2200 ml
Volumen de Jícama Concentrada	506 ml

Densidad del jugo de Jícama	1,02 g/ml
°Brix del jugo de Jícama	52 ° Brix

**Tabla 2.3.2.2 Densidad del jugo de Jícama**

$\rho$ (Kg/L)
1,12

Fuente: Dpto. Nutrición y Calidad, INIAP

**Tabla 2.3.2.3 Conductividad térmica para el flujo del metal de la marmita**

$K(W/m^{2}{}^{\circ}C)$
16,28

Fuente: fundamentos de transferencia, INCROPERA, Pp: 827

**Dónde:**

K= Conductividad térmica del metal de acero inoxidable AISI 304

**Tabla 2.3.2.4 Calor generada por un caldero**

$Q$ (Kcal/h)
23,88

**Fuente:** Tesis, MORENO B, PAZ,P."Diseño y construcción de un generador de vapor"2008

**Dónde:**

Q= Cantidad de flujo de calor que genera un caldero

**Tabla 2.3.2.5 Velocidad de rotación para líquidos semi-viscosos**

<b>N</b>
0,8

Fuente: Mc Cabe –Smith, Pp 273

**Dónde:**

N= velocidad de rotación (rps)

**Tabla 2.3.2.6 Datos del caramelo**

<b>P (g)</b>	<b><math>\rho</math> (g/ml)</b>
4	0,66

Fuente:M.Ortiz,INIAP

**Dónde:**

P= Peso del caramelo de jícama

$\rho$ = Densidad del caramelo

# **CAPITULO III**

# **CALCULOS Y**

# **RESULTADOS**

### 3.1 CALCULOS DE LA CARACTERIZACION DEL CAMELO DE JICAMA

#### 3.1.1 Determinación del rendimiento del caramelo

$$\% \text{ Rendimiento} = \frac{PJC}{PJ} \times 100 \text{ (Ecu 2.2.5.1)}$$

$$\% \text{ Rendimiento} = \frac{506 \text{ g}}{3500 \text{ g}} \times 100$$

$$\% \text{ Rendimiento} = 14,46\%$$

#### 3.1.2 Evaluación del contenido de sólidos solubles en el caramelo de Jicama.

Lectura # 1	82 ° Brix
Lectura # 2	84° Brix
Lectura # 3	84° Brix
<b>X̄=</b>	<b>83° Brix</b>

#### 3.1.3 Determinación instrumental del color del caramelo.

Los datos fueron tomados directamente del Colorímetro COLOR TEC PCM/PSM, dando los siguientes resultados:

Lectura # 1	L=27,90	a=-0,56	b=0,55	L=26,44	C=0,74	H=115,22
Lectura # 2	L=28,35	a=-0,67	b=1,23	L=25,65	C=1,25	H=109,54
Lectura # 3	L=29,09	a=-0,13	b=1,45	L=25,67	C=1,32	H=106,28
<b>X̄=</b>	<b>L=28,45</b>	<b>a= -0,45</b>	<b>b=1,08</b>	<b>L=25,92</b>	<b>C=1,10</b>	<b>H=110,35</b>



### 3.1.4 Determinación de pH

Lectura # 1	6,22
Lectura # 2	6,28
Lectura # 3	6,34
$\bar{X} =$	<b>6,28</b>

### 3.1.5 Determinación de la acidez

$$C1 = \frac{C2 \times V2}{V1} \times 100 \text{ (Ecuación 2.2.5.5)}$$

**Lectura # 1**

**Volumen gastado 0,7 ml NaOH**

$$C1 = \frac{0,01N \times 0,7ml}{10 ml} \times 100$$

$$C1 = 0,07 \%$$

**Lectura # 2**

**Volumen gastado 0,8 ml NaOH**

$$C1 = \frac{0,01N \times 0,8ml}{10 ml} \times 100$$

$$C1 = 0,08 \%$$

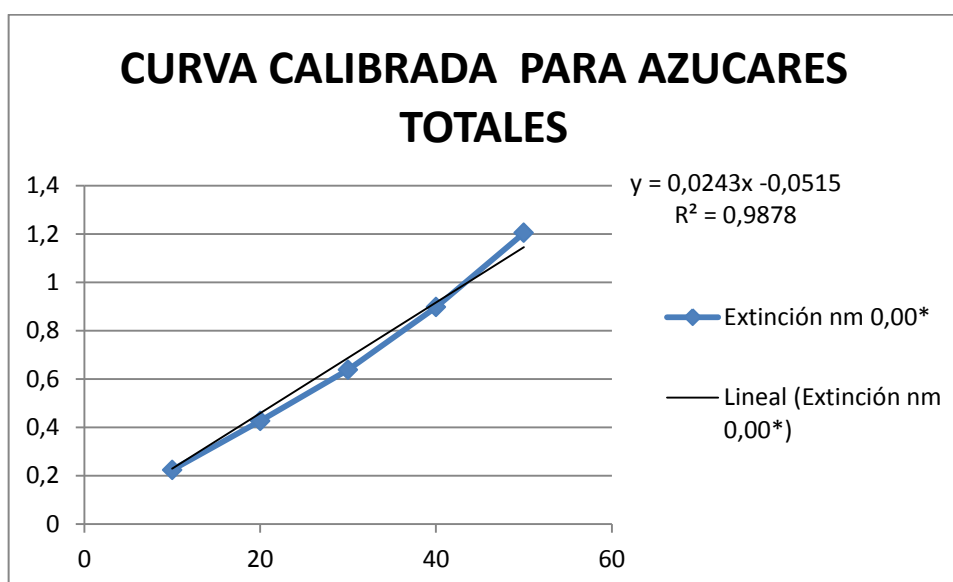
**Acidez  $\bar{X} = 0,075 \%$**

**3.1.6 Determinación de azúcares totales (Método Doboys y Hamilton, 1956  
Adaptado en el Dpto. de Nutrición y Calidad del INIAP.**

Esta tabla muestra la curva calibrada para el cálculo de los azúcares totales.

Concentración mg/L	Glucosa(50mg/L) ul	Alcohol 80% ml	Antrona ml	Extinción nm
0	0	2,000	4	0,00*
10	400	1,600	4	0,224
20	800	1,200	4	0,426
30	1200	0,800	4	0,638
40	1600	0,400	4	0,897
50	2000	0,000	4	1,204

**Figura: XVIII Curva de calibración para azúcares totales**



✓ **Concentración de azúcares totales determinadas en el espectrofotómetro la absorción:**

Lectura #1= 0.982

Lectura #2= 0,984

**$\bar{X} = 0,983$**

$$y = 0,0243x - 0,0515$$

$$x = \frac{y + 0,0515}{0,0243}$$

$$x = \frac{0,983 + 0,0515}{0,0243}$$

$$x = 42,57 \frac{mg}{L}$$

$$x = \frac{42,57mg * 50ml * 4000 * 1g * 1L}{L * 15g * 1000mg * 1000ml}$$

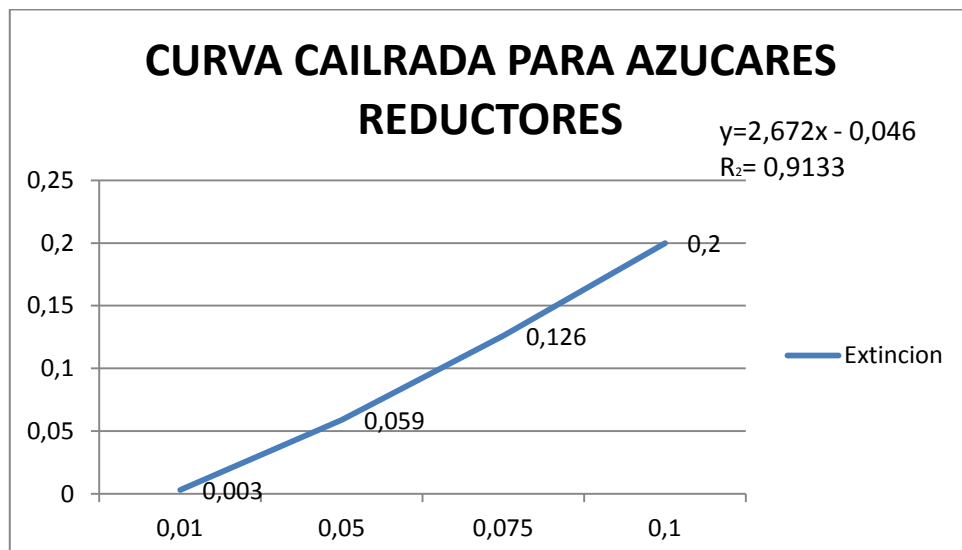
$$x = 0,57$$

$x = 57\% - 100\%$

$x = 43\%$  **Azúcares totales**

✓ **Determinación de azúcares reductores**

**Figura: XIX Curva de calibración para azúcares reductores**



La concentración de azúcares reductores viene dada por la anterior gráfica y con la lectura de nuestra muestra se obtuvo las siguientes lecturas:

Lectura #1= 0,141

Lectura#2= 0,143

**$\bar{X} = 0,142$**

$$x = \frac{y + 0.046}{2,672}$$

$$x = \frac{0,142 + 0.046}{0,0243}$$

$x = 0,071$  mg/ml

$$x = 0,071 \frac{mg * 50ml * 10 * 1g}{ml * 1g * 1000mg}$$

$$x = 0,035$$

**$x = 3,5\%$  Azúcares Reductores**

**FOS= AZUCARES TOTALES – AZUCARES REDUCTORES**

FOS= 43% - 3,5%

FOS= 39,5 %

**FOS= 39,5 g/100g**

- ✓ **Determinación de las calorías producidas por el caramelo de Jícama.**

1g FOS-----2Cal

39,5 g FOS-----x= 79 cal/g

**CONTIENE 79 Cal/g**

Con el peso del caramelo de 4 gramos tendremos:

**79\*4= 316 Calorías hidrosolubles (como parte de la fibra de Jícama)**

## **3.2 DISEÑO DE UN PROCESODE INGENIERIA**

La propuesta de diseño para la obtención de un caramelo dietético a partir de la Jícama, está hecha para una producción de 120Kg/h para una jornada de trabajo de 8 horas, dando una producción de 960 Kg/día, además por 21 días considerando como mes tendremos 20160 Kg/mes.

### **3.2.1 CUARTO FRIO (ALMACENAMIENTO)**

Para realizar la etapa de almacenamiento de la materia prima principal (Jícama), se debe tener en cuenta que este tubérculo deberá tener 8 meses de cultivo ya que a esta edad tiene mayor contenido de Fructooligosacaridos (FOS), se debe verificar físicamente la calidad de los tubérculos que no tenga golpes, ralladuras o que se encuentren en mal estado ya que esto puede afectar la calidad de los caramelos.

El almacenamiento se lo debe hacer en un cuarto frio, para asegurar la conservación del producto por más tiempo la temperatura que se debe manejar está entre 0 – 10 °C, evitando así el pardeamiento del tubérculo y conservar sus características químicas, la capacidad que deberá tener este cuarto es 20160 Kg/mes de Jícama.

### **3.2.2 LAVADO**

En la etapa de lavado se realizara mediante agua a presión en un tanque plástico, con el fin de quitar la mayor cantidad de partículas adheridas a la Jícama como: tierra, hojas y resto de material extraño que pueda causar insalubridad al proceso, luego que es lavada se coloca en la banda transportadora. El control en esta etapa que se debe realizar es que la jícama, esté en buenas condiciones organolépticas para tener un buen producto.

### **3.2.3 BANDAS TRANSPORTADORAS**

Luego que la materia prima ha sido lavada será enviadas por medio de las bandas transportadoras hacia la peladora facilitando el transporte de la jícama, la longitud es de 4 metros, está hecha de algodón y tiene una capacidad máxima de transporte de hasta 250 Kg/h con este equipo se reducirá el tiempo y recursos económicos.

### **3.2.4 PELADORA**

Para la etapa de pelada de la Jícama se lo hará en una peladora por abrasión ya que al tener una cascara fina semejante a la de la papa va a ser fácil desprenderla, esta máquina opera a una capacidad de 120Kg/h pero su carga máxima es de 10 Kg es decir cada 5 minutos vuelve a cargar 10 Kg, trabaja a 250 rpm y con una potencia de 1HP, luego de esta etapa nos va quedar la Jícama pelada y como residuo las cascaras para posteriormente pasar a tratamiento químico.

### **3.2.5 TRATAMIENTO QUIMICO**

En esta etapa se inactiva las enzimas que causan el pardeamiento enzimático, para lo cual la Jícama totalmente pelada deberá pasar a un tanque de acero inoxidable ASTM 304 para ser sometidas a un baño inhibitor.

Se coloca la Jícama en el tanque luego se pondrá el agua hasta casi llenar el tanque, luego adicionamos los antioxidantes: ácido ascórbico al 0,10 %, ácido cítrico al 0,25 % y metabisulfito de sodio a 200 ppm, por media hora luego se pasa la Jícama tratada al extractor de jugo. El control que se debe hacer es sacar muestras aleatorias de la jícama y verificar si toda la carga pelada no tiene presencia o tendencia al pardeamiento (color oscuro).

### **3.2.6 EXTRACTOR DE JUGO**

Luego que la Jícama es tratada para evitar el pardeamiento enzimático se procederá a pasar al extracto de jugo, dentro de las principales características de este equipo podemos decir que opera a 2800 rpm y produciendo 110-140 Kg/h, luego de esta etapa vamos a tener el jugo de Jícama de color natural y como residuo el bagazo. El control que se debe efectuar es medir el ph del jugo para verificar que se encuentre en un valor aceptable para que no afecte en el sabor del caramelo.

### **3.2.7 MARMITA**

El concentrador ideal para le elaboración de caramelos será una marmita con agitación tipo rejilla de palas planas inclinadas de acero inoxidable ASTM 304 con un volumen necesario para la producción.

Este tanque trabaja con vapor generada por una caldera que genera 23,88 Kcal/h, en este equipo se puede tener aumento lento de calor sin que se quemara el contenido es por esto que es ideal para caramelos

Se debe controlar la temperatura la cual debe llegar a 90°C y 85° Brix por un tiempo de 30 minutos, luego se verifica el punto de caramelización, con la prueba de la gota que consiste en meter una gota de jarabe concentrado en un vaso con agua fría si se congela la gota (carameliza) se puede proceder a la descarga del jarabe en los moldes para dar el tamaño y forma deseada por el fabricante. El control más importante del proceso se encuentra en esta etapa en donde es fundamental controlar el tiempo de cocción para no tener caramelos extra duros, también se debe verificar la temperatura para no tener caramelos con mayor grados Brix ya que su sabor y color se vería afectado.

### **3.2.8 MOLDEADO**

Luego que ya hemos conseguido el Jarabe de Jícama que es la base final para nuestros caramelos, procedemos a colocarlos en los moldes de silicona en esta etapa debemos tener en cuenta, que las formas de los caramelos varía según el diseño cada uno de los moldes de silicona. se debe controlar la temperatura del caramelo antes de poner en los moldes, que tenga una temperatura alta casi con la que esta termino el proceso ya que al bajar la temperatura se solidifica causando problemas en los moldes.

### **3.2.9 DESMOLDEADO**

Luego que se deja por 30 a 40 minutos en los moldes se procede a sacar los caramelos de los moldes, debido a la flexibilidad de los moldes de silicona este proceso es rápido y tenemos un producto bien definido, con las características y tamaño ideal al que fue diseñado, posteriormente se le envía a la maquina empacadora en donde finaliza su proceso. se debe controlar que el caramelo tenga la forma del molde y que sea uniforme su peso y tamaño.

### **3.2.10 EMPACADO**

Luego que ya tenemos el caramelo endurecido se procede a empacarlo para lo cual utilizamos envoltura plásticas de caramelos para envolverlos individualmente y luego son empacados en fundas plásticas con cuarenta

unidades cada funda. Las principales características de esta máquina es que empaca de 200 – 550 por minuto.

### **3.2.11 ALMACENAMIENTO**

Luego que tenemos los caramelos con sus envolturas individuales, se colocan en fundas plásticas y estas en cartones para ser enviadas a la bodega para su posterior distribución. Se debe verificar que cada funda conste con el peso adecuado de caramelos.



### 3.2.12 ECUACIONES DE CÁLCULO PARA EL DISEÑO DE UN PROCESO PARA LA PRODUCCIÓN DE UN CAMELO DIETÉTICO A PARTIR DE LA JÍCAMA

#### 3.1.12.1 CUARTO DE ALMACENAMIENTO FRÍO

Para el cuarto de almacenamiento será necesario que tenga una capacidad de 20160 Kg de Jícama por mes.

De la ecuación (Ecuación 2.2.1)

$$\rho = 1,28 \frac{\text{Kg}}{\text{L}} \text{ (Obtenido en ensayos)}$$

$$\rho = \frac{m}{v}$$

$$v = \frac{m}{\rho}$$

(Ecuación 3.2.12.1)

$$V_c = l \times a \times h$$

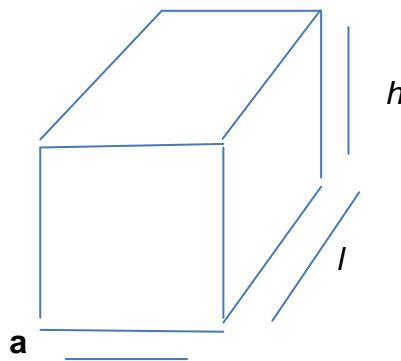
Dónde:

$V_c$  = volumen del cuarto frío

$l$  = largo (m)

$a$  = ancho (m)

$h$  = alto (m)

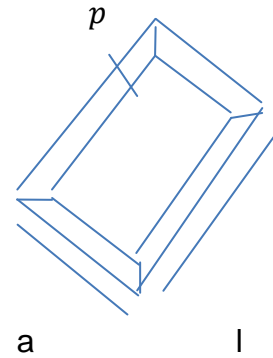


#### 3.2.12.2 TANQUE DE LAVADO

Para realizar el proceso de lavado se lo hace en un tanque plástico, y debe tener una capacidad de 120 Kg/h, es recomendado por el fabricante que los lados no dupliquen su medida teniendo las siguientes dimensiones:

(Ecu3.2.12.2)

$$VTP = l \times a \times p$$



**Dónde:**

VTP= volumen del tanque plástico

$l$ = largo (m)

$a$ = ancho (m)

$p$  = alto (m)

### 3.2.12.3 EQUIPO DE PELADO

Para la etapa del pelado no se tiene ecuaciones solamente se requiere una peladora por abrasión que tiene una capacidad de producción suficiente de 120 Kg/h y opera a 250rpm. (Ver Tabla 1.8.3)

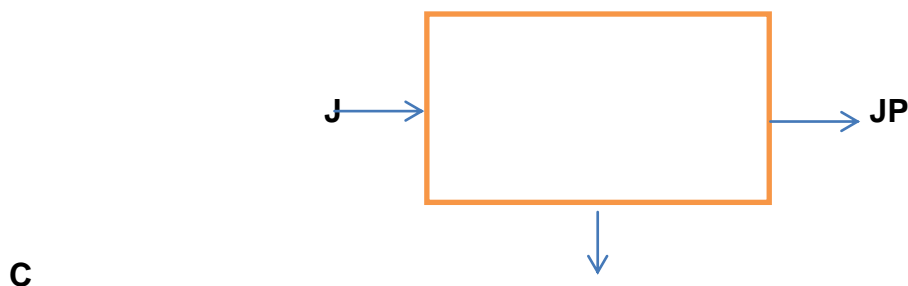
#### 3.2.12.3.1 BALANCE DE MASA

Se considera que tiene una pérdida de peso por la cascara de 22%(valor obtenido de ensayo).

**ENTRADA= SALIDA + ACUMULACION**

(Ecu 3.2.12.3.1)

$$J = JP + C$$



**Dónde:**

J= Jícama cosechada

JP=Jícama pelada

C= Cascara

### 3.2.12.4 TANQUE DE TRATAMIENTO QUIMICO

Se requiere de un tanque de acero inoxidable rectangular, es recomendado por el fabricante que los lados no dupliquen su medida, teniendo las siguientes dimensiones:

**(Ecu 3.2.12.4)**

$$VTI = l \times a \times h$$

**Dónde:**

VTI= volumen del tanque acero inoxidable

$l$  = largo (m)

$a$  = ancho (m)

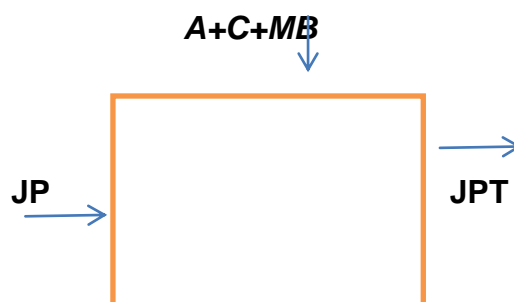
$h$  = alto (m)

#### 3.2.12.4.1 BALANCE DE MASA

**ENTRADA= SALIDA + ACUMULACION**

**(Ecu 3.2.12.4.1)**

$$JP + (A + C + MB) + W = W + JPT$$



$W \rightarrow$

**Dónde:**



A=Ácido Ascórbico

C=Ácido Cítrico

MB=Metabisulfito de sodio

JP=Jícama pelada

W=Agua

JPT=Jícama pelada y tratada químicamente

### 3.2.12.5 EXTRACCIÓN DEL JUGO DE JICAMA

Para el diseño de extractor no podemos mencionar ecuaciones solo las características mínima que debe cumplir que son:

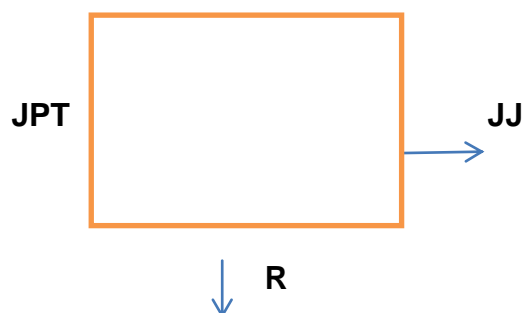
Debe opera a 2800 rpm y produciendo 80-100 Kg/h. (Ver Tabla 1.8.5)

#### 3.2.12.5.1 BALANCE DE MASA

**ENTRADA= SALIDA + ACUMULACION**

(Ecu 3.2.12.5.1)

$$JPT = JJ + R$$



**Dónde:**

JPT=Jícama tratada y pelada

JJ=Jugo de jícama

R=residuo (bagazo)

Considerando que se pierde un 14 % considerado bagazo, luego de salir cernido el jugo del extractor (valor obtenido en ensayos)

### **3.2.12.6 MARMITA**

Para el dimensionamiento de la marmita que para el diseño se lo llamara también (concentrador), este debe ser de acero inoxidable, deberá contar con un sistema de agitación y operara como un proceso continuo. Sus ecuaciones de cálculo se detallan a continuación:

#### **3.2.12.6.1 VOLUMEN DE LA MARMITA**

Se propone un volumen y este se multiplica por el factor de seguridad que es de 0,15

**(Ecuación 3.2.12.6.1)**

$$X = v \times 0,15$$

**Dónde:**

v= volumen asumido (L)

g= 0,15: factor de seguridad

X= volumen en litros (L)

#### **3.2.12.6.2 VOLUMEN TOTAL DE LA MARMITA**

**(Ecuación 3.2.12.6.2)**

$$V = v + X$$

**Dónde:**

V= volumen total (L)

v= volumen propuesto (para 120 Kg)

X=volumen en litros (L)

### **3.2.12.6.3 DIAMETRO TANQUE**

#### **3.2.12.6.3.1 RADIO DEL TANQUE**

**(Ecuación 3.2.12.6.3.1)**

$$r = \frac{\varnothing_i}{2}$$

**Dónde:**

r= radio de la marmita

$\varnothing_i$  = diámetro interno de la marmita

#### **3.2.12.6.4 ALTURA DEL TANQUE**

La altura del cilindro es la distancia entre las bases del tanque.

$$h = \frac{V}{\pi r^2} \text{ (Ecuación 3.2.12.6.4)}$$

**Dónde:**

h= altura del equipo (m)

V= volumen de la marmita (L)

r= radio del equipo (m<sup>2</sup>)

$\pi$ = constante

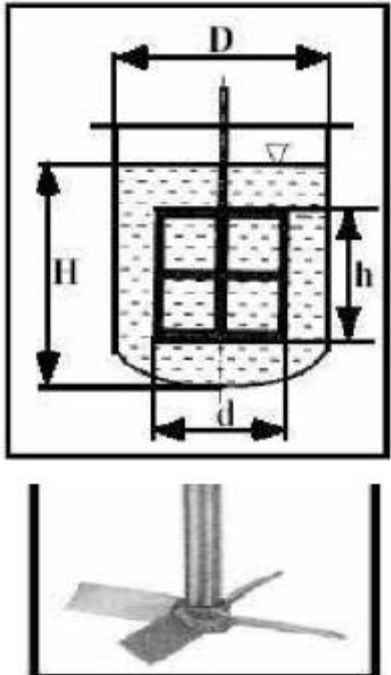
#### **3.2.12.6.5 SISTEMA DE AGITACION TIPO REJILLA DE PALAS PLANAS INCLINADAS**

El sistema de agitación se refiere mover forzosamente a un fluido realizado por medios mecánicos para generar un movimiento circulatorio en el interior del recipiente.

Los agitadores son dispositivos mecánicos que sirven para agitar fluidos con la ayuda de un motor y estos se dividen en dos clases. lo que genera corriente paralelo al eje agitador ( flujo axial) y los que da origen a corrientes en dirección


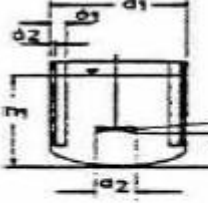
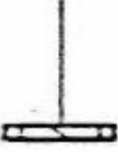
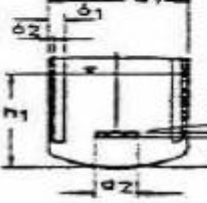

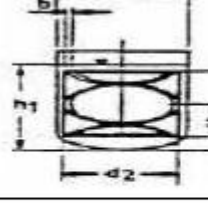

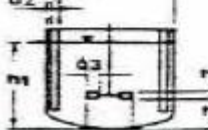
tangencial o radial (flujo radial). Dentro del sistema de agitación el rodete crea un modelo de flujo en el sistema, dando lugar a que el líquido circule a través del tanque.

**Tabla 3.2.12.6.5.1 Agitador tipo rejilla de palas planas inclinadas**

<b>Descripción</b>	Estructura de malla 4-6 palas rectas Angulo de inclinación de 45 °	
<b>Campo de flujo generado</b>	Axial/ radial	
<b>Régimen de flujo</b>	Transición	
<b>Velocidad tangencial</b>	3-15 m/s	
<b>Velocidad de medio</b>	Hasta 20 Pa.S	
<b>Posición del rodete d2/d1</b>	0,2 – 0,5 m (alejado de la pared)	
<b>Aplicación</b>	Homogenizar	

Fuente: <http://www.unizar.es/dctmf/jblasco/AFTAagitacion/index.htm>

Tabla 3.2.12.6.2 Dimensiones de los Sistemas de Agitación

DENOMINACIÓN	SÍMBOLO	GEOMETRIA
Agitador de Hélice		 $\begin{aligned} h_1 / d_1 &= 1.0 \\ d_2 / d_1 &= 0.33 \\ h_2 / d_1 &= 0.33 \\ \alpha &= 25^\circ \\ \delta_1 / d_1 &= 0.1 \\ \delta_2 / d_1 &= 0.02 \end{aligned}$
Agitador con palas planas inclinadas		 $\begin{aligned} h_1 / d_1 &= 1.0 \\ d_2 / d_1 &= 0.337 \\ h_2 / d_1 &= 0.17 - 0.34 \\ h_3 / d_2 &= 0.177 \\ \alpha &= 45^\circ \\ 6 \text{ Blätter} \\ \delta_1 / d_1 &= 0.1 \\ \delta_2 / d_1 &= 0.02 \end{aligned}$
Agitador Helicoidal		 $\begin{aligned} h_1 / d_1 &= 1.0 \\ d_2 / d_1 &= 0.98 \\ b / d_2 &= 0.1 \\ h_3 / d_2 &= 1.0 \\ s / d_2 &= 0.5 \\ h_2 / d_1 &= 0.01 \end{aligned}$
Agitador de palas planas		 $\begin{aligned} h_1 / d_1 &= 1.0 \\ d_2 / d_1 &= 0.33 \\ h_2 / d_1 &= 0.33 \\ h_3 / d_2 &= 0.2 \\ \delta_3 / d_2 &= 0.25 \\ \delta_1 / d_1 &= 0.1 \\ \delta_2 / d_1 &= 0.02 \end{aligned}$

Fuente: <http://www.unizar.es/dctmf/jblasco/AFTAagitacion/index.htm>

### 3.2.12.6.5.1 LONGITUD DEL BRAZO

Dentro del sistema de agitación el rodete crea un modelo de flujo en el sistema, dando lugar a que el líquido circule a través del tanque y nuevamente retorna rodete.

$$Lb = \frac{5}{8} \times \varnothing_i \text{ (Ecua 3.2.12.6.5.1)}$$

Dónde:

Lb=longitud del brazo (m)

$\varnothing_i$ = Diámetro interno de la marmita (m)



### 3.2.12.6.5.2 ESPESOR DEL AGITADOR

No exige una relación fija para la relación del rodete generalmente varía desde un sexto a un décimo de la longitud del brazo. Sin embargo la relación más estimada por Geankoplis.J,Pp 127 es:

(Ecuación 3.2.12.6.5.2)

$$Er = \frac{1}{10} \times Lb$$

**Dónde:**

$Er$  = espesor del rodete (m)

$Lb$  = longitud del brazo (m)

### 3.2.12.6.5.3 DIAMETRO DEL RODETE

Se emplea la siguiente ecuación:

(Ecuación 3.2.12.6.5.3)

$$\varnothing r = \frac{3}{4} \times \varnothing i$$

**Dónde:**

$\varnothing r$  = diámetro del rodete (m)

$\varnothing i$  = diámetro interno de la marmita (m)

### 3.2.12.6.5.4 DISTANCIA ENTRE EL FONDO DEL TANQUE Y EL RODETE

Para que exista una buena mezcla debe existir un buen espacio adecuado entre el fondo del tanque y el rodete para que todas las corrientes provocadas por la agitación puedan homogenizar completamente el líquido en el proceso.

**(Ecuación 3.2.12.6.5.4)**

$$X = h - Lb$$

**Dónde:**

X= distancia entre el fondo del tanque y el rodete

Lb= longitud del brazo (m)

h= altura del líquido (m)

**3.2.12.6.5.5 ALTO DE LA PALETA**

Se emplea la siguiente ecuación:

**(Ecuación 3.2.12.6.5.5)**

$$Ap = \frac{1}{5} x Lb$$

**Dónde:**

Ap= alto de la paleta (m)

Lb= longitud del brazo (m)

**3.2.12.6.5.6 DISTANCIA ENTRE REJILLAS DE LAS PALETAS**

Se utiliza la siguiente ecuación:

**(Ecuación 3.2.12.6.5.6)**

$$Xj = \frac{Lb}{4}$$

**Dónde:**

Xj= distancia entre rejillas (m)

4= es el número de paletas que tiene el agitador

Lb= longitud del brazo (m)

### 3.2.12.6.6 CALCULO DE LA POTENCIA DEL AGITADOR

El cálculo de la potencia consumida se hace a través de números adimensionales, relacionando por medio graficas de número de Reynolds y el número de potencia. Estas graficas dependerán de las características geométricas del agitador

#### 3.2.12.6.6.1 CALCULO DEL NÚMERO DE REYNOLDS

El número de Reynolds relaciona la densidad, la viscosidad, velocidad y dimensión típica de un flujo en una expresión adimensional, que intervienen en diferentes problemas de dinámica de fluidos. Aplicando la ecuación dada de McCabe Smith, Pp 275 tenemos:

(Ecuación 3.2.12.6.6.1)

$$NRe = \frac{\varnothing r^2 \times N \times \rho}{\mu}$$

Dónde:

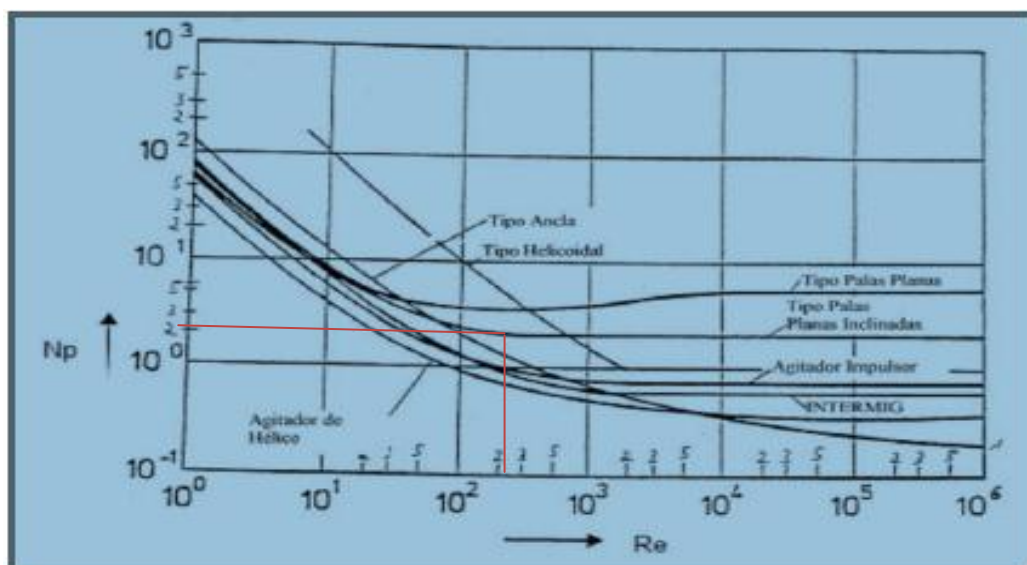
$\varnothing r^2$  = diámetro del rodete (m)

N = velocidad de rotación (rps)

$\rho$  = densidad del fluido (Kg/m<sup>3</sup>)

$\mu$  = viscosidad del fluido en (Kg/ms)

Grafica 3.2.12.6.6.1 Caracterización de la Potencia frente al Reynolds



**Npo:** Obtenida de la gráfica 3.2.12.6.6.1 se pasa a calcular la potencia del motor, mediante la siguiente ecuación:

### 3.2.12.6.6.2 POTENCIA DEL AGITADOR

(Ecuación 3.2.12.6.6.2)

$$P = \left(\frac{Npo}{gc}\right) \rho * N^3 * \varnothing r^5$$

**Dónde:**

Npo= Numero de potencia obtenida

gc= Factor gravitacional (Kg.m/N.s<sup>2</sup>)

N= Velocidad de rotación (rps)

$\rho$  =Densidad del fluido (Kg/m<sup>3</sup>)

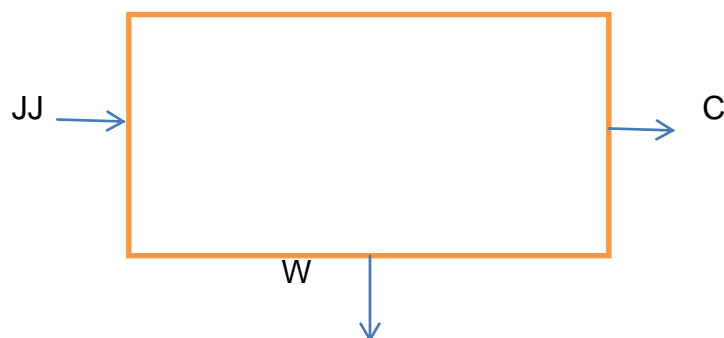
$\mu$  =Viscosidad del fluido (Kg/ms)

### 3.2.12.6.7 BALANCE DE MASA Y ENERGÍA DE LA MARMITA

#### 3.2.12.6.7.1 BALANCE DE MASA

Se basa en la conservación de la materia que establece que la masa de un sistema cerrado, permanece siempre. La masa que entra a un sistema debe salir del sistema o acumularse dentro de él por lo tanto:

**ENTRADA=SALIDA + ACUMULACION**



**BALANCE GENERAL**

**ENTRADA= SALIDA + ACUMULACION**

**(Ecu3.2.12.6.7.1)**

$$J = C + W$$

**Dónde:**

JJ= jugo de jícama L

C= jugo de jícama concentrado L

W= Agua evaporada L

### **3.2.12.6.7.1.1 MASA JUGO DE JÍCAMA**

**(Ecu3.2.12.6.7.1.1)**

$$m_J = \rho v$$

### **3.2.12.6.7.1.2 CALCULO DE LA MASA DEL JUGO CONCENTRADO DE JÍCAMA**

$$m_{JC} = \rho v \text{ (Ecu3.2.12.6.7.1.2)}$$

### **3.2.12.6.7.1.3 CALCULO DE LA MASA DE ALIMENTACION**

**(Ecu3.2.12.6.7.1.3)**

$$m_J = \sum Kg(m \text{ jugo de jicama})$$

### **3.2.12.6.7.1.4 CALCULO DE LA FRACCION MOLAR DE LA ALIMENTACION**

**(Ecu3.2.12.6.7.1.4)**

$$X_J = \frac{m_J}{m_J}$$

### **3.2.12.6.7.1.5 CALCULO DE LA FRACCION MOLAR DE JUGO DE JÍCAMA CONCENTRADO**

**(Ecu3.2.12.6.7.1.5)**

$$X_{JC} = \frac{m_{JC} \text{ Kg}}{m_J \text{ Kg}}$$

### 3.2.12.6.7.1.6 CALCULO DE LA FRACCION MOLAR DE AGUA EVAPORADA

(Ecuación 3.2.12.6.7.1.6)

$$X_W = X_J - X_{JC}$$

### 3.2.12.6.7.1.7 CALCULO DE LA MASA DE AGUA EVAPORADA

(Ecuación 3.2.12.6.7.1.7)

$$M_w = m_J * X_W$$

### 3.2.12.6.7.1.8 BALANCE DE MASA GENERAL

(3.2.12.6.7.1.8)

$$J - W = C$$

### 3.2.12.6.7.1.9 CALCULO DE LA CORRIENTE DE CONCENTRACION

(Ecuación 3.2.12.6.7.1.9)

$$Q = \frac{m_{JC}}{t}$$

### 3.2.12.6.7.2 BALANCE DE ENERGIA

La ecuación de balance de energía se expresa de la siguiente forma:

$$Q_{\text{ganado}} = Q_{\text{perdido}}$$

$$Q = Q_{H_2O} + Q_{\text{METAL}}$$

**Dónde:**

$Q_{\text{METAL}}$  = Flujo del calor del metal Kcal/h

$Q_{H_2O}$  = Flujo de calor del caldero Kcal/h

$Q$  = Flujo de calor necesario para calentar el jugo de jícama Kcal/h

### 3.2.12.6.7.2.1 CALCULO DEL FLUJO DE CALOR

(Ecuación 3.2.12.6.7.2.1)

$$Q = Q_{H_2O} + Q_{METAL}$$

### 3.2.12.6.7.2.2 CALCULO DEL FLUJO DE CALOR DEL METAL

(Ecuación 3.2.12.6.7.2.2)

$$Q_M = K * A * \Delta T$$

**Dónde:**

$K$  = Coeficiente de transmisión térmica del material  $\frac{W}{m^2} \text{ } ^\circ C$

$A$  = Área de transferencia de calor en  $m^2$

$\Delta T$  = Cálculo del gradiente de temperatura  $^\circ C$

### 3.2.12.6.7.2.3 CALCULO DEL GRADIENTE DE TEMPERATURA

(Ecuación 3.2.12.6.7.2.3)

$$\Delta T = T_c - T_F$$

**Dónde:**

$T_c$  = Temperatura del jugo concentrado  $^\circ C$

$T_F$  = Temperatura de alimentación (jugo)  $^\circ C$

### 3.2.12.6.7.2.4 CALCULO DEL AREA DE TRANSFERENCIA DE CALOR

(Ecuación 3.2.12.6.7.2.4)

$$A = 2\pi * r * h$$

**Dónde:**

$r$  = Radio de la marmita(m)

$h$  = Altura de la marmita (m)

### 3.2.12.6.7.2.5 CALCULO DEL COEFICIENTE GLOBAL DE TRANSFERENCIA DE CALOR

**(Ecuación 3.2.12.6.7.2.5)**

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

**(Ecuación 3.2.12.6.7.2.5.1)**

$$U = \frac{Q}{A * \Delta T}$$

**Dónde:**

$A$  = Area de transferencia de calor(m<sup>2</sup>)

$Q$  = Flujo de calor en  $\left(\frac{Kcal}{h}\right)$

$\Delta T$  = Diferencia de temperatura °C

$U$  = Coeficiente global de transferencia de calor  $\left(\frac{J}{m^2S\ ^\circ C}\right)$

### 3.2.12.7 MOLDES

Los moldes de silicón son muy higiénico y fácil de moldear y desmoldar para a producción requerida de Jícama va a generar un jarabe concentrado de jícama. El caramelo tiene las siguientes dimensiones ancho=20; largo=30; espesor=10 en milímetros.



### 3.2.12.7.1 CALCULO DEL VOLUMEN DEL CAMELO

Sabiendo que la densidad del caramelo es 0,66 g/cm<sup>3</sup> (dato obtenido en ensayo) y un peso de 4 gramos.

(Ecu 3.2.12.7.1)

$$V_c = \frac{m}{p}$$

Donde:

V<sub>c</sub>= Volumen del caramelo

m= masa del caramelo (Ver Tabla 2.3.2.6)

p= densidad del caramelo (Ver Tabla 2.3.2.6)

### 3.2.12.7.2 NUMERO DE CAMELOS POR HORA

Se tiene que por cada 120Kg/h se consigue 12,21Kg(12210g) Concentrado caramelo (ver cálculos)

(Ecu 3.2.12.7.2)

$$\#Caramelos = \frac{masa\ concentrada}{peso\ del\ caramelo}$$

### 3.2.12.7.3 VOLUMEN DE CAMELO POR HORA

(Ecu 3.2.12.7.3)

$$V_{tc} = \# de\ caramelos\ por\ hora * V_c$$

Dónde:

V<sub>tc</sub> = Volumen total de caramelo por hora

### 3.2.12.7.4 DIMENSIONES DE LAS PLANCHAS DE SILICONA

(Ecu 3.2.12.7.4)

$$VP = a + l + e$$

**Dónde:**

$VP$  =Volumen de la plancha de silicona (fabricante)

$a$ = ancho

$l$ = largo

$e$ = espeso

### **3.2.12.7.5 NÚMERO DE PLANCHAS DE SILICONA**

**(Ecuación 3.2.12.7.5)**

$$P = \frac{\text{Volumen total de caramelos por hora}}{\text{Volumen de la plancha de silicona}} * \text{\#horas trabajadas}$$

$$P = \frac{Vtc}{VP}$$

Dónde:

$VP$ = Volumen de las planchas de silicona

$Vtc$  = Volumen total de caramelo por hora

### **3.2.12.8 DESMOLDEADO**

En la etapa de desmoldeado su operación es manual y completamente aséptica y posteriormente son enviadas a la maquina empacadora.

### **3.2.12.9 MAQUINA EMPACADORA DE CAMELOS**

Para la maquina empacadora de caramelos no tiene ecuaciones solo sabemos que trabaja empacando 200 a 550 caramelos por minuto lo cual es suficiente para nuestra producción diaria. (Ver Tabla 1.8.9)

### 3.2.13 CALCULOS DE DISEÑO PARA LA PRODUCCION DE UN CAMELO DIETETICO A PARTIR DE LA JÍCAMA.

#### 3.2.13.1 CUARTO DE ALMACENAMIENTO FRIO

Para el cuarto de almacenamiento va a ser un cuarto frio para acumular una carga de 20160 Kg mensuales será necesario un cuarto de con las siguientes dimensiones.

$$\rho \text{ jícama} = 1,28 \text{ Kg/L}$$

$$\rho = \frac{m}{v}$$

$$v = \frac{m}{\rho}$$

$$v = \frac{20160 \text{ Kg} * L * 1m^3}{1,28 \text{ Kg} * 1000 \text{ L}}$$

$$v = 15,75 \text{ m}^3$$

$$v = 16m^3$$

**De la Ecu 3.2.12.1**

$$Vc = lxaxh$$

$$Vc = 4x2x2$$

$$Vc = 16 \text{ m}^3$$

#### 3.2.13.2 TANQUE DE LAVADO

Es necesario un tanque de las siguientes dimensiones.

$$\rho \text{ jícama} = 1,28 \text{ Kg/L}$$

$$v = \frac{m}{\rho}$$

$$v = \frac{120 \text{ Kg} * L * 1m^3}{1,28 \text{ Kg} * 1000 \text{ L}}$$

$$v = 0,094 \text{ m}^3$$

$$v = 0,10m^3$$

**De la Ecuación 3.2.12.2**

$$VTP = l \times a \times p$$

$$VTP = (0,50 \times 0,40 \times 0,50) m^3$$

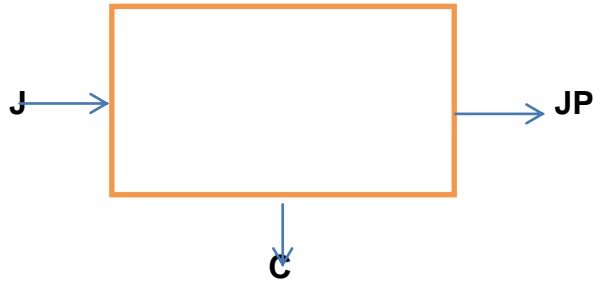
$$VTP = 0,10 m^3$$

### 3.2.13.3 EQUIPO DEPELADO

Se requiere una peladora por abrasión que tiene una capacidad de producción de 120 Kg/h y opera a 250rpm.

#### 3.2.13.3.1 BALANCE DE MASA

Se toma como base de cálculo de 120 Kg se considera que tiene una pérdida de peso por la cascara de 22% (dato obtenido en ensayo)



**ENTRADA = SALIDA + ACUMULACION**

**De la Ecuación 3.2.12.3.1**

$$J = JP + C$$

$$120Kg = (120 - 120Kg * 0,22) + C$$

$$C = 120Kg - (120Kg - 120Kg * 0,22)$$

$$C = 120Kg - (120Kg - 26,4 Kg)$$

$$C = 120Kg - (93,6 Kg)$$

$$C = 26,4 \text{ Kg}$$

$$J = JP + C$$

$$JP = J - C$$

$$JP = 120 \text{ Kg} - 26,4 \text{ Kg}$$

$$JP = 93,6 \text{ Kg}$$

### 3.2.13.4 TANQUE DE TRATAMIENTO QUIMICO

Se requiere un tanque con las siguientes dimensiones:

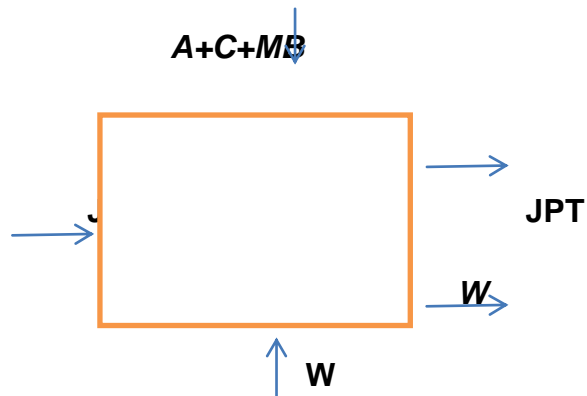
**De la Ecuación 3.2.12.4**

$$VTI = l \times a \times h$$

$$VTI = (0,50 \times 0,40 \times 0,50) \text{ m}^3$$

$$VTI = 0,10 \text{ m}^3$$

#### 3.2.13.4.1 BALANCE DE MASA



**De la Ecuación 3.2.12.4.1**

$$JP + (A + C + MB) + W = W + JPT$$

$$93,6 \text{ Kg} + (0,30 + 0,60 + 0,10) \text{ Kg} + 0,45 \text{ Kg} = 0,43 \text{ Kg} + JPT$$

$$93,6 \text{ Kg} + (0,30 + 0,60 + 0,10) \text{ Kg} + 0,45 \text{ Kg} - 0,43 \text{ Kg} = JPT$$

$$JPT = 93,6 \text{ Kg} + 1 \text{ Kg} + 0,45 \text{ Kg} - 0,43 \text{ Kg}$$

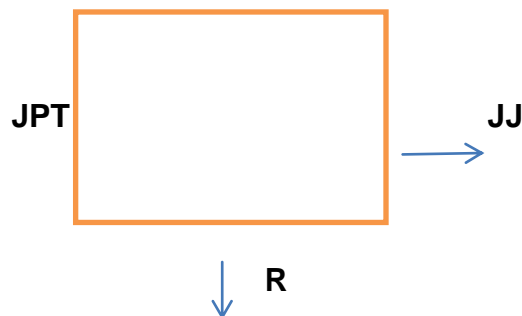
$$JPT = 94,62 \text{ Kg}$$

### 3.2.13.5 EXTRACION DEL JUGO DE JICAMA

Se requiere que el extractor de jugo opere a 2800 rpm y produciendo 80-100 Kg/h.

#### 3.2.13.5.1 BALANCE DE MASA

Considerando que se pierde un 14 % considerado bagazo luego de salir cernido el jugo del extractor.(Dato obtenido en ensayos)



De la (Ecu 3.2.12.5.1)

$$JPT = JJ + R$$

$$JPT = JJ + (JPT * 0,14)$$

$$JPT - (JPT * 0,14) = JJ$$

$$94,62 \text{ Kg} - (94,62 * 0,14) \text{ Kg} = JJ$$

$$JJ = 94,62 \text{ Kg} - 13,25 \text{ Kg}$$

$$JJ = 81,37 \text{ Kg}$$

### 3.2.13.6 MARMITA

Para el dimensionamiento del concentrador nos basamos en una marmita con agitación y sus ecuaciones de cálculo se detallan a continuación:

### 3.2.13.6.1 VOLUMEN DE LA MARMITA

Se propone un volumen de 70 litros.

En el balance de masa que se realiza en la extracción del jugo nos queda 81,37 Kg de jugo de jícama dividido para la densidad del jugo de jícama que es 1.12 Kg/L nos da un valor de 72,65 Litros.

**De la Ecuación 3.2.12.6.1**

$$X = v \times 0,15$$

$$X = 70 \times 0,15$$

$$X = 10,50 L$$

### 3.2.13.6.2 VOLUMEN TOTAL DEL TANQUE

**De la Ecuación 3.2.12.6.2**

$$V = v + X$$

$$V = 70 + 10,50$$

$$V = 80,50 L$$

### 3.2.13.6.3 DIAMETRO DE LA MARMITA

Se propone un diámetro interno de la marmita de **0,48 m**, referenciado por los fabricantes para volúmenes menores a 100 litros.

### 3.2.13.6.3.1 CALCULO DEL RADIO DE LA MARMITA

**De la Ecuación 3.2.12.6.3.1)**

$$r = \frac{\emptyset i}{2}$$

$$r = \frac{0,48}{2}$$

$$r = 0,24 \text{ m}$$

### 3.2.13.6.4 ALTURA DEL TANQUE

De la Ecuación 3.2.12.6.4

$$h = \frac{V}{\pi r^2}$$

$$h = \frac{80,50 \text{ L}}{\pi(0,24 \text{ m})^2} \times \frac{1 \text{ m}^3}{1000 \text{ L}}$$

$$h = 0,445 \text{ m}$$

Por condiciones de diseño la altura del tanque del medio de calentamiento se aumenta 0,005 m de la altura del tanque de alimentación un 0,02 m en el diámetro con respecto a la alimentación, por lo tanto se tiene.

$$h_T = (0,445 + 0,005) \text{ m} = 0,45 \text{ m}$$

$$\varnothing_{iT} = (0,48 + 0,02) \text{ m} = 0,50 \text{ m}$$

### 3.2.13.6.5 SISTEMA DE AGITACION TIPO REJILLA DE PALAS PLANAS INCLINADAS

#### 3.2.14.6.5.1 LONGITUD DEL BRAZO

De la Ecuación 3.2.12.6.5.1

$$L_b = \frac{5}{8} \times \varnothing_i$$

$$L_b = \frac{5}{8} \times 0,48$$

$$L_b = 0,3 \text{ m}$$



### 3.2.13.6.5.2 ESPESOR DEL AGITADOR

De la Ecuación 3.2.12.6.5.2

$$Er = \frac{1}{10} \times Lb$$

$$Er = \frac{1}{10} \times 0,3$$

$$Er = 0,03 \text{ m}$$

### 3.2.13.6.5.3 DIAMETRO DEL RODETE

De la Ecuación 3.2.12.6.5.3

$$\varnothing r = \frac{3}{4} \times \varnothing i$$

$$\varnothing r = \frac{3}{4} \times 0,50$$

$$\varnothing r = 0,38 \text{ m}$$

### 3.2.13.6.5.4 DISTANCIA ENTRE EL FONDO DEL TANQUE Y EL RODETE

De la Ecuación 3.2.12.6.5.4

$$X = h - Lb$$

$$X = 0,40 - 0,30$$

$$X = 0,10 \text{ m}$$

### 3.2.13.6.5.5 ALTO DE LA PALETA

De la Ecuación 3.2.12.6.5.5

$$Ap = \frac{1}{5} \times Lb$$

$$Ap = \frac{1}{5} \times 0,3$$

$$Ap = 0,06 m \simeq 0,10 m$$

### 3.2.13.6.5.6 DISTANCIA ENTRE REJILLAS

De la Ecu3.2.12.6.5.6

$$Xj = \frac{Lb}{4}$$

$$Xj = \frac{0,3}{4}$$

$$Xj = 0,075 m$$

### 3.2.13.6.6 CALCULO DE LA POTENCIA DEL AGITADOR

#### 3.2.13.6.6.1 CALCULO DEL NÚMERO DE REYNOLDS

De la Ecu3.2.12.6.6.1)

$$NRe = \frac{\varnothing r^2 x Nxp}{\mu}$$

$$NRe = \frac{(0,38m)^2 x 0,8 s x 1300 \frac{Kg}{m^3}}{0,732 \frac{Kg}{ms}}$$

$$NRe = \frac{(0,38m)^2 x 0,8 s x 1300 \frac{Kg}{m^3}}{0,732 \frac{Kg}{ms}}$$

$$NRe = 205,16$$

$$NRe = 2,05 x 10^2$$

#### 3.2.13.6.6.2 CALCULO DE LA POTENCIA DEL AGITADOR

De la gráfica 3.2.13.6.6.1 se obtiene  $Npo = 21$

**(Ecuación 3.2.12.6.6.2)**

$$P = \left(\frac{Np_0}{gc}\right) p * N^3 * \varnothing r^5$$

$$P = \left(\frac{21}{1}\right) 1300 * (0,8)^3 * 0,38^5$$

$$P = 110,75 \text{ W}$$

$$P = 0,11 \text{ KW}$$

$$P = 110,75 \text{ W} * \frac{1 \text{ HP}}{746 \text{ W}}$$

$$P = 0,15 \text{ HP}$$

**Por factor de seguridad se utiliza un 10%**

$$P = 0,15 \text{ HP} * 0,10$$

$$P = 0,015 \text{ Hp}$$

$$P = 0,11 \text{ KW} * 0,10$$

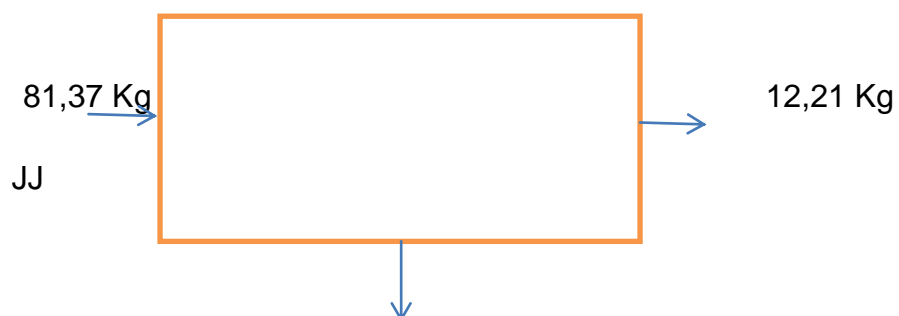
$$P = 0,011 \text{ KW}$$

### 3.2.13.6.7 BALANCE DE MASA Y ENERGÍA

#### 3.2.13.6.7.1 BALANCE DE MASA

Sabiendo que por cada Kg de Jícama se obtiene 0,6285 litros de jugo de Jícama. Tomando como base 120 kg de Jícama produciendo 62,85 litros de jugo de Jícama, para realizar el balance de masa lo aproximamos a 65 litros:

**ENTRADA=SALIDA + ACUMULACION**



W

**ENTRADA= SALIDA + ACUMULACION**

**(Ecuación 3.2.12.6.7.1)**

$$JJ = C + W$$

**3.2.13.6.7.1.1 MASA JUGO DE JÍCAMA**

**(Ecuación 3.2.12.6.7.1.1)**

$$m_{JJ} = 81,37 \text{ Kg}$$

**3.2.13.6.7.1.2 MASA DEL JUGO CONCENTRADO DE JÍCAMA**

**(Ecuación 3.2.12.6.7.1.2)**

$$m_{JC} = 12 \text{ Kg}$$

**3.2.13.6.7.1.3 CALCULO DE LA MASA DE ALIMENTACION**

**(Ecuación 3.2.12.6.7.1.3)**

$$m_J = \sum \text{Kg}(m \text{ jugo de jicama})$$

$$m_{JJ} = 81,37 \text{ Kg}$$

**3.2.13.6.7.1.4 CALCULO DE LA FRACCION MOLAR DE LA ALIMENTACION**

**(Ecuación 3.2.12.6.7.1.4)**

$$X_{JJ} = \frac{m_J}{m_J}$$

$$X_{JJ} = \frac{81,37 \text{ Kg}}{81,37 \text{ Kg}}$$

$$X_{JJ} = 1$$

### 3.2.13.6.7.1.5 CALCULO DE LA FRACCION MOLAR DE JUGO DE JÍCAMA CONCENTRADO

(Ecu 3.2.12.6.7.1.5)

$$X_{JC} = \frac{m_{JC} \text{ Kg}}{m_J \text{ Kg}}$$

$$X_{JC} = \frac{12 \text{ Kg}}{81,37 \text{ Kg}}$$

$$X_{JC} = 0,15$$

### 3.2.13.6.7.1.6 CALCULO DE LA FRACCION MOLAR DE AGUA EVAPORADA

(Ecu 3.2.12.6.7.1.6)

$$X_W = X_J - X_{JC}$$

$$X_W = 1 - 0,15$$

$$X_W = 0,85$$

### 3.2.13.6.7.1.7 CALCULO DE LA MASA DE AGUA EVAPORADA

(Ecu 3.2.12.6.7.1.7)

$$M_w = m_J \cdot X_W$$

$$M_w = 81,37 \text{ Kg} \cdot 0,85$$

$$M_w = 69,16 \text{ Kg}$$

### 3.2.13.6.7.1.8 BALANCE DE MASA GENERAL

(Ecu 3.2.12.6.7.1.8)

$$J - W = C$$

$$(81,37 - 69,16) \text{ Kg} = C$$

$$C = 12,21 \text{ Kg}$$

### 3.2.13.6.7.1.9 CALCULO DE LA CORRIENTE DE CONCENTRACION

(Ecu3.2.12.6.7.1.9)

$$Q = \frac{mJC}{t}$$

$$Q = \frac{12,21 \text{ Kg}}{30 \text{ min}}$$

$$Q = 0,41 \text{ Kg/min}$$

### 3.2.13.6.7.2 BALANCE DE ENERGIA

La ecuación de balance de energía se expresa de la siguiente forma:

$$Q_{\text{ganado}} = Q_{\text{perdido}}$$

#### 3.2.13.6.7.2.1 CALCULO DEL FLUJO DE CALOR

(Ecu 3.2.12.6.7.2.1)

$$Q = Q_{\text{H}_2\text{O}} + Q_{\text{METAL}}$$

$$Q = 23,88 + 715,59 \text{ Kcal/h}$$

$$Q = 739,47 \text{ Kcal/h}$$

#### 3.2.13.6.7.2.2 CALCULO DEL FLUJO DE CALOR DEL METAL

(Ecu 3.2.12.6.7.2.2)

$$Q_M = K * A * \Delta T$$

$$Q_M = 16,28 \frac{W^{\circ}C}{m^2} * 0,71 m^2 * 72^{\circ}C$$

$$Q_M = 16,28 \frac{W^{\circ}C}{m^2} * 0,71 m^2 * 72^{\circ}C$$

$$Q_M = 16,28 \frac{W^{\circ}C}{m^2} * 0,71 m^2 * 72^{\circ}C$$

$$QM = 832,23 W \frac{1KW}{1000W}$$

$$QM = 0,832 KW \frac{1Kcal/h}{0,001163 KW}$$

$$QM = 715,59 Kcal/h$$

### 3.2.13.6.7.3 CALCULO DEL GRADIENTE DE TEMPERATURA

(Ecuación 3.2.12.6.7.2.3)

$$\Delta T = T_c - T_F$$

$$\Delta T = 90 - 18$$

$$\Delta T = 72 \text{ } ^\circ\text{C}$$

### 3.2.13.6.7.4 CALCULO DEL AREA DE TRANSFERENCIA DE CALOR

(Ecuación 3.2.12.6.7.2.4)

$$A = 2\pi * r * h$$

$$A = 2\pi * 0,25 * 0,45$$

$$A = 0,71 \text{ m}^2$$

### 3.2.13.6.7.5 CALCULO DEL COEFICIENTE GLOBAL DE TRANSFERENCIA DE CALOR

(Ecuación 3.1.13.6.7.2.5)

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

(Ecuación 3.1.13.6.7.2.5.1)

$$U = \frac{Q}{A * \Delta T}$$

$$U = \frac{739,47 Kcal/h}{0,71 \text{ m}^2 * 72 \text{ } ^\circ\text{C}} * \frac{1,163 \frac{J}{\text{m}^2\text{S}^\circ\text{C}}}{1 \frac{Kcal}{\text{hm}^2\text{ } ^\circ\text{C}}}$$

$$U = 16,82 J/\text{m}^2\text{S}^\circ\text{C}$$

### 3.2.13.7 MOLDES

#### 3.2.13.7.1 CALCULO DEL VOLUMEN DEL CAMELO

Sabiendo que la densidad del caramelo es 0,66 g/cm<sup>3</sup> y el peso del caramelo 4 gramos.

(Ecuación 3.2.12.7.1)

$$V_c = \frac{m}{p}$$

$$V_c = \frac{4g * cm^3}{0,66g}$$

$$V_c = 6,06 cm^3$$

Dimensión del caramelo=ancho=largo y espesor

$$a=2$$

$$l=3$$

$$e=1$$

$$\text{Dimensión del caramelo} = (2*3*1) cm^3$$

Dimensión del caramelo=6cm<sup>3</sup>

#### 3.2.13.7.2 CALCULO DEL NÚMERO DE CAMELO POR HORA

(Ecuación 3.2.12.7.2)

$$\#Caramelos = \frac{\text{masa concentrada}}{\text{peso del caramelo}}$$

$$\#Caramelos = \frac{12210 g}{4 g}$$

$$\#Caramelos = 3053 caramelos$$



### 3.2.13.7.3 CALCULO DEL VOLUMEN DE CAMELO POR HORA

(Ecuación 3.2.12.7.3)

$$V_{tc} = \# \text{ de caramelos por hora} * V_c$$

$$V_{tc} = 3053 * 6,06 \text{ cm}^3$$

$$V_{tc} = 18501,18 \text{ cm}^3$$

### 3.2.13.7.4 CALCULO DE LAS DIMENSIONES DE LAS PLANCHAS DE SILICONA

(Ecuación 3.2.12.7.4)

$$VP = a * l * e$$

$$VP = (60 * 100 * 1) \text{ cm}$$

$$VP = 6000 \text{ cm}^3$$

### 3.2.13.7.5 CALCULO DEL NÚMERO DE PLANCHAS DE SILICONA

(Ecuación (Ecuación 3.2.12.7.5))

$$P = \frac{\text{Volumen total de caramelos por hora}}{\text{Volumen de la plancha de silicona}} * \# \text{ horas trabajadas}$$

$$P = \frac{VP}{V_{tc}} * 8h$$

$$P = \frac{18501,18 \text{ cm}^3}{6000 \text{ cm}^3} * 8h$$

$$P = 3,08 * 8h$$

$$P = 24,67$$

$$P = 25$$

### 3.2.13.8 DESMOLDEADO

En la etapa de desmoldeado su operación es manual y completamente aséptica y posteriormente son enviadas a la máquina empacadora.

### **3.2.13.9 MAQUINA EMPACADORA DE CAMELOS**

Para la maquina empacadora de caramelos no tiene ecuaciones, solo sabemos que trabaja empacando de 200 a 550 caramelos por minuto lo cual es suficiente para nuestra producción diaria.

### 3.3 RESULTADOS

#### 3.3.1 CARACTERIZACION DEL CAMELO DE JICAMA

Tabla 3.3.1 Análisis de los Caramelos de Jícama

ENSAYO	VALOR
Por cada Kg de Jícama se obtiene	144,57 ml Jarabe concentrado(caramelo)
Por cada Kg de Jícama se obtiene	0,188 Kg Jarabe concentrado(caramelo)
Determinación del rendimiento del caramelo de jícama	14,46%
Contenido de sólidos solubles en el jarabe de la Jícama.	83° Brix
Ph	6,28
Acidez	0,075 %
Azucares totales	43%
Azucares Reductores	3,5%
FOS	39,5 g/100g
Calorías producidas	79 cal/g

### 3.3.2 RESULTADOS DEL DIMENSIONAMIENTO DE LOS EQUIPOS

Tabla 3.3.2 Características de los equipos

EQUIPOS	DESCRIPCION	INDICADOR	UNIDAD	DIMENSIONES
<b>Cuarto frio</b>	Acero inoxidable	304	m	<b>16 m<sup>3</sup></b>
<b>Banda Transportadora</b>	Material	Algodón	Textura	
	Superficie	Rugosa	Textura	
<b>Tanque</b>	Plástico	Polipropileno	m <sup>3</sup>	<b>0,10 m<sup>3</sup></b>
<b>Peladora</b>	Potencia	1	HP	
	Revoluciones	250	rpm	
	Voltaje	230 – 400	Volteos	
	Peso	37	Kg	
<b>Tanque</b>	Acero Inoxidable	304	ASTM	<b>0,10 m<sup>3</sup></b>
	Capacidad	150	Kg	
<b>Extractor</b>	Revoluciones	2800	rpm	
	Potencia	370	W	
	Capacidad	110- 140	Kg/h	
<b>Marmita</b>	Acero Inoxidable	304	ASTM	<b>80,50 L</b>
	Volumen total	80,5	L	
	Altura	0,50	m	
	Radio	0,24	m	
	Longitud del brazo	0,3	m	
	Espesor del agitador	0.03	m	

	Diámetro del rodete	0.38	m	
	Distancia entre el fondo del tanque y el rodete	0.10	m	
	Alto de la paleta	0.10	m	
	Distancia entre rejillas de las paletas	0.075		
	Potencia	0.015	Hp	
<b>Moldes</b>	Silicona	1	cm <sup>3</sup>	<b>6000cm<sup>3</sup></b>
<b>Empacadora</b>	Proveedor de potencia	380/50	V/Hz	
		3	KW	
	Potencia total	100	Kg	
	Peso total			

### 3.3.3 AREA NECESARIA PARA LA IMPLEMENTACION DE LA PLANTA

Tabla 3.3.3 Áreas necesarias para la implementación de la Planta.

ZONA/EQUIPO	AREA NECESARIA (m2)
Cuarto frio	9
Banda transportadora	16
Tanque plástico	3
Peladora	2
Tanque de acero inoxidable	3

Extractor	2
Marmita + caldera	4
Moldeado y desmoldeado	8
Empacadora	8
Separaciones de equipos	20
<b>TOTAL</b>	<b>75 m2</b>

Se requiere un área aproximada de 75 m<sup>2</sup> para la implementación de los equipos para la elaboración de los caramelos dietéticos en la planta, pero el área de oficinas, servicios básicos, laboratorio, bodega, etc. No han sido consideradas sus áreas necesarias por este motivo, se propone que el terreno debe quintuplicar su área requerida en Línea Principal del Proceso, es decir 375 m<sup>2</sup> para tener un ambiente ergonómico de producción higiénica y de calidad. Esta Planta debe ser construida en zonas aledañas a plantaciones de Jícama para facilitar su transporte y bajar costo de materia prima.

### **3.4 PRESUPUESTO DE LOS COSTOS DE IMPLEMENTACION DE LA PLANTA ELABORADORA DE CAMELOS DIETETICOS A PARTIR DE LA JÍCAMA.**

Se considera importante determinar los costos que representa el montaje de esta planta de caramelos dietéticos de Jícama, para lo cual se realizara un presupuesto que se requiere para esta planta.

Con base a los datos obtenidos en la elaboración de los caramelos dietéticos a escala de laboratorio, se ha dimensionado su proceso a escala industrial para la obtención de este producto, en donde se consideran los equipos, área de terreno, mano de obra para la construcción y material de construcción.

### 3.4.1 COSTOS DE EQUIPOS PARA LA ELABORACION DE CAMELOS

La Tabla 3.3.1 contiene el costo de los equipos que son necesarios para llevar a cabo la elaboración del caramelo dietético, teniendo una depreciación mensual de \$ 45.75

**Tabla 3.4.1 Costo de equipos**

EQUIPOS	CANTIDAD	PRECIO \$	TOTAL \$
Banda Transportadora	2	1000	2000
Peladora	1	850	850
Tanque plástico	1	180	180
Tanque de acero inoxidable	1	520	520
Extractor	1	500	500
Marmita	1	1200	1200
Moldes	25	20	500
Empacadora	1	750	610
<b>TOTAL</b>			<b>\$ 6360</b>

✓ **Depreciación de los equipos y materiales.**

\$ 6360dolares con vida útil de 10 años.

Depreciación equipos y materiales=\$ 6360

Vida útil 10 años

Vida residual:  $6360 \times 10\% = \$ 636$

Valor de depreciación:  $6360 - 636 = \$ 5724$

Depreciación anual:  $5724 \times 10\% = \$ 572,4$

**Depreciación mensual:  $572,4/12= \$ 47,7$**

### **3.4.2 COSTO DE TERRENO**

La Tabla 3.3.2 detalla el área necesaria para la instalación de la planta así como el costo del terreno depreciado que es \$ 28,13 se debe tomar en cuenta que para bajar costo se debe ubicar la planta cerca de las zonas donde se produce la Jícama y mucho mejor si cuenta con sus propias zonas de cultivo.

**Tabla 3.4.2 del Costo de adquisición del terreno**

<b>ÁREA DEL TERRENO(m<sup>2</sup>)</b>	<b>COSTO DEL m<sup>2</sup> DEL TERRENO</b>	<b>PRECIO TOTAL</b>
<b>375</b>	<b>\$ 20</b>	<b>\$ 7500</b>

✓ **Depreciación del terreno.**

$$375m^2 \frac{\$20}{1m^2} = \$ 7500$$

Vida útil: 20 años

Vida residual:  $\$7500 \times 10\% = \$ 750$

Valor a depreciar:  $\$ 7500 - \$ 750 = \$ 6750$

Costo anual: 5% del valor de depreciación

$6750 \times 5\% = \$337,5$

**Costo de infraestructura mensual:**

**$337,5/12= \$ 28,13$**

### **3.4.3 COSTO DE MANO DE OBRA PARA LA CONSTRUCCION**

La Tabla 3.3.3 contiene el personal necesario para la construcción de la Planta, en donde se requiere de personal de la construcción conformado por un director



de obra y 4 albañiles los mismo que tiene los siguientes ingresos por un año de planificación de la construcción.

**Tabla 3.4.3 Mano de obra**

PERSONAS	CANTIDA D	SUELDO MENSUAL (\$)	HORAS EMPLEAD AS	VALOR(\$) TOTAL
Albañiles	4	400	8	1600
Supervisor	1	480	8	480
<b>SUBTOTAL</b>	<b>5</b>			<b>2080</b>
<b>TOTAL</b>				<b>\$ 16640</b>

Sueldo mensual de trabajadores= (sueldo de 4 albañiles + sueldo de 1 supervisor)

Sueldo mensual de trabajadores \$ 2080 x 8 meses

**Sueldo mensual de trabajadores \$ 16640**

#### 3.4.4 COSTO DE MATERIALES PARA LA CONSTRUCCION

**Tabla 3.4.4Material de Construcción**

MATERIAL	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO (\$)	VALOR TOTAL
Cemento	400 Kg	7.20	2880
Varilla	125 Kg	48.0	6000
Ladrillos	30000 u	0,10	3000
Tubería	400 m	5.0	2000
Zinc	160 m	9	1440
Cables	300 m	30	9000

<b>Subtotal</b>	24320
<b>Extras 10%</b>	2432
<b>TOTAL</b>	<b>\$ 26752</b>

### 3.4.5 COSTOS QUE REPRESENTA LA CONSTRUCCIÓN E IMPLEMENTACION DE PLANTA ELABORADORA DE CAMELO DIETÉTICO A PARTIR DE LA JÍCAMA

Tabla 3.4.5 Costos de la implementación de la Planta

<b>AREA</b>	<b>VALOR (\$) TOTAL</b>
<b>Equipos</b>	6360
<b>Terreno</b>	7500
<b>Mano de obra</b>	16640
<b>Materiales de construcción</b>	26752
<b>TOTAL</b>	<b>57252</b>

### 3.5 ANALISIS DE RESULTADOS

Con los datos obtenidos en el laboratorio se pudo dimensionar a escala industrial una planta de producción de caramelos dietéticos la misma que tiene un costo de construcción de implementación de \$ 57252 podemos dar como un proyecto rentable a largo plazo, la empresa tendrá una producción 120 Kg/h de jícama dando 12,21 Kg/h de Jarabe concentrado(caramelo) teniendo un rendimiento de 10,18%.El principal equipo dentro de la elaboración del caramelo es la marmita que tiene capacidad de concentración de 80,5 litros el mismo que cuenta con un sistema de agitación tipo rejilla de palas planas inclinadas con un tiempo de cocción de 30 minutos y llegando a 85 grados Brix.

# **CAPITULO IV**

## **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

#### **4.1 CONCLUSIONES**

- ✓ La composición más óptima es trabajar con Jícamas a una temperatura de 90°C, por un tiempo de 30 min y que llegue a unos 85°Brix.
- ✓ El caramelo de Jícama tiene 39,5 g FOS no productores de calorías generando 79 cal/g de caramelo como se tiene un peso del caramelo de 4 gramos, genera en total de 316 calorías, tomando estas calorías como parte de fibra de esta raíz (hidrosoluble).
- ✓ Para la elaboración del caramelo dietético las etapas en la (línea principal del proceso) LPP son: almacenamiento, lavado, pelado, tratamiento químico, extracción de jugo, concentrador, moldeado, des moldeado, empacado y almacenamiento.
- ✓ Se determinó que las variables más importantes a controlar en LPP son el tiempo de cosecha de 8 a 10 meses, pH del jugo de jícama casi neutro, tiempo de cocción de 30 minutos, una temperatura de 90° C y mínimo 85 °Brix.

#### **4.2 RECOMENDACIONES**

- Tener en cuenta que el tratamiento químico es necesario para mantener el color original de la Jícama, para dar un aspecto más agradable al consumidor final pero se puede probar con Jícama sin ser tratada químicamente y evaluar sus características.
- Realizar otras formulaciones de caramelos con esencias, colorante, etc. Para mejorar el aspecto físico y sabor del caramelo.
- Buscar nuevas alternativas de productos naturales con FOS, para realizar producto de diferentes características con bajas calorías para personas con diabetes o que no requieran en su dieta altas calorías.
- La construcción de la Planta no consta la construcción de oficinas, servicios básicos, laboratorio, bodega, etc. Tomar en cuenta que deben ser implementadas.

## BBLIOGRAFIA

**ALVARADO, J.** (1996). Principios de Ingeniería Aplicada a Alimentos. Ambato-Ecuador: División de Artes Gráficas.

**ESPÍN, S.** et al. (2000). Composición Química de siete Especies de Raíces y Tubérculos Andinos. In: Raíces y tubérculos Andinos. Alimentos de ayer para la gente de hoy. Recetas para una alimentación Sana y Nutritiva. Publicación miscelánea N° 114. INIAP. Quito, Ecuador. pp 44.

<http://turnkey.taiwantrade.com.tw/showpage.asp?subid=010&fdname=FOOD+MANUFACTURING&pagename=Planta+de+produccion+de+caramelos>**FARTIL. A.** (2009). Proyectos preliminares para plantas industriales. Recuperado en: 18 de Octubre del 2013

**JAIME, L.** et al. Effect of Storage on Fructan and Fructooligosaccharide of Onion (*Allium cepa*L.). In: American Chemical Society. 2001. pp 20-35.

<http://books.google.com.ec/books?id=zpMzAQAAMAAJ&printsec=frontcover&hl=es#v=onepage&q&f=false>**MARCIAL.N.** (2008). Desarrollo de tecnología para la Elaboración de Jarabes. Recuperado en: 12 de Octubre del 2013

**MCCABE, W.** (2002). Operaciones Unitarias en Ingeniería Química. México: Grijalbo.

<http://www.contactopyme.gob.mx/guiasempresariales/guias.asp?s=14&guia=11&girono=1&ins=695>**RENINGER. S.** (2011). Elaboración de caramelos. Recuperado en: 15 de Octubre del 2013

**SÁNCHEZ, R.; MADRID, J.** (2004). Enciclopedia de la nutrición. F. De la Orden.; V. Álvarez (eds). Bogotá, Colombia, Espasa Calpe, S.A. v.1, 210 p.

**SEMINARIO, J.; VALDERRAMA, M.; MANRIQUE, I.**( 2003). El yacón: fundamentos para el aprovechamiento de un recurso promisorio. Centro Internacional de la papa (CIP), Universidad Nacional de Cajamarca, Agencia Suiza para el desarrollo y la Cooperación (COSUDE), Lima, Perú. 60 p.

**TAPIA, M.** (1990). Cultivos Andinos sus explotados y su Aporte en la Alimentación. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la alimentación (FAO). Oficina Regional para América Latina y el Caribe. Perú. pp 77.

**VILLACRÉS, E.** (1999). La Jícama y su Potencial en el Campo Alimenticio. In: Revista Informativa del Instituto Nacional de Investigaciones, INIAP. N° 11. Ecuador. pp 11.

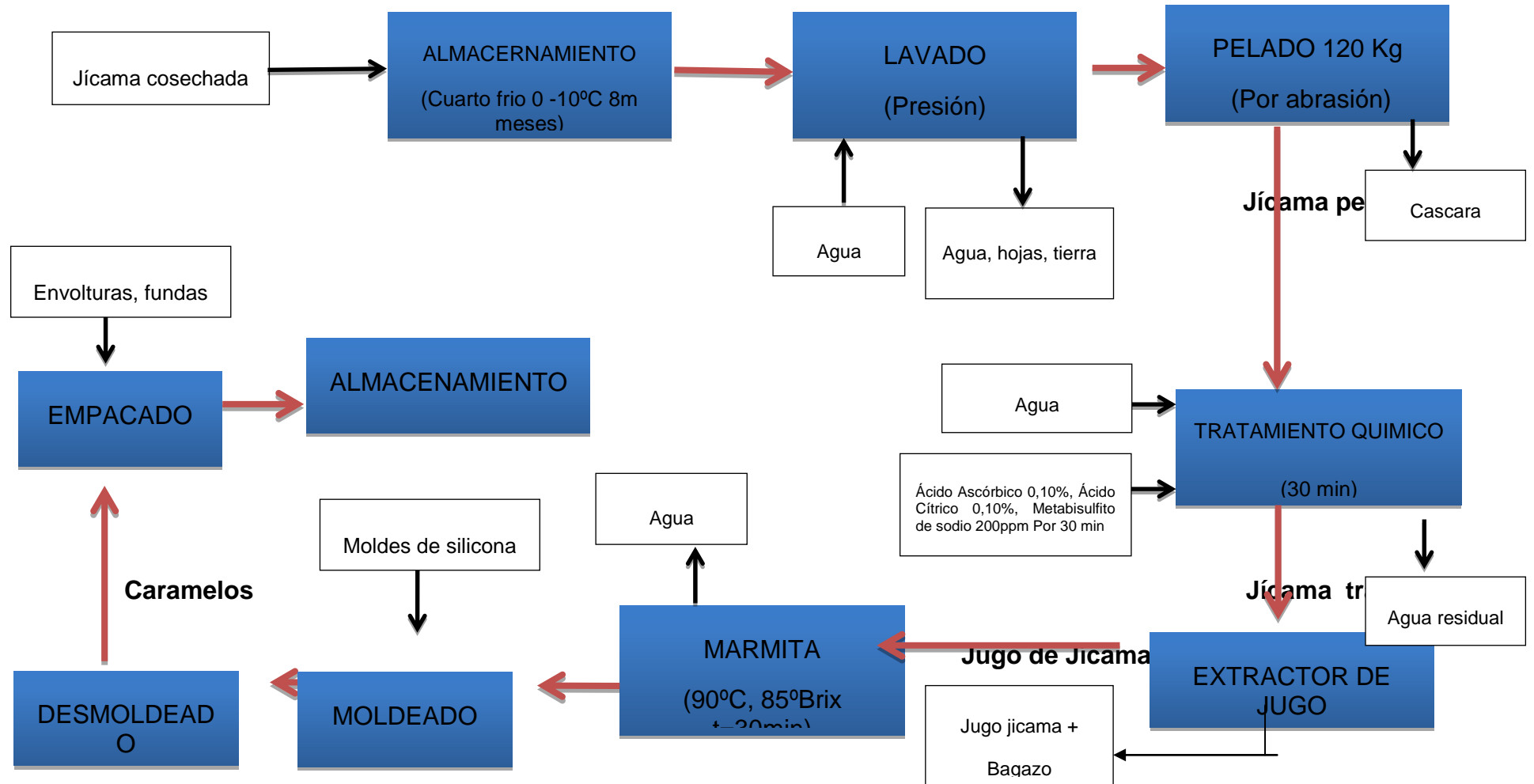
**VILLACRES, E & MARCIAL, N.** (2006). Estudio y aprovechamiento de las propiedades funcionales de la jícama (*Smallanthus sonchifolia*) pp. 36-41. Lourdes <http://orton.catie.ac.cr/cgi-bin/wxis.exe/?IsisScript=PADIPR.xis&method=post&formato=2&cantidad=1&expresion=mfn=006563>

**WELTY, W.** (2006). Fundamentos de Transferencia de Momento de Calor y Masa. México -D.F. México: Noriega.

# ANEXOS

# ANEXO I

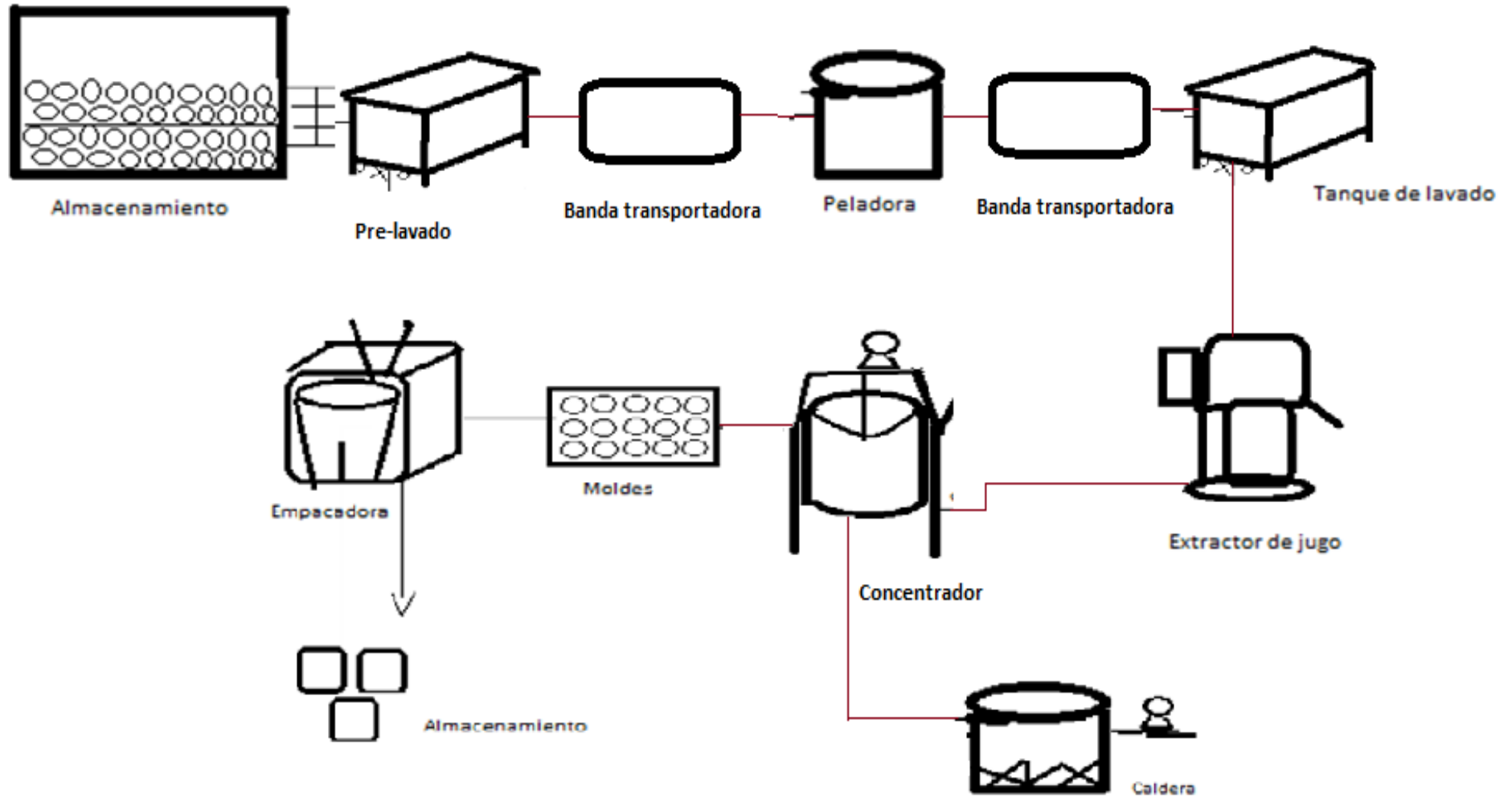
## DIAGRAMA DE FLUJO PROPUESTO PARA LA OBTENCION DE UN CAMELO DIETETICO A PARTIR DE LA JÍCAMA





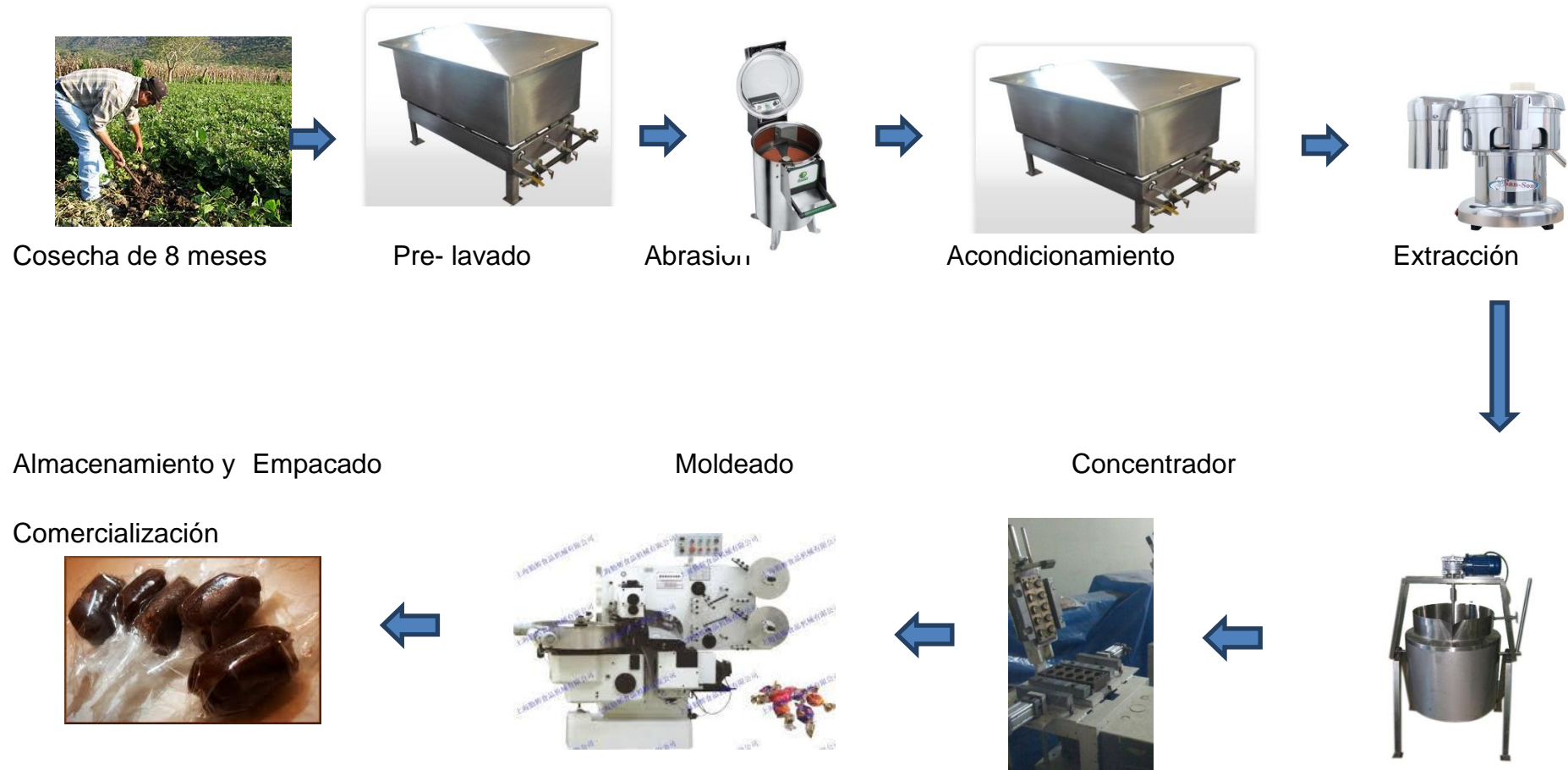
## ANEXO II

### DIAGRAMA PI &PID DEL PROCESO DE ELBORACION DE CAMELO DE JÍCAMA PROPUESTO



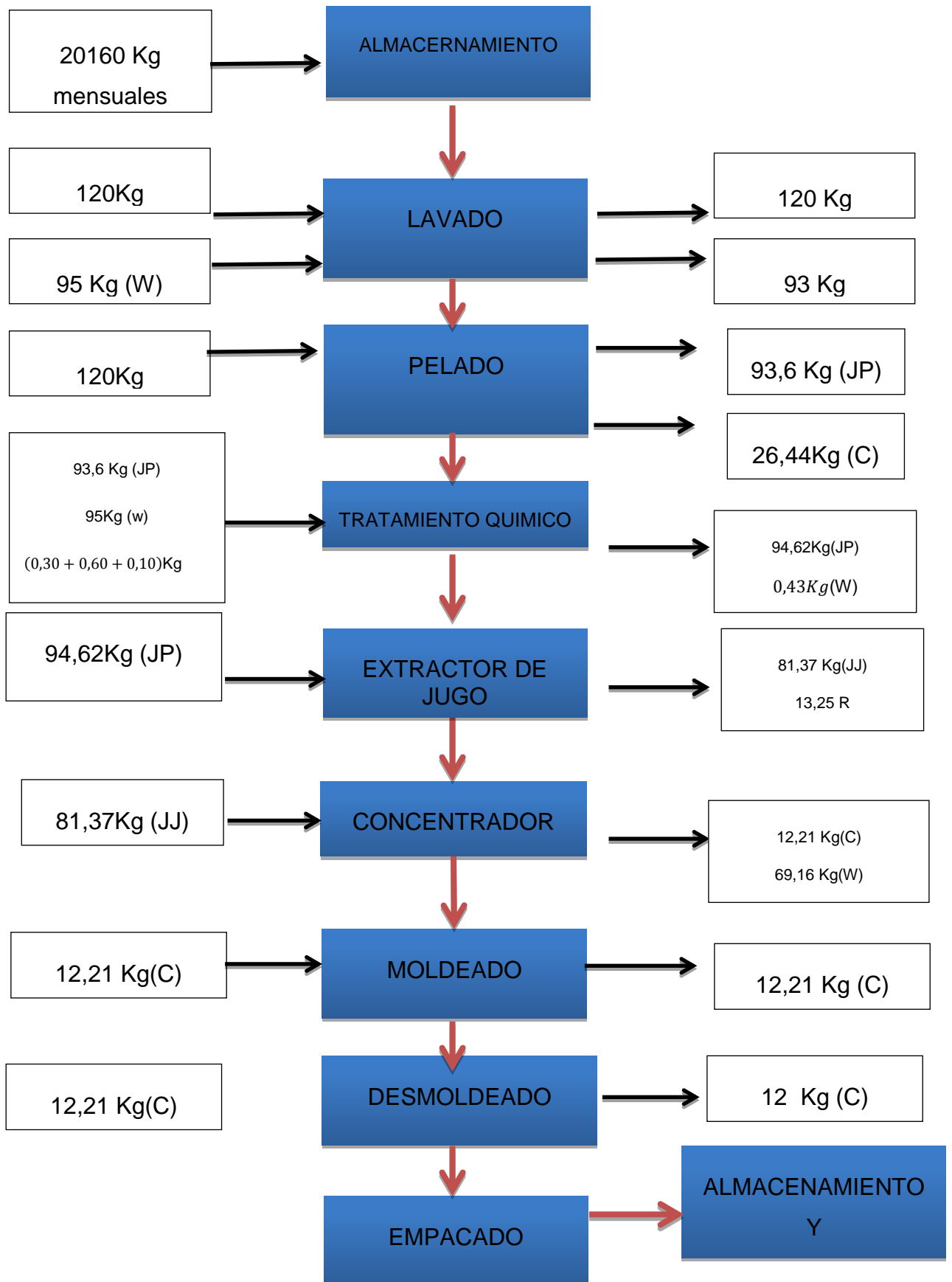
### ANEXO III

#### DIAGRAMA DEL PROCESO DE ELBORACION DE CAMELO DE JÍCAMA PROPUESTO



## ANEXO IV

### DIAGRAMA DE FLUJO DEL BALANCE DE MASA



**ANEXO V**



**a**



**b**



**c**

NOTAS	CATEGORIA DEL DIAGRAMA	ESPOCH	AREA DE INVESTIGACION		
a Estación INIAP b y c Laboratorio de Nutrición y Calidad	<input type="checkbox"/> CERTIFICADO <input type="checkbox"/> POR ELIMINAR	FACULTAD DE CIENCIAS ESCUELA DE INGENIERIA QUIMICA MENTOR ORTIZ			
	<input type="checkbox"/> APROBADO <input type="checkbox"/> POR APROBAR		<b>LAMINA</b>	<b>ESCALA</b>	<b>FECHA</b>
	<input type="checkbox"/> INFORMACION <input type="checkbox"/> POR CALIFICAR		1		

**ANEXO VI**



a



b



c

NOTAS	CATEGORIA DEL DIAGRAMA	ESPOCH	COSECHA JICAMA		
a área de planeación	<input type="checkbox"/> CERTIFICADO <input type="checkbox"/> POR ELIMINAR <input type="checkbox"/> APROBADO <input type="checkbox"/> POR APROBAR <input type="checkbox"/> INFORMACION <input type="checkbox"/> POR CALIFICAR	FACULTAD DE CIENCIAS ESCUELA DE INGENIOERIA QUIMICA MENTOR ORTIZ	<b>LAMINA</b>	<b>ESCALA</b>	<b>FECHA</b>
b y c raíz de Jicama			1		

**ANEXO VII**



a



b



c



d



f

NOTAS	CATEGORIA DEL DIAGRAMA	ESPOCH	EQUIPOS E INSTRUMENTAL		
a Prueba de Ph b Prueba acidez c espectrofotómetro d Brixómetro f Colorímetro	<input type="checkbox"/> CERTIFICADO <input type="checkbox"/> POR ELIMINAR <input type="checkbox"/> APROBADO <input type="checkbox"/> POR APROBAR <input type="checkbox"/> INFORMACION <input type="checkbox"/> POR CALIFICAR	FACULTAD DE CIENCIAS ESCUELA DE INGENIOERIA QUIMICA MENTOR ORTIZ	<b>LAMINA</b>	<b>ESCALA</b>	<b>FECHA</b>
			1		

**ANEXO VIII**



a



b



b



NOTAS	CATEGORIA DEL DIAGRAMA	ESPOCH	ELABORACIÓN DEL CARAMELO DIETÉTICO A PARTIR DE LA JÍCAMA		
a raíz pelada	<input type="checkbox"/> CERTIFICADO <input type="checkbox"/> POR ELIMINAR	FACULTAD DE CIENCIAS			
b Extracción de jugo	<input type="checkbox"/> APROBADO <input type="checkbox"/> POR APROBAR	ESCUELA DE INGENIOERIA QUIMICA	<b>LAMINA</b>	<b>ESCALA</b>	<b>FECHA</b>
c Jugo concentrado	<input type="checkbox"/> INFORMACION <input type="checkbox"/> POR CALIFICAR	MENTOR ORTIZ	1		
d moldes					
e y f caramelos					