

Universidad de Guayaquil

Facultad de Ingeniería Química

Tesis de Grado

**Previa A La Obtención Del Título De Ingeniero
Químico**

Tema:

**ESTUDIO DEL PROCESAMIENTO
TECNOLOGICO PARA LA ELABORACIÓN DE
UN TE A PARTIR DE LA CNIDOSCOLUS
ACONITIFOLIUS (CHAYA)**

Autor: Catherine Wallenka Brush Ayauca

Director: Jaime Del Pino C., PhD.

Guayaquil-Ecuador

2005-2006

AGRADECIMIENTO

PhD. Álvaro Molina por la información acerca de la planta, ayuda y sugerencias para la realización de mi Tesis, y la Universidad del Valle de Guatemala.

Al Dr.Q.F. Oswaldo Pesantes por aclarar mis dudas con respecto al Área de Fitoquímica, que es nueva para mí.

Facultad Ingeniería Química por su colaboración en Especial al Personal Bibliotecario, Departamento de Tesis y Profesores del Área de Laboratorio de Operaciones Unitarias.

.A la Facultad de Ciencias Agrarias en el nombre del Dr. Macias director del Laboratorio de la Facultad por toda la ayuda brindada. Por su disposición y por las facilidades prestadas al Ing. Antonio Márquez. A la Facultad de Química y Farmacia que por medio de su Decano Dr.Q.F. Walter Herrera por sus facilidades de acceso a sus instalaciones y biblioteca. Y a todas la Personas, Profesores y amigos que colaboraron con consejo, ayuda para culminar mi Tesis.

DEDICATORIA

A Dios por darme la oportunidad y la bendición de llevar a cabos mis metas y objetivos.

A toda mi familia que estuvo cuando más la necesite, gracias por su consejo y atención.

A mi papa Sr. Wallece Brush, mis hermanos, pero en especial a mi mama Sra. Miriam Ayauca, por darme todo el apoyo, y paciencia necesaria para culminar mis estudios, ya que a ella le debo todo lo que soy.

A mi luz de mi vida mi hijo, Alejandro

Para ellos es dedicado todo este esfuerzo y dedicación.

SUMARIO

INTRODUCCIÓN.....	(6)
OBJETIVOS.....	(7)
GENERALIDADES	(8)
JUSTIFICACIÓN.....	(13)

CAPITULO I: IDENTIFICACIÓN Y ANALISIS DE LA MATERIA PRIMA (HOJA FRESCA DE CHAYA)..... (14)

1.1 Características Morfológicas.....	(15)
1.2 Clasificación Botánica y Ubicación taxonómica.....	(15)
1.3 Hábitat y Condiciones de Cultivo.....	(16)
1.4 Composición Química y Valor Nutricional.....	(17)
1.5 Usos y aplicaciones.....	(18)
1.6 Precauciones.....	(19)
1.6.1 glucósidos cianogeneticos.....	(19)
1.7 Abastecimiento de la materia prima.....	(20)
1.7.1Cosecha de la Hoja fresca.....	(21)
1.7.2 Recolección de la Hoja fresca.....	(22)
1.7.3 Selección del a Hoja Fresca.....	(23)

CAPITULO II: DESCRIPCIÓN TEÓRICA DEL PROCESO

2.1 TRATAMIENTOS PREVIOS (HOJA FRESCA).....	(24)
2.1.1 Lavado, Desinfección y Enjuague.....	(24)
2.1.2 Troceado.....	(24)
2.1.3Tratamientos previos No convencionales.....	(25)
2.2 ALTERNATIVAS DEL PROCESO, OPERACIÓN Y/O MÉTODO PARA EL PROCESAMIENTO DE LA MATERIA PRIMA (HOJA FRESCA).....	(26)
2.2.1 métodos no industriales.....	(26)
2.2.2 procesos industriales.....	(28)
2.3 SELECCIÓN DEL PROCESO.....	(29)
2.3.1 Secado, conceptos y definiciones.....	(29)
2.3.2 Fundamento de la Operación Secado.....	(31)
2.3.3 Clasificaciones y Variantes de la operación de Secado.....	(31)

2.3.4 Selección del Secado aplicado Procesamiento de las Hojas de Chaya...	(32)
2.3.5 El Secado Solar concepto, propiedades, variantes.....	(34)
2.3.6 Fundamento y Leyes del Secado Solar	(38)
2.4 TRATAMIENTO DE ACABADO.....	(41)
2.4.1 reducción de Sólidos.....	(41)
2.4.2 Tamizado.....	(42)
2.4.3 Empaque y Almacenado.....	(42)
2.5 DESCRIPCIÓN DE LOS ANÁLISIS REALIZADOS A LA MATERIA PRIMA FRESCA Y AL PRODUCTO SECO.....	(43)
2.5.1 propiedades Organolépticas.....	(43)
2.5.2 Propiedades Físico-Químicas.....	(43)
2.5.3 Análisis para determinar Carbohidratos.....	(43)
2.5.4 Análisis para determinar Proteínas.....	(44)
2.5.5 Análisis ara determinar Minerales.....	(44)
2.5.6 Análisis para determinar Cenizas.....	(44)
2.5.7 Análisis para determinar Vitaminas.....	(44)
2.5.8 Análisis para determinar Cafeína.....	(45)
2.5.9 Análisis para determinar Taninos.....	(45)
2.5.10 Análisis para determinar Humedad.....	(45)
2.5.11 Análisis para determinar Compuestos Cianogeneticos.....	(46)
2.6 NORMAS TÉCNICAS Y ESTÁNDARES RELACIONADOS...	(46)
CAPITULO III: DESARRROLLO EXPERIMENTAL.....	(47)
3.1 DESCRIPCIÓN DE MATERIALES Y EQUIPOS UTILIZADOS.....	(48)
3.1.1 Selección y Descripción de la Unidad de Secado Solar.....	(48)
3.1.2 Bases para el Diseño de la unidad de secado solar.....	(49)
3.2 ANÁLISIS BROMATOLÓGICOS INICIALES A LA MATERIA PRIMA FRESCA (HOJA FRESCA (CNIDOSCOLUS A. CHAYA).....	(50)
3.3 DESARROLLO DEL PROCESO EXPERIMENTAL.....	(54)
3.3.1 Diagrama de flujo del Proceso.....	(55)
3.3.2 Selección de la materia prima.....	(56)
3.3.3limpieza de la materia prima.....	(57)
3.3.4 troceado o corte de la materia prima.....	(57)
3.3.5 Lavado de la materia prima.....	(57)
3.3.6 escurrido.....	(58)

3.3.7 Secado.....	(58)
3.3.8 Balance de Materia y Energía.....	(60)
3.3.9 Reducción de Tamaño Material Seco.....	(66)
3.3.10 Tamizado.....	(66)
3.3.11 Empaque y Almacenado.....	(67)
3.4 NORMAS TÉCNICAS Y ESTÁNDARES RELACIONADOS.....	(67)
3.5 GLOSARIO (Nomenclatura Y Cálculos Relacionados Con El Balance De Materia Y Energía)	
CAPITULO IV: RESULTADOS.....	(72)
4.1 Tablas de resultados.....	(73)
4.2 Análisis de Resultados.....	(76)
4.3 conclusiones.....	(77)
4.4 recomendaciones.....	(78)
CAPITULO V: ESTUDIO DE MERCADO.....	(79)
5.1. Características del Producto.....	(80)
5.1.1 Usos y Aplicaciones.....	(81)
5.1.2 Presentación y Actividad o diseño para el Producto.....	(81)
5.2 Estudio de Mercado.....	(81)
CAPITULO VI: APÉNDICE.....	(83)
6.1 Tablas de resultados.....	(84)
6.2 tabla de datos experimentales.....	(88)
6.3 gráficos y cálculos.....	(100)
CAPITULO VII: ANEXOS.....	(102)
BIBLIOGRAFIA	

INTRODUCCION

Durante los últimos años ha habido un repunte hacia “*todo lo natural*” por lo que la humanidad se ha visto en la necesidad de encontrar nuevas alternativas, tanto medicinales como alimenticias, que ayuden a favorecer la salud y en algunos casos prevenir un sinnúmero de enfermedades, provocados por lo general a los déficit nutricionales en la dieta diaria, debido al estilo de vida moderno, que llevan la mayoría de la población a nivel mundial, sumado al desconocimiento del valor nutricional de ciertos alimentos. Aunque en realidad esta búsqueda no es algo nuevo ya que el conocimiento del valor nutricional de ciertos alimentos y la Medicina Natural nos viene heredado desde la antigüedad, solo que con el avance de ciencia y la tecnología fueron sustituidos y quedaron relegados o tomados como parte de la cultura folklórica de ciertos grupos étnicos o pueblos. Por lo tanto actualmente se pretende aprovechar todo el saber popular sobre las plantas y hierbas (etnobotánica), con el fin de encontrar información de cierto tipo de especies que puedan ser considerados como *nuevos recursos* alimenticios, no solo por sus propiedades nutricionales, si no también por sus propiedades medicinales posibles gracias a su consumo. En todo caso, si optamos por las formas elaboradas de estos alimentos, deben tenerse en cuenta que tipo de proceso tecnológico va a utilizarse para evitar que los compuestos primarios y secundarios se vean afectados, además es necesario conocer si se produce algún tipo de impacto o cambio durante dicha transformación en su constitución química o física, y que se determinara gracias a los respectivos análisis. Para el presente Anteproyecto propone como nueva fuente de nutrientes a la **CHAYA** cuyos valores nutricionales superan a especies como la **ESPINACA** y la **ALFALFA**, que son las hortalizas las más populares. Teniendo en cuenta su gran valor nutricional es necesario introducir su consumo ya que la planta posee propiedades curativas para enfermedades como: La diabetes, Colesterol, cáncer, Hipertensión Arterial, Anemias, Enfermedades causadas por Deficiencias de vitamina C, impotencia sexual, Obesidad etc. Por lo tanto el trabajo se orienta a la elaboración de un Te a partir de la CHAYA, lo que aumentara su consumo aceptación. Además Para este fin se empleara el **Secado Solar**, para lograr un producto Natural.

OBJETIVOS

GENERALES:

- Analizar el Proceso utilizado en su elaboración.
- Determinar los análisis a realizar al producto Terminado
- Aprovechar la planta la *Cnidoscolus aconitifolius* (chaya) para la elaboración de un Te.

PARTICULARES:

- Obtener el titulo de Ingeniero Químico
- Aprovechar el conocimiento obtenidos en el desarrollo de la tesis

GENERALIDADES ⁽¹⁻²⁻³⁾

Los Alimentos como tal no son otra cosa que productos de la naturaleza. Estos pueden ser de origen Animal o Vegetal. Siendo el Reino Vegetal, el que ha sido desde siempre una de las principales fuentes de Alimento para los seres vivos, que los necesitan para desarrollarse y cumplir desde luego con cada una de las principales funciones metabólicas y biológicas gracias a su contenido en Nutrientes. Dichas funciones metabólicas no son otra cosa que reacciones químicas que dependerán exclusivamente de los nutrientes. Estos Nutrientes, (sean estos de origen vegetal o animal), son sustancias químicas que proporcionan la energía necesaria para el buen desempeño de las funciones metabólicas de la que dependerán los diversos procesos biológicos en los seres vivos. En el ser Humano ayudan proveer no solo de salud (física, mental y emocional) sino que procuran el buen funcionamiento de los procesos corporales. Los Nutrientes, que encontramos presentes en los alimentos de Origen Vegetales son: Hidratos de Carbono (azucares), Proteínas (aminoácidos), Agua, Lípidos (Grasas), Minerales, Vitaminas. Todos ellos son conocidos como **Metabolitos Primarios** en las Plantas. A continuación hablaremos breves rasgos de ellos:

Carbohidratos.-Su Formula empírica es $(CH_2O)_n$. Los científicos no han hallado una definición exacta de lo que realmente representan los Hidratos de Carbono, ya que agrupan un grupo muy amplio de azucares simples (monosacáridos), oligosacáridos y polisacáridos, sin embargo se los puede considerar como compuestos alifáticos polihidroxi que contienen un grupo Carbonilo y sus derivados como por ejemplo la Fibra (celulosas, hemicelulosas y sustancias pépticas) que desempeñan un papel importante en el correcto funcionamiento de nuestro aparato Digestivo(intestino grueso).

Proteínas.- Es el tercero de los macrocomponentes que constituyen los seres vivos. Se trata de un conjunto de sustancias denominadas Protidos; nitrogenadas con carbono, hidrogeno y oxigeno. Las proteínas son polipéptidos de alto peso molecular que por hidrólisis liberan los aminoácidos. Los peptidos son varios aminoácidos unidos por enlaces peptidicos.

Lípidos.-Sustancias insolubles en Agua y solubles en solventes no Polares, (como Hidrocarburos y Alcoholes). Son Básicamente Ácidos grasos alifáticos Monocarboxilicos. Se incluyen en este grupo los Aceites (líquidos) y las Grasas

(sólidos), y los Fosfolípidos. Los Principales Lípidos que se encuentran presentes en los Alimentos son los Esteres de ácidos Grasos de cadena larga

También encontramos unos Lípidos de estructura más complejas como los Esteroides, Terpenos, excepto Colesterol (y sus esterios de ácidos Grasos de Cadena Larga).

Agua.- Símbolo químico es H₂O. Es el símbolo de la vida. Constituye el 60% y 75 % de los seres vivos. Tiene 5 funciones Principales: Es un excelente solvente y medio de suspensión; Participa en las reacciones hidrolíticas; Actúa como enfriador; Lubrica y ayuda a mantener constante la temperatura corpórea con base en su capacidad para absorber calor.; Ayuda a liberar en forma lenta.

Estos 4, forman parte de lo que se conoce como los metabolitos Primarios y son considerados como la piedra angular para la existencia de la vida. Básicamente los 4 son esenciales para la vida y los más conocidos. También Pertenecen a este grupo, por ser parte de la activación de los procesos metabólicos:

Minerales.- Son elementos inorgánicos esenciales para la vida (animal), estos son: H, Na, Mg, K, Ca, V, Cr, Mo, Mn, Fe, Co, Ni, Cu, Zn, B, C, N, O, Si, P, S, Cl, Se, I. Estos minerales también son conocidos como Macroelementos y Microelementos y deben de igual forma cubrir ciertas necesidades minerales en proporciones considerables y correctas que ayuden a los organismos vivientes, aunque su exceso de algún modo también no sería beneficioso. Entre Macroelementos más importantes tenemos: El sodio (Na); El potasio (K); El Magnesio (Mg); El Calcio (Ca); El Fósforo (P). Entre los Microelementos más importantes tenemos: El hierro (Fe); El Cobre (Cu); El Zinc (Zn); El Selenio (Se); El Yodo (I). Los demás minerales solo se encuentran en trazas muy pequeñas, pero aun Hierro.- Es probablemente el Metal de cuya importancia como nutriente estamos más conscientes. Abunda en la mayor parte de los alimentos de origen vegetal y animal son cuantificables.

Vitaminas.- Constituyen un conjunto desordenado de complejas sustancias orgánicas, presentes en los productos biológicos que consumimos como alimentos (y en lo que no consumimos). En términos de estructura química nada en común y sus funciones biológicas no aportan criterios que permitan una definición y ordenada clasificación. Lo que tiene en común es que se encuentran en cantidades reducidas que son componentes esenciales de los sistemas bioquímicos o fisiológicos de la vida. Aunque las Vitaminas y Los Minerales y demás elementos vestigiales son considerados también como Principios Activos en las Plantas. Ya que en ciertas especies de plantas llegan a predominar, por lo que los minerales, vitaminas y elementos vestigiales pueden pasar

parcialmente en diferentes preparaciones, por lo que se consideraría la especie botánica que los contiene como principal proveedor de estos principios activos, como ejemplo podemos citar el espinillo amarillo o escaramujo. Pero también existen compuestos que durante mucho tiempo fueron considerados como productos de desecho o reserva, para repeler la presencia de insectos en las plantas o atraerlos para la polinización. Gracias al avance de la ciencia se pudo determinar que estos productos constituyen los **metabolitos secundarios** o también llamados **principios activos** que los contienen todos los vegetales, en especial Las Plantas Medicinales. Un *Principio Activo* es toda sustancia dotada de Actividad Farmacológica que puede o no ser aprovechada con fines terapéuticos. Dependiendo de la *la Droga*, que es la parte o partes de la planta (pueden ser partes de una misma planta), utilizadas que contienen la mayoría de los principios activos o los contienen en proporciones. Según la farmacología los Principios activos de las Plantas (en especial las medicinales) son sustancias que se sintetizan y almacenan en el curso de su desarrollo. Sin embargo no todos estos Principios Activos tienen valor medicinal aprovechable. Por lo general el o los principios activos van acompañados también de *lastres o sustancias indiferentes* que determinarán la eficacia de una determinada planta medicinal ya que permiten de una manera más rápida o lenta la absorción del o los principios activos. Dependiendo de cual principio activo predomine se determinará la aplicación. Para poder comprender mejor que abarcan los principios activos, es necesario conocer como se componen:

Alcaloides.- Son sustancias orgánicas de origen Vegetal muy activas (referente a su actividad fisiológica,) en cierta medida considerada como “venenos medicinales”. Todas las plantas que los contienen no son indicadas para preparaciones de infusiones o preparaciones de Té ya que su consumo directo en grandes cantidades puede causar una mortal intoxicación, aunque en la industria farmacéutica la utiliza en pequeñas dosis en grandes cantidades para la fabricación de medicamentos o calmantes y en ciertos casos para medicamentos para el tratamiento contra el cáncer. De los alcaloides más conocidos tenemos la Atropina (proviene de la Belladona); La Morfina (proviene de la adormidera).

Saponinas o Saponosidos.- Son glucósidos vegetales que junto con el agua dan espuma permanente, que emulsionan el Aceite en el agua y que poseen un efecto hemolítico, es decir que extrae el colorante del mismo color. Por lo que el mismo efecto se puede aplicar para eliminar el mucus denso en los pulmones, ya que debido a la actividad superficial de las saponinas, aclara el mucus denso y lo aclara haciendo fácil

su expectoración de ahí que se la toma en cuenta para expectorante aunque en algunas ocasiones se la utiliza como Diurético, también actúa como antiinflamatorio. Las altas dosis pueden ser perjudiciales podrían padecer una parálisis respiratoria lo que podría ocasionar la muerte, en el ser humano podría causar fuertes irritaciones intestinales. Algunas especies conocidas que contienen Saponinas tenemos: Alfalfa (*Medicago Sativa* L.), la Patata (*Solanum tuberosum* L.), la Soja (*Glycine Max* L.), etc.

Taninos.- Son compuestos polifenólicos (polímeros de Fenol), desempeñando en las plantas acciones defensivas contra los insectos. Se agrupan en Taninos hidrolizable y no hidrolizables, siendo los primero los que presentan mayor grado de toxicidad. Son astringentes (antidiarreicos) y curten la Piel (antifúngica, antimicrobiana).

Mucílagos.- Son sustancias que contienen hidratos de carbonos, que se hinchan fuertemente con el agua, y que proporcionan un líquido viscoso. Las plantas de este tipo están repartidas ampliamente en el Reino Vegetal. Aunque solo una pocas especies las contienen. Por ejemplo tenemos el Malvavisco, el liquen de Islandia y el lino. Prácticamente el efecto de los mucílagos vegetales en el organismo (humano) es de reducción de irrigación, especialmente de inflamaciones de las mucosas, actúan también como purgantes ligeros. En los alimentos su sola presencia atenúa ciertos sabores.

Acido Salicílico.- Ciertos tipos de especies botánicas, absorben gran cantidad de ácido salicílico del suelo, (llamados silicatos), son hidrosolubles. Ya que este ácido es imprescindible para el ser humano (especialmente en la piel, pelo, uñas y tejido conjuntivo), y es donde se puede ver mejorías una especie muy utilizada es el equiseto menor.

Glucósidos o Heterosidos.- Son sustancias orgánicas donde la función del carbohidrato está formada de una o más moléculas de monosacáridos. Están combinados con grupos no azucarados llamados agliconas o geninas, debido al desdoblamiento con absorción de agua (hidrólisis), lo cual hace que separen en azúcares y no azúcares. Por lo que se determina que los glucósidos son fácilmente hidrolizables. Básicamente no se pueden agrupar en un grupo ya que dentro del mismo existe una clasificación.

Aceites Esenciales.- Son componentes vegetales que debido a su consistencia son muy volátiles, aunque en el agua resultan insolubles o se disuelven difícilmente. Están constituidos por una mezcla compleja (de hasta más de 1000 componentes) de sustancias volátiles donde destacan los compuestos terpenicos, compuestos derivados del Fenilpropano, Ácidos orgánicos, Cetonas y cumarinas volátiles; Se encuentran

distribuidos en cualquiera de los órganos de las plantas, en sumidades Floridas (lavanda, menta); en Frutos (anís, hinojo); Corteza (canela).

Principios amargos.- Existen plantas cuyos componentes son de sabor amargo. Se los conoce también como Amaras. Estos pueden ser Amaras Tónicos; Amaras Aromáticos llamados así por la presencia de una cierta cantidad de aceites esenciales; además tenemos las Amaras Acrias, llamados así por la presencia de sustancias picante. Por ayudar a estimular los jugos gástricos se lo recomiendan para las preparaciones para la falta de apetito y como facilitadores de la digestión. Las especies mas características tenemos el ajeno,, la genciana, el cardo santo, jengibre, galanga, pimienta.

Flavonoides.- (Flavonas), Se trata de un concepto global aplicado a distintas sustancias que tienen una misma composición química Base. Es difícil caracterizar la acción de las plantas que contienen flavonoides, pues es decisivo el tipo y la cantidad de los mismos. Además existen otros compuestos como: nitritos y nitratos, agentes Fotosensibilizadores y Fitoestrogenos que sino son considerados en esta reseña, son de gran importancia, ya que de alguna manera son también considerados no tan saludables, si se encuentran en altas dosis.

LA CHAYA ⁽⁴⁻⁵⁾

La Chaya es un vegetal verde, domesticado de la región maya de Guatemala, Belice, el sureste de México y la Península de Yucatán y partes de Honduras Incluso se encuentra en regiones Caribeñas como en Cuba, donde la planta es conocida y popular. El nombre de Chaya, deriva del vocablo Maya “Chay”, “Chaya col”, “Kikilchay”, “Kekenchay”, y “Chayaken”, “Copapayo”, “Quelite”, etc. Aunque en los pueblos autóctonos de Costa Rica la conocen como “Chicasquil”. Aunque es poco conocida fuera de esta región, la evidencia sugiere que la planta era muy importante para los antiguos mayas de la península de Yucatán. Con la llegada de los españoles la planta fue llevada a Europa donde el emperador de ese entonces Carlos IV conoció de las bondades de la planta, quedando altamente impresionado por sus cualidades y los usos que le daban los aborígenes. Actualmente se sabe de su existencia en Brasil donde se la conoce con el nombre Couve. Y se ha hecho popular en el Sur de los Estados Unidos (Florida y Texas), sin embargo cada una de estas especies difiere una de la otra por la cantidad de variedades existentes alrededor del mundo.

JUSTIFICACION

La Investigación y Desarrollo de este Anteproyecto se justifica por la necesidad de la utilización de *nuevas fuentes naturales* para la alimentación en nuestro país, como es el caso de la *Cnidocolus Aconitifolius* (chaya), cuyo valor nutricional ha sido demostrado, por su alto contenido en Proteínas y Aminoácidos Esenciales (mayor que en cualquier otro vegetal), y también de Carotenos y Acido ascórbico (especialmente), lo que hace muy interesante analizar y estudiar que procesamiento sería el ideal para industrializar su consumo, de forma que, no solo nos limitamos al típico consumo de la Hoja, si no que buscamos otras alternativas fáciles y que sean de aceptación del público en general para así no desaprovechar ninguna de las bondades de esta maravillosa especie vegetal. Además que la investigación no solo se centra en dicho estudio y procesamiento de esta planta si no también en su utilización, de tal forma que se ampliara así su campo de acción. Ya que su aplicación abarca no solo el Área alimenticia sino también el Área Medicinal (aunque para esto se necesitaría de los estudios pertinentes en Áreas como Farmacología y Medicina). Por lo tanto siendo en la actualidad las enfermedades del corazón, la diabetes, y la obesidad como los nuevos males que aquejan nuestra mundo globalizado y donde nuestro país no esta ajenos a ellos, el resultado del anteproyecto se orientaría bajo el concepto de elaborar un *producto de aceptación* que no debe ser considerado como una panacea pero que si brinde casi los mismos beneficios que implican el consumo habitual de la planta. Por lo que parte del anteproyecto es investigar y estudiar el proceso involucrado en la elaboración de un Te a partir de las hojas de chaya, utilizando para esto la operación de secado en su variación de Secado solar. De esta manera se buscara realizar un proceso de bajo costo y que sea lo mas natural posible.

CAPITULO I

IDENTIFICACIÓN Y ANALISIS DE LA MATERIA PRIMA

1.1.-CARACTERÍSTICAS BOTÁNICAS. (4-5-6)

La chaya es un arbusto o árbol pequeño que generalmente mide de 2-3 metros . Posee un tronco macizo y pulposo lo que hace que su madera se rompa y corra fácilmente, además en su superficie se divisan anillos (o placas semejantes al tronco de una palmera). Su corteza tiene una coloración verde cuando es joven y a medida que crece cambia a blanco. Los pecíolos (tallitos que unen la hoja al tronco)) llegan a tener de 10 a 20 cm. de largo. Sus hojas (foliolos) por lo general alargadas 10 a 20 cm. De forma variable, algo gruesas y carnosas cuando están frescas, los lóbulos agudos y acuminados, de estipulas lanceoladas. Poseen flores blancas, de sépalos estaminados libres, pistilados y puberulentos usualmente menores de 1 cm. De largo; Además que las flores poseen un olor desagradable. En algunas variedades pueden aparecer vellosidades irritantes en las hojas. Cabe anotar que algunas de estas variedades también pueden poseer frutos aunque esto es extremadamente raro, así mismo pasa con las semillas. Se la considera una planta de crecimiento rápido. Tienen un cierto parecido al Piñón y la Papaya por poseer la misma forma de las hojas.

1.2.-CLASIFICACION BOTANICA Y UBICACIÓN TAXONOMICA (4-5-6)

REINO:	VEGETAL
SUBREINO:	TRACHOEUBIONTA
DIVISION:	MAGNOLIOPHYTA
CLASE:	MAGNOLIOPSIDA
SUBCLASE:	ROSIDAE
ORDEN:	EUPHORBIALES
FAMILIA:	EUPHORBIACEAE
GENERO:	CNIDOSCOLUS
ESPECIES:	CNIDOSCOLUS ACONITOFOLLIUS CNIDOSCOLUS ANGUSTIDENS CNIDOSCOLUS CHAYAMANSA CNIDOSCOLUS STIMOLUS CNIDOSCOLUS TEXANUS CNIDOSCOLUS URENS

Aunque cabe recalcar que estas no son las únicas especies conocidas de Chaya ya que existen alrededor de 40 a 50 especies conocidas; incluso se habla que existirían alrededor de 115 especies, que varían una de otra y se encuentran repartidas en todo el mundo.

Claro esta que la especie que utilizaremos para la elaboración del Te de Chaya es la *Cnidoscolus Aconitifolius* y de esta elegimos una subespecie en especial. Estas subespecies son: Estrella, Picuda, Chayamansa y Redonda. Además agregaremos que se han identificado que son cultivables y aptas para el consumo humano aunque se tiene conocimiento que de estas subespecies dos son del tipo salvaje y que se consumen muy raramente

1.3.- HABITAT Y CONDICIONES DE CULTIVO (4-5-6-7)

El hábitat de la planta es frecuentemente lugares rocosas o preferiblemente en linderos a 1300 metros sobre el nivel del mar o menos. Es nativa de regiones tropicales del mundo. En general la chaya prospera en una variedad de suelos y climas lluviosos y ocasionales.

Pero por ser La chaya una planta tropical crece mejor en climas calientes. Básicamente es un arbusto que crece rápido resistente a la sequía tolera la falta de cuidado, algo de sombra o pleno sol y las malezas. Sus necesidades de agua no son establecidas, es por esta razón que toleran la sequía o meses con exceso de agua. Puesto que la semilla rara vez se producen en esta planta, la chaya se propaga por cortes. Así que para sembrarla se necesitan cortar ramas o vástagos, maduros de 5 - 20 cm. a 1m de largo, procurando que conserve un pedazo de tallo llamado talón, se montan con caña y se introducen en la tierra en forma horizontal con suelo húmedo, sin caer en excesos para lograr un adecuado enraizamiento y continuando manteniéndolo así hasta los primeros brotes. El corte del vástago puede sobrevivir a menudo 1 mes sin plantar, pero la putrefacción puede existir por exceso de humedad en los cortes, es recomendable entonces, evitar excesos de humedad hasta que estos arraiguen bien. En caso de establecerse la presencia de insectos o enfermedades es necesario el diagnostico de un Técnico especializado en Agricultura ya que nos ayudaría a determinar el respectivo tratamiento.

1.4.- VALOR NUTRICIONAL (4-5-6-7-8-9-19)

La Chaya posee un gran valor nutritivo por lo cual puede ser considerada como fuente alimenticia tanto para el consumo humano (así como también para los animales), obviamente teniendo en cuenta las necesidades alimenticias de cada persona son diferentes. Tiene alto contenido en Proteínas, y especialmente Aminoácidos Esenciales: Alanina, Arginina, Cistina, Glicina, Isoleucina, Acido Glutámico. Acido aspartico. Posee altas cantidades de Vitaminas (especialmente A y C, lo que incrementa su valor como poderoso antioxidante Natural), Minerales (superando a las hortalizas verdes mas conocidas como la alfalfa, espinaca y acelga).

A continuación podremos apreciar el valor Nutricional de la chaya comparado con algunas hortalizas verdes mas conocidas:

CUADRO COMPARATIVO DEL VALOR NUTRICIONAL DE LA CNIDOSCOLUS ACONITIFOLIUS (CHAYA) CON OTRAS ESPECIES VEGETALES ⁽³⁻⁴⁻⁵⁻⁶⁾

**VALOR NUTRICIONAL DE LAS PRINCIPALES HORTALIZAS VERDES														
Especies	*Componentes en g.						Minerales mg.			Vitaminas mg.				
NOMBRE	HUMED.	*PROT	*GR AS.	CARB.	*FIB	CENIZA	Ca	P	Fe	A	B1	B2	B 12	C
Chaya	80 %	5.2	1.9	10.7	2.4	1.9	244	71	2.2	2.5	0.2	0.4	1.6	350
Espinaca	94 %	2.00	0.32	0.19	2.07	1.42	49	30	5.70	2.48	0.03	0.10	0.48	17.50
Alfalfa	86.50 %	3.66	0.48	4.84	2.31	1.40	12	15	5.30	0.74	0.13	0.14	0.46	130
Acelga	91 %	1.6	0.4	5.6	1.0	1.6	110	29	3.6	0.9	0.03	0.07	0.4	34
lechuga	96	1.0	0.1	3	0.5	0.4	16	23	0.4	-	0.05	0.03	0.3	7
** Valores por cada 100 g. De Hoja fresca														

Fuente: Universidad del Valle de Guatemala

1.5.- USOS Y APLICACIONES (3-4-5-6-7-8-9)

La Chaya puede ser usada para diferentes aplicaciones en las Áreas Industriales pero esta debe ser debidamente tratada para su respectiva utilización en:

INDUSTRIA ALIMENTICIA.- Por ser una fuente vegetal ricas en Proteínas y aminoácidos, Vitaminas y Minerales, puede sustituir la mayoría de vegetales verdes y ser considerado como un gran complemento en la *Nutrición humana* con deficiencias o que no este equilibradas. Se puede consumir directamente con precaución (Ver capitulo de Precauciones), o para mayor seguridad al ser procesada adecuadamente puede ser usada en Panificación, o en combinaciones con otros cereales (se combina muy bien con la soya).

Dentro de la misma Área es considerada también como una fuente de alimento para animales de granja como gallinas, pollos e incluso avestruces, así como también roedores como conejos y cuyes. Todo se debe a su disponibilidad como pienso y forraje.

INDUSTRIA FARMACEUTICA.- Si llama la atención su gran valor alimenticio resultan interesantes sus variados efectos medicinales. Es tan grande el abanico de enfermedades que esta planta puede prevenir y atenuar. Obviamente estas aseveraciones solo las corroborarían estudios médicos y farmacéuticos realizados por los profesionales de dichas Áreas, en tales casos su administración puede ser de acuerdo a esos criterios y estudios.

Por las propiedades Medicinales que se le atribuye a la CHAYA se la puede utilizar para el tratamiento de enfermedades como:

La diabetes, baja el colesterol, Ayuda a reducir peso, Hipertensión Arterial previene la anemia, recomendada a todas las afecciones que se producen por la deficiencia de Vitamina A y C, afecciones del sistema inmunológico, Cáncer,

Cabe destacar que en algunas regiones se valora esta planta como recurso

ORNAMENTAL o de jardín. Además que se la considera una buena productora de biomasa

1.6.- PRECAUCIONES ⁽⁴⁻⁸⁻⁹⁻¹¹⁾

Aunque es una planta con grandes propiedades, también se corre riesgos si su procesamiento no es el adecuado ya que tiene presente altos contenidos de glucósidos cianogenéticos (Ver Generalidades) que tiene la particularidad que al hidrolizarse forman Acido cianhídrico (HCN) y que lo contiene también algunas plantas, (como toxina), que también se consumen como son: Yuca, judías, semillas de Lino, almendras. Para evitar intoxicaciones y posibles envenenamientos es necesario tener en cuenta el proceso a utilizar, como por ejemplo en el caso de la Yuca la cocción de la misma elimina el contenido de HCN lo que hace posible su consumo Y todo esto se fundamenta en que el hombre al igual que animales monogástricos (caballo, perro, gato, cerdo) inhiben con el pH del estómago la acción de las enzimas de la planta, pero durante su paso por el duodeno donde el pH es básico se liberan estas enzimas produciéndose aquí el HCN nocivo para el organismo.

Las vellosidades que posee la planta pueden ocasionar irritaciones y urticaria y delicadas inflamaciones en la piel.

1.6.1.- GLUCÓSIDOS CIANOGENÉTICOS

Son Heterosidos de 2-Hidroxinitrilo (amigdalosido, prunasosido, linamarosido), que al hidrolizarse por acción de las enzimas liberan azúcar y Acido Cianhídrico. Dentro de las familias botánicas más representativas tenemos rosáceas, leguminosas, gramíneas, como ejemplo más claro tenemos el laurel cerezo (Prunas Laurocerasus), almendras amargas (Prunas Dulcis), Semillas de lino (Linus Usitatissimum), el saúco (Sambucus Nigra L.). Utilizado en dosis bajas es recomendado para aplicaciones Farmacéuticas. Por lo general van de la mano con los glucósidos sulfurados. En la Chaya encontramos (linamarin.). Su temperatura de descomposición es 26 °C.- 28°C.

En el caso de nuestro anteproyecto, teniendo en cuenta que al realizar los respectivos tratamientos previos a la Hoja, como son el corte o troceado, desmenuzado o bien el despulpado; las Cantidades de Glucósidos cianogenéticos que están presentes (alrededor de 27 – 42 mg. por cada 100 gr. de hoja fresca), en la hoja se vera reducida cuantiosamente, gracias a los tratamientos antes mencionados y debido a que el procesamiento que se le da con la Operación de Secado (para la elaboración de **TE DE CHAYA**) se trabaja con temperaturas superiores a los 26.5 °C – 28 °C (que es la temperatura a la cual se descompone el HCN) con el fin de eliminar la humedad presentes en las hojas, se estaría logrando conjuntamente que la presencia de HCN

quedara reducidas a cantidades ínfimas. De todas formas en caso del consumo de hojas (y sus formas derivadas) se vera limitado por cantidades permitidas de consumo:

En personas: 0.5 -3.5 mg/ por cada kg. De peso del cuerpo.

En animales: 2 - 4 mg /Kg. en peso corporal.

Las cantidades varían, si se consumen hojas secas o cocinadas (incluido el liquido de cocción), ya que estas formas, contienen alrededor de 0.025 - 0.08 mg HCN / 100 g de hoja seca o cocinada, por lo que comparando la cantidades de HCN presentes, tanto en la hoja fresca como hoja cocinada o seca, se recomienda consumirla solo cocinada (incluido el liquido de cocción) o seca (infusiones, harinas). Otras Fuentes vegetales que contienen glucósidos cianogeneticos: mandioca, yuca (muy consumida en nuestro país), judías.

1.7 ABASTECIMIENTO DE LA MATERIA PRIMA (12-13-14)

Es necesario antes de continuar aclarar que en el Análisis e Identificación de la materia Prima, esta involucrada la parte que corresponde al abastecimiento. Es importante mencionar esta etapa previa al procesamiento, ya que nos ayudaran a definir las exigencias y condiciones que nosotros tengamos con respecto al estado y calidad de la materia prima.

1.7.1 COSECHA DE LAS HOJAS FRESCAS.-_Esta etapa al igual que las siguientes es importante ya que al ser realizada de una forma silvestre, es necesario capacitar a los recolectores, para así obtener el material bueno en óptimas condiciones. Por lo tanto se debe tener en cuenta las Buenas prácticas de Cosecha para que esta de los resultados necesarios esperados, que influyen en el resto del procesamiento:

- Los encargados de esta etapa (recolectores) deben tener un conocimiento previo sobre la identificación de la parte de la planta que se va a cosechar, para distinguirla de otras partes o especies que se encuentran en los alrededores como malezas y especies similares, para evitar mezclas indeseadas.
- Los Recolectores deben tener conocimiento de las técnicas a empleadas durante la cosecha y condiciones en que serán tratadas luego de esta. Para así poder asegurar la calidad de la Materia Prima a Procesar.

Además se recomienda la supervisión de cada uno de estos puntos considerados importantes por especialistas en el Área, sin omitir los típicos controles que se llevaran a cabo para determinar si se están siguiendo o no con los parámetros establecidos. Y

también respaldando todos estos controles con la debida recopilación de información y datos de todo personal involucrado (Asistencias a charlas técnicas y monitoreos).

1.7.2 RECOLECCIÓN DE LA HOJA FRESCA.- Normalmente las hojas en general se prefieren que recolección antes de la floración o un tiempo después de la floración, ya que en estas etapas hay un incremento en las cantidades de agua y se reducen los componentes medicinales valiosos. La mejor época para recoger partes de las plantas medicinales comienza en abril o mayo. Aunque en el caso de la chaya se la puede recolectar durante todo el año a partir de que tengan entre 10 y 20 centímetro de largo, así como también tener en cuenta que la recolección se hará solo cuando la planta tenga un follaje abundante, con el fin de evitar daños al planta y la recolección se debe hacer en porcentaje no mayor del 50 a 60 % del de la planta evitando a si la poda excesiva que evitaría su rápido recrecimiento de follaje (hojas y pecíolos) nuevo. También aquí se toman en cuenta ciertas indicaciones para que la recolección se de con prósperos resultados:

- Recolectar no significa destruir, si no un labro delicado que no afecte a la planta.
- La Recolección se debe hacer en el momento en que la planta este en optimas condiciones y disponible para esta actividad, de preferencia en la mañana.
- La colecta debe tener lugar en condiciones ambientales favorables como: baja humedad ambiental, con el suelo seco; Condiciones de lluvia, rocío, humedad del aire exageradamente altas desfavorecen esta etapa.
- Todos los materiales y equipos utilizados durante la faena deberán estar limpios y sin residuos de las cosechas anteriores.
- Los procedimientos mecánicos para esta etapa deben tratarse de ser los menos usados ya que pueden afectar la calidad de la materia prima y destruir tejidos causando perdidas de componentes valiosos.
- La recolección debe ser cuidados evitando hacer el daño lo menos posible a la planta.
- El tiempo de recolección de la materia prima debe ser lo mas rápido posible para evitar cambios en la estructura y tejidos celulares, estado microbiano sin descuidar en los posible la Selección de la misma.

- El material recolectado no deberá estar expuestos a plagas, ni animales.
- Debe evitarse el daño accidental a las especies nativas que se encuentren circundantes al Área de recolección.
- Cada uno de los factores externos y internos que afecte a la calidad de la recolección deben ser conocidos por todo el personal involucrado en esta etapa.
- Disponibilidad de información acerca de cantidades, estado de la materia recolectada deben ser registrados.

1.7.3 SELECCIÓN DE LA HOJA FRESCA.- Se deberán tomar en cuenta las siguientes indicaciones para realizar una buena selección que contribuya a la seguridad que se ha llevado en todas las etapas anteriores:

- La Selección será Manual, puesto que será más fácilmente reconocer irregularidades que haya podido pasar en las anteriores etapas.
- Todo el personal que se encuentre involucrado en esta Área de trabajo es necesario que tenga un cierto grado conocimiento de las características y especificaciones botánicas requeridas para ser aceptada y poder continuar con la siguiente fase.
- De igual forma se deben guardar todas las Normas de higiene y salubridad requeridas ya que es estrictamente necesario mantener todas las condiciones asépticas por que la materia prima esta expuesta a la manipulación directa, lo que hace posible que esta se contamine.
- Generalmente en el caso de la *Cnidioscolus Aconitifolis* (chaya), se seleccionan con 20 cm. de largo del pecíolo a las hoja. Ya que permite hacer el corte (desde la Yema Axilar) perfecto para hacer una buena separación de la hoja, lo que eventualmente significa favorecer la salida de humedad.
- Las hojas deben ser jóvenes, que denoten un color verde intenso.
- Evitar que las hojas estén magulladas, marchitas, corroídas o den muestra de presencia de infecciones (comúnmente atacada por el gusano cogollero).
- Estas hojas enfermas deben ser separadas del resto por cuestiones que lleguen a afectar la calidad e higiene en el procesamiento del Producto.
- No se desecharan aquellas hojas que presentes un buen color pero que de alguna forma presente pequeñas cortes parciales o mutilaciones causadas por la delicadeza propia de la materia prima.

CAPITULO II
DESCRIPCION TEORICA DEL
PROCESO

2.1 TRATAMIENTOS PREVIOS (12-13-14)

Cada uno de las siguientes etapas están basadas en la Norma Técnica dadas por el Instituto Ecuatoriano de Normalización (INEN), en la Primera edición emitida 2005-01-24, para Te y subproductos, en el punto que se indica con el título de DISPOSICIONES GENERALES, cuya declaratoria ha sido adaptada para el presente proyecto donde se llevara a cabo el procesamiento de las Hojas de chaya para la elaboración de un te.

2.1.1 Lavado, desinfección y Enjuague

Lavado.- Las hojas se lavan con agua pura y fría, para eliminar cuerpos extraños depositados en ellas y que generalmente son acarreados por el viento o los insectos, que se posan en ellas, o en algunos animales que incursionan en los sombríos. Puede ser de tres maneras:

- a) Por remojo
- b) Por aspersión
- c) Por agitación

Desinfección.- Se la realizara con agua potable, a temperaturas elevadas sin llegar a la cocción, y se la realiza en un tiempo determinado.

El uso de desinfectantes, que normalmente se utilizan en la desinfección Química de algunos productos alimenticios, no podrán superar los límites establecidos por el codex alimentario, en su última edición, ya que el uso de sustancias que modifiquen la naturaleza del producto será restringido en su totalidad. En el caso del Te y Subproductos, se recomienda que el uso de este tipo de desinfección sea casi nula, ya que el producto deberá ser lo más natural posible.

Enjuague.- Luego se procede a un lavado adicional (de Preferencia con agua potable) y luego escurrir el agua presente en exceso.

2.1.2 Troceado de la hoja.- Observando las buenas practicas de Manufactura que permitan reducir al mínimo la contaminación, esta etapa se puede realizar, en los casos que sea necesario, en forma manual (desmenuzado) o mecánicamente (troceado), previa a cualquier procesamiento seleccionado, dependiendo de las condiciones iniciales de la materia prima y las condiciones que se necesitan para tal o cual producto. Por lo general en el caso de plantas de hojas este se la puede realizar antes del lavado. Aunque si

queremos tener mas precisión podríamos realizar cortes de determinados formas y tamaños (como en el caso de las cebollas cortadas de manera julianas).O bien un despulpado que es como una molienda previa. (Sin llegar al llegar al rompimiento significativo).

2.1.3.- TRATAMIENTOS PREVIOS NO CONVECIONALES

Es necesario mencionar algunos tratamientos previos no convencionales, que a pesar de su complejidad para su aplicación a nuestro proceso, son ampliamente utilizados para las diversas especies de Te (Thea Camelia Sinensis), aunque ha sido adaptado también para algunos tipos de hierbas y plantas medicinales. Pero que su uso en forma general depende y pueden variar de acuerdo, primeramente del tipo de planta y órganos de la misma a utilizar, los principios activos que se requieran (de una determinada planta), así como también la operación a ejecutar.

Sin embargo puede hacerse una pequeña variación a estos, para que de alguna manera se ajusten nuestras necesidades y requerimientos.

Blanqueo.- También conocida como escaldado. Consiste en un choque térmico en agua caliente o con vapor, con el propósito de inhibir las enzimas responsables de la oxidación. Esta operación se la realiza con las siguientes finalidades:

- a) Terminar la limpieza del producto.
- b) Blanqueado, por destrucción de las oxidasas que ennegrecen el producto.
- c) Fijar y conservar el color.
- d) Destruir muchos microorganismos, eliminando una causa en la alteración del producto.
- e) Acelerar la desecación por rotura de las células, lo que facilita el proceso de evaporación
- f) Suprimir ciertos olores y sabores desagradables, propios del producto tratado o producidos durante el proceso
- g) Mejorar y acelerar el proceso culinario.

El Blanqueo o escaldado puede efectuarse de tres maneras:

- a) En agua común hirviendo
- b) En soluciones salinas e hirviendo
- c) A vapor

Presecado.- El material es expuesto al ambiente para lograr un secado inicial, Durante el presecado es importante tener en cuenta algunas pautas importantes que beneficien el proceso:

- El material debe ser esparcido para el presecado, este proceso se debe llevar a cabo con la mínima exposición posible al sol y otros agentes externos. Las Áreas deben ser limpiadas asiduamente para evitar posibles contaminaciones.
- La Área a desarrollarse deben estar limpias, bien aireadas y nunca usadas para hacinamiento de ningún tipo de animal. Dicha Área deberá proveer se seguridad de posibles infiltraciones de animales o plagas que afecten a la materia prima.
- El material seleccionado limpio y troceado será presecado al aire, siendo esparcido en una capa fina sobre bastidores adecuados para posibilitar la circulación de aire y permita un secado uniforme.
- El material presecado debe ser almacenado en contenedores que permitan la circulación de aire para evitar la proliferación de plagas y hongos.
- Todos los cambios y acontecimientos suscitados durante le presecado deben ser tomado en cuenta por el personal y haciéndose responsable quien este a cargo.

2.2 ALTERNATIVAS Y SELECCIÓN DEL PROCESO, OPERACIÓN Y/O MÉTODO PARA EL APROVECHAMIENTO DE LA MATERIA PRIMA (HOJA FRESCA) (3-13-14-15)

Para la siguiente investigación se han planteado algunas de las posibles vías en que la hoja de chaya puede ser procesada. De tal forma que se seleccionaría al que represente mayores facilidades de operación y que represente bajos costos.

2.2.1 MÉTODOS NO INDUSTRIALES.- Los principios activos contenidos en las plantas (o en sus partes) pueden ser extraídos mediante diversas técnicas empíricas o algunas técnicas mas modernas y perfeccionadas, que ayudan a mantener los principios activos tal y como se encuentran en la planta fresca. A lo largo de la historia, se han desarrollado diversos métodos para el mejor aprovechamiento de las virtudes terapéuticas de las plantas medicinales, dichos métodos son mencionados este capítulo. Entre los métodos no industriales mas usados se encuentran:

Zumos.- Se obtiene de las plantas frescas, es el extracto puro de la planta zumo fresco, dependiendo de la parte de la planta de la que se desee obtener el zumo se muele hasta formar una papilla, la que se filtra a través de un cedazo o se exprimen los frutos frescos de la planta elegida o la planta misma. Pueden ser acuosos o grasos, así tenemos el zumo de naranja y demás cítricos, aceite de oliva y resinas de coníferas, bálsamos diversos, etc.

Si al zumo le agregamos agua a esto le llamamos *jugo*. Normalmente se emplean para este tipo de extracción como prensas hidráulicas y otros artilugios mecánicos como licuadoras, exprimideras etc.

Jarabe.- los jarabes son preparados hechos a base de plantas medicinales, agua y azúcar, para lo cual tiene que disolver bastante azúcar en agua. Por lo tanto primero se elabora jarabe simple y luego jarabes medicinales. Tienen como base sustancias amargas o zumos de las plantas medicinales. Bien elaborados se conservan varios días (o incluso semanas), ya que el azúcar concentrada es un conservador que impide la contaminación y fermentación.

Diálisis.- En la cual una membrana semipermeable permite una selección de las sustancias arrastradas por el disolvente.

Maceración.- Disolución o mezcla en agua fría de las partes solubles de una planta o penetre la estructura celular de la planta misma en agua (disolvente frío o menstuo) a temperatura (sin variaciones) ordinaria durante varias horas (generalmente de 8 a 12 horas) o días en contacto (10 días), además agitación ocasional (una vez al día o esporádica). Esta forma se suele emplear para plantas ricas en mucílagos o emolientes como las semillas de lino.

Decocción.- Consiste en echar la planta en agua hirviendo y dejarla hervir durante 5 ó 20 minutos, a una temperatura superior al punto de ebullición, en un recipiente cerrado para evitar la evaporación. Se utiliza para raíces, tallos fuertes y cortezas. Equivocadamente llamamos a esta preparación también Te, utilizamos el conocimiento o decocción para aquellas plantas cuyo principio activo no sale fácilmente por lo que hervimos o mejor dicho cocinamos a la parte de la planta que no interesa por espacio de 15 minutos aproximadamente, generalmente se usa para raíces, tallos gruesos y cortezas. Pero por lo general cuando se utilizan raíces, maderas y cortezas. Generalmente aplicable a las partes correosas de la planta (caña, raíz, cáscara de la semilla).

Digestión.- Se trata de macerar la planta en agua a temperatura media, alrededor de 50°C (hasta 55°C), durante un tiempo determinado. Se utiliza sobre todo para el agotamiento de las drogas resinosas o cuando los disolventes empleados son grasos (preparación de aceites medicamentosos).

En este proceso se agrega solvente caliente al material vegetal molido colocado en un erlenmeyer o material de vidrio de boca pequeña, la temperatura elevada del solvente

permite una mayor extracción de compuestos ya que la solubilidad de la mayoría de las especies aumenta con la temperatura.

Infusión.- Se vierte el agua (o en algunos casos vino, vinagre, etc.) hirviendo (a temperatura de ebullición) o frío, sobre la planta colocada en un recipiente de cierre bien ajustado, a fin de evitar la pérdida de principios activos (se evaporen), y se deja en reposo de 5 a 15 minutos, filtrándose y tomándose inmediatamente. Generalmente se utiliza para flores, hojas y tallos tiernos. Se aplica generalmente a aquellas plantas cuyos principios activos podrían alterarse por ebullición. Cuando se usan cortezas, maderas y raíces, se aconseja mantener la infusión durante 10-15 minutos al baño María, con objeto de facilitar la extracción de los principios activos.

La infusión o tisana se realiza colocando una cucharadita de tamaño te de la hierba en la taza y luego se vuelca el agua caliente (no hirviendo) sobre ella. Llamado en muchos casos te, usamos esta forma de preparación para aquellas plantas cuyo principio activo se pierde cuando se hierven. También en este método es posible utilizar el líquido o solvente frío. Básicamente aplicable a partes blandas de una planta (hoja, flores, semillas)

2.2.2 PROCESOS INDUSTRIALES (13-14-15-16)

A continuación nombraremos a las más importantes operaciones Unitarias que pueden ser consideradas como alternativas para el procesamiento de las Hojas de Chaya:

Lixiviación o Percolación.- Es uno de los procesos más difundidos y si bien se puede realizar con disolventes orgánicos en frío para preservar los compuestos termolábiles que pudiera contener el material. Consiste en colocar el material fragmentado en un embudo o recipiente cónico y hacer pasar un disolvente adecuado a través del mismo.. Ej. Café.

Extracción.- El aislamiento y la purificación de los compuestos orgánicos son aspectos decisivos para cualquier investigación experimental en Química Orgánica ya se refiera a la determinación de estructuras o al estudio de una reacción orgánica. Se comprende que los procedimientos empleados en el aislamiento y la purificación. El proceso de extracción implica el tratamiento de la sustancia bruta con un disolvente apropiado que en caso ideal disuelva sólo el constituyente deseado, permaneciendo sin disolver las demás sustancias. En la práctica se obtiene una mezcla de compuestos solubles en el disolvente empleado y otras arrastradas por co-solubilidad. Existen varios procesos de extracción entre los más conocidos tenemos: Extracción por Solvente (de acuerdo al

disolvente a utilizar) y Soxhlet, Extracción por Arrastre de Vapor de Agua, Extracción por fluidos Supercríticos.

Secado.- Es el proceso de transformación por el cual obtenemos planta o partes de la planta seca. El objetivo de este proceso es doble: por un lado se pretende estabilizar y conservar en la planta seca las mismas propiedades y principios activos que contiene la planta fresca, y por otro evitar procesos físico-químicos de degradación del material. Por eso, el material debe de secarse hasta un contenido de humedad hasta el 12%. El secado preserva los productos de los microorganismos que provocan su descomposición y limita la acción de las enzimas que provocan cambios químicos en el vegetal.

Destilación.- Es el proceso de transformación mediante el cual obtenemos normalmente en el caso de la mayoría de las plantas: aceites esenciales. muy compleja. La producción de aceite esencial depende de la especie, la variedad, las condiciones de cultivo y ambientales.

2.3.-SELECCIÓN DEL PROCESO (14-15-16-17-18)

Teniendo en cuenta las diferentes opciones presentadas para el procesamiento de las hojas de Chaya, tanto en los métodos no industriales y procesos industriales, se selecciono una de las alternativas descritas en el ítem que se refiere a procesos industriales, puesto que la finalidad del desarrollo de dicha Operación será simular un proceso industrial de manera didáctica, por lo que se necesita que su reproducción sea viable, fácil control de variables involucradas en el proceso. Por lo que se ha elegido La Operación de Secado, para el procesamiento de las hojas de Chaya. Ya que se amolda a nuestra necesidades y requerimientos. A continuación recabamos toda la información acerca de la Operación de Secado.

2.3.1 SECADO.- Concepto, Variables involucradas y definiciones de relacionadas al Secado

El secado de un producto constituye una operación de mucha importancia en las industrias químicas, alimentarias, agroindustrial, siendo los objetivos fundamentales preservar los productos durante su almacenamiento y transporte, fácil manipulación y el empaçado; Generalmente se aplica al final del proceso de fabricación por lo que se constituye en una operación de acabado. En general el SECADO DE SÓLIDOS consiste en separar pequeñas cantidades de agua u otro líquido de un material sólido

con el fin de reducir el contenido de líquido residual hasta un valor aceptablemente bajo. El secado es habitualmente la etapa final de una serie de operaciones y con frecuencia el producto que se extrae de un secadero pasa a empaquetado.. El contenido de líquido de una sustancia o materia prima seca varia de un producto a otro. El producto que se seca puede soportar temperaturas elevadas o bien requiere un tratamiento suave a temperaturas bajas y moderadas. La diferencia reside fundamentalmente en la forma en que mueven los sólidos a través de la zona de secado y en la zona en que se transmite calor. Los principales objetivos del secado son:

- Facilitar el manejo posterior del producto
- Permitir el empleo satisfactorio del mismo
- Reducir el costo de embarque
- Preservar los productos durante almacenamiento y transporte

Concepto.- Él termino secado, usualmente se refiere a la eliminación de relativamente pequeñas cantidades de agua de un sólido o de un material casi sólido. En pocas palabras es la separación de un líquido de un sólido. En el secado es importante también conocer la estructura molecular de sus moléculas pues para que exista secado las moléculas del sólido deben estar rodeadas por el agua o entre ellas por lo que el calentamiento libera el agua en forma de vapor (intermolecular). No existirá secado si es que el sólido (sus moléculas) están íntimamente ligado con el liquido es decir que el liquido se encuentra en forma intramolecular.

Es necesario para que el secado se logre con éxito una eliminación previa del agua que significa un ahorro en al electricidad Las siguiente son conocidas como operaciones previas al secado: Deshumidificación, Molienda, trituración, Presecado, prensado, centrifugado.

Es importante, además, la inspección Preliminar de la Materia Prima que se realizara previamente antes de ejecutar esta operación y que incluyen las pruebas cualitativas, análisis cuantitativos y demás ensayos. También para el mejor entendimiento de la Operación de Secado hay que revisar los siguientes conceptos que se manejan: Temperatura de bulbo seco, Humedad de un sólido Humedad total, Humedad de equilibrio, Humedad, Base seca, Base húmeda, Sólido húmedo, Sólido hidratado.

2.3.2 FUNDAMENTO PARA LA SELECCIÓN DE LA OPERACIÓN DE SECADO

Cuando se deseca un sólido se producen dos procesos fundamentales y simultáneos:

1. TRANSMISIÓN DE CALOR
2. TRANSFERENCIA DE MASA

Los factores que rigen la intensidad de cada uno de estos procesos son los que se determinan la rapidez del proceso de SECADO.

En las operaciones industriales de SECADO, se utiliza varios mecanismos para la transmisión de calor como: CONVECCION, CONDUCCIÓN, RADIACIÓN, o una combinación de cualquiera de estos mecanismos. Los Secadores industriales se distinguen fundamentalmente por los métodos que emplean para transmitir el calor, sin embargo independientemente del mecanismo de transmisión de calor, este tiene que pasar primero a la superficie exterior hasta el interior del sólido, (la única excepción es el secado por electricidad a alta frecuencia que genera el calor internamente) y por consiguiente produce una temperatura mas elevada dentro del sólido que en la superficie, esto conduce a la circulación de calor desde el interior hasta la superficie exterior. La transferencia de masa en el sólido ocurre el agua líquida que se encuentra en el material es dividida en capas cada una de ellas posee una temperatura distinta lo que hace que a medida que el calor se elimine exista un gradiente temperatura, lo que hace que la eliminación sea de mayor a menor hasta que llegue a la superficie

2.3.3 CLASIFICACIONES Y CONCEPTOS RELACIONADOS CON EL TIPO DE SECADO EN LOS ALIMENTOS. (13-14-15-16)

La operación de secado se clasifica según: EL TIPO DE SECADO UTILIZAR para lo cual debemos analizarlo en el caso del procesamiento de alimentos, definir básicamente el tipo de Secado puede ser de 2 formas:

❖ SECADO NATURAL O DESECACIÓN.-

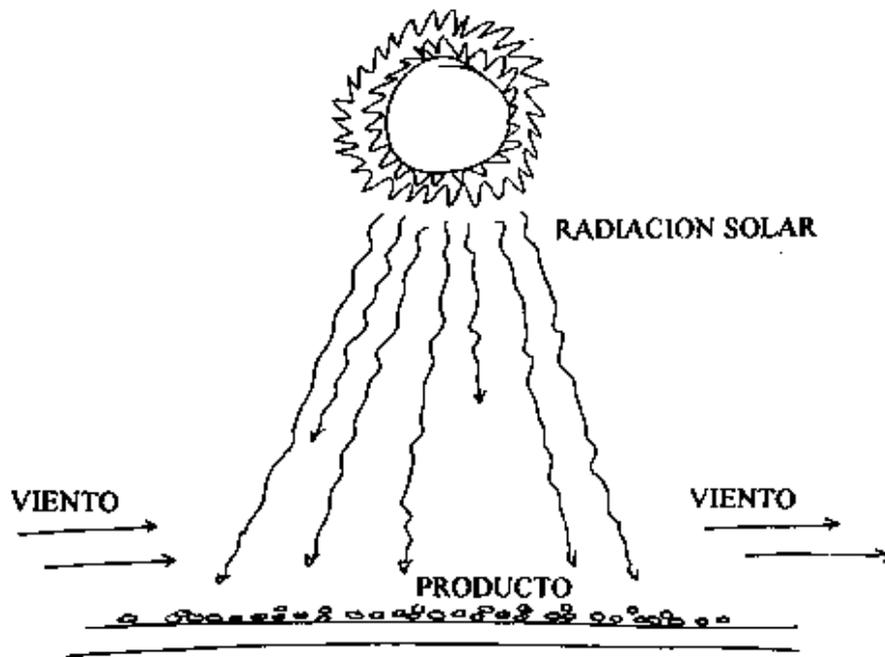
El Secado como un proceso natural, es uno de los métodos más antiguos utilizados por el hombre para la conservación de los alimentos. Es un proceso copiado de la Naturaleza y que nosotros hemos mejorados dándole nuevas características esta Operación. El secado Natural de alimentos por el sol da materiales bastantes concentrados de calidad durable. Desgraciadamente el simple secado al sol esta a merced de numerosos agentes externos como los el polvo, insectos aves, etc. Pero en lo que respecta al color es mucho mejor.

La Desección Natural o al Sol, aunque en algunas ocasiones esta puede ser a la sombra o incluirla como variación en el SECADO SOLAR, para evitar degradación de ciertos componentes termolábiles en las plantas. A continuación tenemos los siguientes tipos de Secado Natural:

Secado solar al aire libre: También llamado tradicional. Este proceso de secado se conoce también con el nombre de secado natural o tradicional, el mismo consiste en dejar expuesto a la corriente de aire y a los rayos solares sobre una superficie el producto de la cosecha. Este método es practico y barato pero tiene varias desventajas como son:

1. Rehidratación por condensación de la Humedad.
2. Ataque de insectos y pájaros.
3. Ataque por hongos.
4. Contaminación por roedores y otros animales
5. Secado no uniforme de la masa a desecar y en ocasiones

Si se cuenta con condiciones climáticas adecuadas, baja humedad relativa y temperaturas elevadas, el secado natural requiere poco gasto y es sencillo de realizar. Se puede realizar colocando el material sobre el suelo, al sol y removiendo cada tanto con una horquilla, pero así se obtendrá un producto de mala calidad, contaminado y de bajo valor comercial. Es conveniente disponer las hierbas en capas delgadas sobre catres, tendaleros, etc., que se exponen al aire libre durante algunos días, teniendo la precaución de removerlas frecuentemente y de mantenerlas cubiertas o protegidas ocasionalmente con alguna cubierta, durante el día para evitar la acción directa del sol y durante la noche para evitar que el rocío ennegrezca el producto. Las medidas de los catres deben ser adecuadas para su manipuleo por una persona.



Secado solar Modificado: Teniendo en cuenta la necesidad de mejorar El Secado Solar Tradicional, elevar el rendimiento y eliminar la mayoría de desventajas (reducción de tiempo, calidad) presentes en dicho Proceso sin dejar de lado la parte de costos, se han estudiado a lo largo de los años diferentes variantes del Secado Solar Tradicional que proporcionen un producto con excelente aceptación. El uso de los secadores solares modificados garantiza una calidad óptima en el producto secado y es una de las medidas importantes en el ahorro de portadores energéticos convencionales aunque en algunos caso es necesario anotar que exista la posibilidad de la utilización de un mecanismo de apoyo (energía eléctrica o mecanismo híbrido) en caso de no contar con suficiente radiacion solar. Además este tipo de Secado Solar, se puede clasificar por la disposición del secador solar y la camara de secado

Tipo de Secador	Descripción	Esquema del Modelo Básico
Cabina (Gabinete) directa	La cámara de secado es de vidrio y no usa un colector solar por separado	
Cabina (Gabinete) indirecta	Se usa un colector solar que esta separado de la cámara de secado y que no tiene superficies transparentes	
Modelo combinado	La cámara de secado esta hecha de vidrio parcial o totalmente, y usa un colector solar por separado	
Túnel	Normalmente se usa un armazón metálico con 1 ó 2 capas de plástico vidriado. Generalmente se trata de un secador directo, pero puede ser indirecto si el plástico de la capa más interna es negro	
Túnel bajo	Secador directo semejante al anterior pero se construye más cercano al suelo y normalmente solo contiene una sola capa de producto	
Tienda	Secador solar con un marco recto en lugar de curvado	
Arcón (bin)	Cualquier secador pero nominalmente indirecto, con flujo de aire forzado por convección que puede secar capas profundas (normalmente 300 Mm. ó más) de producto. ΔIndica superficies vidriada	

El Secado Solar modificado también tiene una clasificación de acuerdo a la forma de transmitir calor:

- El secador solar de radiación infrarroja la energía solar es captada por una superficie metálica ennegrecida, la cual se calienta. El producto va colocado generalmente en bandejas hechas con mallas, para dejar pasar el aire. El material se calienta, principalmente por la radiación infrarroja que recibe de la superficie captadora y, por lo tanto, no recibe la luz solar directamente; al calentarse,
- El secador solar de conducción de calor, el producto o material a secar va colocado en la superficie metálica captadora de la radiación solar, y el calor es transmitido

principalmente por conducción directamente del metal al producto. Este secador es utilizado para deshidratar sustancias pastosas que no se perjudiquen al recibir la radiación solar directa, ya que parte del calor lo reciben también directamente del Sol. En este secador, el producto va colocado en tiras finas sobre la superficie captadora, dejando gran parte de ésta sin cubrir. Este secador es también muy sencillo, pero sólo tiene uso en determinados tipos de productos.

- El secador solar por convección de calor transmite el calor, como su nombre lo indica, principalmente por el movimiento del aire caliente; por ello, en este tipo de instalación la radiación solar es captada por calentadores de aire y después éste pasa a través del producto, donde elevan la temperatura y evapora el agua de su superficie. Este mismo aire arrastra la humedad del producto, produciendo su secado. Estos secadores pueden ser de convección natural o forzada. En el secador por convección natural, al calentarse el aire, se hace más ligero y asciende, con lo que crea corrientes de aire seco que extrae la humedad del objeto a secar. En el secador por convección forzada, el aire se mueve con el auxilio de ventiladores. El secador solar de convección es el más usado, ya que tiene las siguientes ventajas, el secado del producto es más uniforme; la calidad del producto es, en muchos casos, mejor, al no incidir sobre el mismo la radiación solar directa, ya que pueden utilizarse mecanismos de apoyo para el secado de los productos; la cámara de secado puede ser de mayor capacidad con relación al volumen que ocupa; la manipulación del producto es generalmente más fácil, por estar más concentrado; el control de los parámetros de secado es más sencillo, ya que puede regularse por medio del aire; es menos sensible a la nubosidad al tener mayor capacidad térmica que los modelos anteriores; pueden ser diseñados con recirculación de aire y, por lo tanto, la eficiencia de la instalación aumenta. Un modelo de secador por convección forzada, conocido es llamado *cámara de secado solar híbrida*, se han obtenido muy buenos resultados en plantas medicinales, frutas, pescados, embutidos, tabaco, microalgas, piensos y madera, entre otros productos

- **SECADO ARTIFICIAL O DESHIDRATACIÓN.**-También es llamado Mecánico. Este tipo de secado, se da exclusivamente en UNIDADES SECADORAS ARTIFICIALES o EQUIPOS DESHIDRATADORES, donde las condiciones y variables de Secado son controlados dentro de una cámara o micromedio. Por lo que es considerado una operación mas cara que el secado natural, pero se manejan mejor ciertos parámetros relacionados a la calidad. Siendo conveniente para esta operación tener la elasticidad necesaria para varia la temperatura y velocidad del Aire como se

deseo, excelente distribución del Aire y la temperatura, posibilidad de variar la humedad del aire con dispositivos que recuperen el Aire Saturado. Al igual que el secado solar se fundamenta en hacer pasar el aire seco por una cámara de secado donde se ha depositado el material vegetal con la diferencia que las fuentes de energía utilizadas para calentar el aire son artificiales (eléctrica, gas, petróleo, etc.), la cual suele tener un costo alto. Este tipo de secado garantiza una alta calidad de producto seco, pero el consumo energético tiende a ser muy elevado. Para tener bien claro, lo que respecta a las diferencias entre unidades Deshidratadoras, podemos clasificarlas por:

- a) La Producción: proceso discontinuo (Batch) y proceso continuo.
- Procesos discontinuos.- son aquellos que no manejan unidades de tiempo. Pueden ser para: Secadores directos.- Los secadores se diseñan para operar con un tamaño específico de carga de alimentación húmeda para ciclos de tiempo dado. En los secadores discontinuos las condiciones de contenido de humedad y temperatura varían continuamente en cualquier punto del equipo. En un tipo de secador discontinuo de circulación directa, el aire pasa por un lecho permeable estacionario de material mojado que se coloca sobre bandejas alienables de fondos perforados sostenida en forma adecuada dentro del secador.
Secadores indirectos.- En general los secadores de este tipo se adaptan muy bienal vacío se subdividen en agitados y no agitados.
 - Procesos continuos.- Aquellos que manejan su proceso en base al tiempo. Pueden ser: Secadores directos.- La operación es continua sin interrupciones en tanto se le suministre la alimentación húmeda. Es evidente que cualquier secador continuo puede funcionar en forma intermitente o por lotes, si así se desea. Los secadores de este tipo se basan en el principio de soplado de aire caliente a través de un lecho permeable del material mojado que pasa en forma continua por el secador. Las velocidades de secado son altas debido a la amplia superficie de contacto y a la distancia corta de desplazamiento para la humedad interna. Secadores Indirectos.- El secado se efectúa haciendo pasar el material de manera continua por el secador y poniéndolo en contacto con la superficie caliente.
- b) Por la Presión de trabajo: Los Deshidratadores Directos o Indirectos pueden manejar presión atmosférica y al vacío.

- Presión atmosférica.- presión de guayaquil aproximadamente 1 atm = 760 mmHg.
 - Presión al Vacío.- Son todas las presiones menores a 760 mmHg.
 . Se utiliza este tipo de presión para trabajar con alimentos que son sensibles a los Cambios debido al aumento de su punto de ebullición.
 Todo lo que signifique ahorrar la Presión atmosférica significara ahorro y calidad.
- c) Por la forma de transmitir calor al material: Conociendo la transmisión de calor, vale la pena recalcar que son de forma directos o indirectos.
- Directo.- El calor se transmite directamente al sólido por conveccion y por lo general son de flujo paralelo.
 - Indirecto.- No existe ninguna corriente de aire que haga contacto con el material como pasa en el método directo, la transmisión de calor se hace por medio de fluido calefactores. Se utiliza para conservar las características organolépticas de ciertos materiales.
- d) Según el flujo de aire y sólidos húmedo: Paralelo y contracorriente
- Flujo paralelo.- En la entrada se introducen al mismo tiempo la corriente de aire y el alimento.
 - Flujo contracorriente El alimento entra en un extremo y la corriente de aire por otro. Se considera mas eficiente porque el la área de superficie de contacto es mayor.
- e) Por la energía de calentamiento suministrada al aire:
- Vapor de agua (método indirecto)
 - Resistencia Eléctrica (método indirecto)
 - Fluidos calefactores:
 - Gases de combustión (método indirecto)
 - Agua caliente (método indirecto)
 - Aire caliente condensado (método directo)

Otros términos involucrados y que determina el tipo de Equipo a emplear en el secado es el tipo lecho de Sólidos y que pueden ser: estático, Móvil, fluidizados, diluidos. También en la mayoría de los equipos de secado artificial o deshidratadores, se toma en cuenta el contacto que tenga el gas (Aire) y el sólido, y que puede ser en flujo paralelo,

Flujo perpendicular. Además a lo largo de los años han tenido lugar la construcción de un sin número de equipos dependiendo de la industria a utilizar. Estas variedades de construcciones esta basada en la forma en que se maneja el material durante el proceso de secado: Laminas, hojas, masas, materiales granulares o sueltos, pastas, lodos, tortas

También se toma en cuenta el material de construcción a utilizar en la fabricación del secador de acuerdo a la industria a utilizar:

INDUSTRIA	TIPO DE SECADOR	MATERIAL DE CONSTRUCCIÓN
CERÁMICA	Secador	Acero y ladrillo
SALES SODICAS	Secador rotativo / marmita	Acero
PIGMENTOS	Secadores de caja	Acero
JABÓN	Cámara de secado	Ladrillo y madera
AZÚCAR	Secador rotativo	Acero
PULPA Y PAPEL	Cilindro calentador por vapor	Acero
CAUCHO	secador	Acero

A continuación se nombraran los tipos de unidades deshidratadoras mas conocidas, en la Industria de alimentos: Secadores de bandeja, Secadores al vacío, Secadores de túnel, Secadores rotativos, Secadores tambor, Secadores por pulverización, Secadores liofilizadores.

2.3.4 DESCRIPCIÓN DEL TIPO DE SECADO APLICADO AL PROCESAMIENTO DE LAS HOJAS DE CNIDOSCOLUS CHAYA

El Uso del Calentamiento solar para secar alimentos fue descubierto independientemente por muchos hombres del Viejo y nuevo Mundo. Se conoce que desde la antigüedad el hombre seco sus alimentos en sus refugios. Cabe anotar que al actualizar este mecanismo utilizado desde la antigüedad por el hombre en la conservación de alimentos y que estuvo presente durante mucho tiempo en la historia de la humanidad se lograra que el consumo de vegetales, frutas e incluso plantas medicinales desecadas se vuelva popular y su producción adecuada y de bajo costos incidan en su comercio o promueva su fácil adquisición para el consumo. Ya sabemos que los productos secos son más concentrados que cualquier otra forma de productos alimenticios preservados, se intentara mantener su forma natural de elaboración que debe predominar para ser considerado Natural. Además la razón más importante desde el punto de vista técnico por la que secamos las hierbas es su conservación; por este método se promueve el mantenimiento de los componentes del vegetal fresco y se evita

la proliferación de microorganismos. El Criterio Central, para la selección del Tipo de Secado a emplear en el tratamiento de las Hojas de Chaya, es la parte económica para desarrollar este anteproyecto. La Operación aplicada al procesamiento de LAS HOJAS DE CHAYA será el SECADO DESECACIÓN y como variante emplearemos el SECADO SOLAR MODIFICADO por conveccion forzada utilizando un sistema de energía de apoyo (HIBRIDO), ya que nos ayudara a mantener la calidad en el producto, y cuyas características, son útiles para fines de este trabajo, cuando exista insuficiencia de luz solar.

2.3.5 EL SECADO SOLAR MODIFICADO, CONCEPTO, PROPIEDADES Y VARIANTES RELACIONADAS (14-15-16)

El Secado Solar Modificado, varían mucho de las formas conocidas. Ya que normalmente este tipo de Secado utiliza la Radiación Solar. ya sea de forma directa (que es la que normalmente utiliza El secado solar tradicional) o indirecta, donde el material no queda directamente expuesto al ambiente y al sol como se lo menciona en el Secado solar tradicional. Normalmente un equipo de Secado Solar Modificado, consta de un sistema para el calentamiento del aire y una cámara donde se introduce el Producto objeto del secado, con esto se logra aprovechar de manera más eficiente las radiaciones solares y las corrientes de aire. El aire seco que se obtiene extrae la humedad del producto que se quiere secar. El empleo de secadores solares modificados siempre será más ventajoso que el modelo tradicional, siempre y cuando se escoja el modelo adecuado, que dependerá de la naturaleza del producto a alimenticios. En la Actualidad podemos contar con equipos modernos que utilizan Energía Radiante por medio de un panel que recibe La Energía Solar y la suministra al equipo diseñado, hasta secar el producto en horas en lo que antes se hacia en días. Además existen ciertos PROPIEDADES adicionales a controlar que se presentan en la especie vegetal como son: Concentración de solutos, Agua ligada, Agua libre, Estructura celular, Encogimiento, Endurecimiento Termoplasticidad, Porosidad, cambios químicos y de otras índoles (propiedades organolépticas). Además algunas variantes que se pueden presentar en el Caso del Presente Anteproyecto, son aquellas que tiene que ver con la disposición de luz solar, para lo cual manejaremos alternativas en el Secado Solar Modificado (Hibrido). Pudiendo utilizar a Energía Solar como fuente principal para el acondicionamiento del Aire; la Energía solar + Energía Convencional (como sistema de

Apoyo), solo en caso que la radiación solar sea escasa o insuficiente. Y cuando las condiciones climáticas o ambientales sean totalmente (que evitaremos) adversas se utilizara solo el sistema de apoyo como una fuente de acondicionamiento.

2.3.6 FUNDAMENTO Y LEYES DEL SECADO SOLAR (17-18-19)

Uno de los principales fundamentos aplicados en el Secado solar modificado es el que está relacionado con la **TRANSFERENCIA DE CALOR**. Ya que en este caso se aplica el mecanismo de **RADIACIÓN**. La radiación es la transmisión de calor que tiene lugar por absorción de ondas (de diferentes tipos) de los cuerpos radiantes. La propiedad más importante de dichas ondas es la de transmitir energía. Cuando estas inciden sobre un cuerpo, una parte resulta reflejada, y otra es transmitida y el resto se absorbe. Aunque las Ondas absorbidas puedan transformarse en formas más nobles de la energía como sucede en las transformaciones fotoquímicas, que por lo general se transforman en calor. La radiación solar la componen ondas electromagnéticas emitidas por el Sol. La radiación solar, también llamada luz, está formada por la luz ultravioleta, la visible y la infrarroja. La luz visible está compuesta por las luces de colores desde el rojo hasta el violeta y tiene un rango de longitud de onda de 0,38 a 0,78 *mm*. La luz visible constituye 47 % de toda la radiación solar que llega a la Tierra antes de atravesar la atmósfera. La luz ultravioleta posee una longitud de onda inferior a 0,38 *Mm*. y representa 7 % del total de la radiación solar (también antes de entrar en la atmósfera). La luz infrarroja tiene una longitud de onda superior a 0,78 *Mm*. y significa 46 % de la radiación solar. En la Tierra lo que ocurre es que la Atmósfera retiene estas ondas (ondas cortas provenientes del sol) y las absorbe en la superficie terrestre y las reirradiada como ondas calóricas, la mayor parte de las cuales son atrapadas por el vapor de agua de la atmósfera y es esta la razón por la que el Calor se mantiene, claro está que las diferentes condiciones geográficas presentes determinan, la proporción en que estas ondas sean absorbidas o reflejadas, ya que no es lo mismo en lugares donde la nieve se encuentra en grandes cantidades ya que esta las refleja y no absorbe, dichas ondas; en cambio en lugares de vegetación abundante ocurre lo contrario. Este mismo efecto (Teoría Solar) que ocurre con la Tierra se aplica en el Diseño de equipos solares para almacenar Calor o los invernaderos (Principio de Invernadero) ya que el vidrio permite el paso de los rayos solares de onda corta, y esto a su vez absorbidos por objetos de onda larga. Otro de los fundamentos involucrados en el Mecanismo de

Radiación para la realización Secado Solar, explica que Cuando un haz de rayos incide sobre un cuerpo, una parte de la energía se absorbe, otra se refleja y el resto la atraviesa. La Fracción de Energía absorbida, no puede, evidentemente, exceder a la unidad. A un cuerpo que es capaz de absorber la totalidad de la energía incidente se le llama Cuerpo negro. En la realidad no se encuentra una superficie que se comporte rigurosamente como cuerpo negro; no obstante, este concepto es de suma utilidad para comparar y valorar los procesos de radiación. Mas sin embargo si una superficie absorbe la totalidad de la energía radiante que llega a ella se la considerara como un cuerpo negro, que se caracteriza por radiar la máxima cantidad de energía por unidad de superficie, radiación que dependerá de la temperatura. Por lo que los cuerpos negros se le consideran como los receptores perfectos. Pero el poder emisivo del cuerpo Negro depende de la longitud de onda y de la temperatura. Hay ciertas leyes involucradas en la Radiación de un cuerpo negro: La Ley kirchhoff, La ley de Stefan-Boltzman, La ley de Planck, La ley de Wien . Otro mecanismo empleado en la transferencia de Calor es el de **CONVECCION** forzada, ya que es una de las formas que también ayudaran junto con la radiación solar a transmitir calor necesario al Aire para luego este se transmita al Producto, produciéndose así el Secado. Para lo cual se utilizara un extractor de Aire con el fin de que este se mueva a través del colector hacia la cámara de Secado. Arrastrando la humedad del producto produciéndose los respectivos mecanismos de transferencia de masa al igual como ocurriría en la Deshidratación.

2.4TRATAMIENTO DE ACABADO (14-15-16)

2.4.1 Desintegración del Material Seco.- Las Industrias que trabajan con materia primas sólidas o utilizan materiales sólidos para el tratamiento de ciertos fluidos, precisan en general de una reducción de tamaño de los productos a trozos, gránulos y/o partículas. La Operación de disminución o reducción de tamaño consiste en la producción de unidades en menor masa a partir de trozos mayores para ellos hay que provocar fractura o quebrantamiento. Pero podría deducirse que el mejor método para lograr la desintegración de un material sólido consiste en aplicarles presiones de cizallamiento o corte. Ya que todos los aparatos para la desintegración de sólidos se basan o en la compresión, impacto, frotación o rozamiento, corte o cizalla como fuerzas desintegradoras. De una forma general podemos decir que la compresión se utiliza para la reducción de sólidos gruesos o groseros dando lugar a pocos finos. El impacto genera

productos gruesos, medios o finos. La Frotación conduce a productos muy finos a partir de materiales blandos no abrasivos. El Corte da lugar a un tamaño definido de partícula, y a veces también de forma con muy poco o nada de finos. También hay que tener presente cuando corresponde a una molienda circuito abierto o circuito cerrado. Una molienda en circuito Cerrado, es aquella que se renueva la molturación o retroalimentación. En cambio en la molienda de circuito Abierto se produce la salida Directa del producto. Existen además diferentes equipos para la reducción de tamaño se dividen de acuerdo al tamaño de las partículas en: Quebrantadores (gruesos y finos), Molinos (intermedios y finos), Molinos ultra finos, Máquinas de corte.

2.4.2 Tamizado

La separación de Materiales en fracciones de tamaños diferentes tiene en muchos casos, gran importancia para constituir el medio de preparar un producto para su venta en el mercado o para una operación subsiguiente. Por otra parte constituye un método de análisis físico, tanto para el control de la eficacia de otras operaciones Básicas tales como trituración o molienda y para determinar el valor de un producto para alguna aplicación específicas. Además ayuda a acelerar la velocidad de algunas reacciones químicas El Tamizado se realiza haciendo pasar el producto sobre una superficie provista de orificios del tamaño deseado. El aparato puede estar formado por barras fijas o en movimiento por placas metálicas perforadas o por tejido de hilos metálicos. El Tamizado consiste en la separación de una mezclas de partículas de diferentes tamaños en dos o mas fracciones cada una de las cuales esta formadas por partículas de tamaño mas uniforme que la mezcla original. Utilizando más de un tamiz se producen distintas fracciones de tamizado y pueden designarse según los tamaños de los orificios o según el número de mallas por unidad de superficie utilizada en la separación. Existen diferentes tipos de Tamices: Rastrillos, Tamices fijos, Tamices vibratorios, Tamices oscilantes, Tamices Vaivén Tropel o tamices rotativos, Devanaderas o cedazos giratorios

2.4.3 Empaque Y Almacenado ⁽²²⁻²³⁾

Empaque.- Dependiendo del interés del productor, si expende su producto al por mayor (Pacas o sacos) o lo oferta bajo varias variantes como producto terminado (Latas Compuestas, bolsitas de té, capsulas etc.) Según el requerimiento del comprador si se

desea se empaca en bolsas preferentemente de tela de algodón o de una mezcla en proporciones iguales o mayores al 50% de derivados de poliéster, rayon y otras fibras que sirven para elaborar telas no tejida. Que además sirven para facilitar la "respiración" del contenido, luego se coloca en cajas de cartón, y se rotula, de acuerdo a las instrucciones del interesado y se almacena en la bodega de producto terminado. El Almacenamiento en el almacén o área donde se acumula el material vegetal así como el envase escogido deben garantizar que el producto cumpla con los parámetros establecidos por las normas para la comercialización.

2.5 DESCRIPCION TEORICA DE LOS ANALISIS A REALIZADOS AL MATERIAL FRESCO Y AL MATERIAL SECO.⁽²²⁾

Durante la realización del procesamiento de las hojas de chaya, ha sido necesario controlar ciertos aspectos relacionados con el control de calidad de la materias prima y el producto seco, demás parámetros establecidos. Vale la pena aclarar que los procedimientos aplicarse dependerán mucho del tipo de trabajo que se vaya a realizar y la naturaleza de los elementos que quieran determinarse. Además, la preparación de la planta o muestra a utilizar deberá primero Separarse, limpiarse, para poder subdividirse el material que será objeto de los análisis.

2.5.1 Propiedades Organolépticas

En el material Fresco y el Producto Seco: Son las propiedades o caracteres relacionados con el olor, sabor, color, aspecto etc. Esta simple determinación se la puede realizar a simple vista, y esto nos dejara claro a primera vista la calidad, limpieza y estado de la materia prima y el producto.

2.5.2 propiedades Químicas

Son básicamente todas las determinas química a realizar tanto al material fresco y al Producto seco para determinar la proporción de sus constituyentes.

2.5.3 Análisis para determinar Carbohidratos

Se consideran para este tipo determinación a los almidones. Estos componentes en total pueden determinarse al final de un análisis por diferencia. Pero si se desea verificar una determinación directa, se pueden optar por otros métodos Cualitativos o cuantitativos.

Método de Referencia calculo por diferencia. Además de la **Fibra** Cuyo Método de Referencia es AOAC 17th 993.21 o 200, INEN 542.

2.5.4 Análisis para determinar Proteínas

Hasta hace poco, el contenido total de proteínas en los alimentos se determinaba a partir del contenido de nitrógeno orgánico determinado por el método Kjeldhal. En la actualidad, existen varios métodos alternativos físicos y químicos, algunos de los cuales han sido automatizados y semiautomatizados. Pero, el método de kjedhal aun sigue siendo la técnica más confiable para la determinación de nitrógeno Orgánico. Método de Referencia AOAC 17th 954.01 o 200, INEN 543. Además las proteínas de los alimentos contienen aminoácidos, los cuales poseen diversos grupos funcionales y, por lo tanto, efectúan una amplia variedad de reacciones químicas. Debido a que los alimentos contienen mezclas de proteínas, los métodos para determinación directa de proteínas deben calibrarse contra un método Standard como el Kjeldhal. A pesar de ser derivados de la proteína su análisis difiere del que se realiza para la determinación de la misma. Para este caso se podrá determinar, por una cromatografía en capa delgada, o en papel, pero si queremos resultados exacto podríamos utilizar, espectrofotometría de absorción atómica o de UV e inclusive HPLC.

2.5.5 Análisis para determinar Minerales

.Para los análisis bromatológicos generalmente se consideran importantes al: Calcio, fósforo, hierro, Potasio; Tanto el Calcio, fósforo, hierro, Potasio, se determinarían por lo general utilizando espectrofotometría de absorción atómica, fotometría a la flama, cromatografía de iones. Métodos de Referencia AOAC 17th 944.03 – 944.02 – Pearson.

2.5.6 Análisis para determinar cenizas

Este parámetro es muy importante en a la preparación de harinas y forrajes. Generalmente el grado de ceniza aumenta con la baja calidad del producto. AOAC 17th 942.05, INEN 544.

2.5.7 Análisis para determinar Vitaminas

La mayoría de vitaminas son sensibles, por lo que su determinación cualitativa es muy difícil así que se utilizan métodos más modernos como espectrofotometría de absorción

atómica o para mayor exactitud, HPLC, (Cromatografía líquida de alta presión). Las vitaminas que se consideran para el estudio bromatológico son : A, Complejo B y C.

2.5.8 Análisis para determinar Cafeína

Un alcaloide de Purina, (metilxantinas), al igual que la teobromina. Básicamente considerado algunas veces como estimulante. Es una toxina presente en el café, te o cacao, por lo que es necesario su determinación en las bebidas y alimentos que sea preparados a base de estos. Generalmente no aplicable a la plantas y hierbas medicinales.

2.5.9 Análisis para determinar Taninos

Se determinan generalmente en el proceso de Lowenthal de oxidación con permanganato u otros métodos dados por la AOAC. Se determina en alimentos o bebidas a base de Te café o cacao, pero generalmente no aplicable a la plantas y hierbas medicinales.

2.5.10 Análisis para determinar Humedad

La determinación de humedad es muy importante, ya que sirve para determinar la frescura de un material a procesar y el estado antes o durante el almacenamiento. Para determina la humedad se utilizan diferentes métodos como: Método por Pérdida de Peso; Método de Stherling; conductibilidad de las cenizas; Método de Karl-Fisher etc. Método de referencia AOAC 17th 930.15 o INEN 518 -540. Como sabemos es muy importante determinar inicialmente la humedad Total, que es importante para la realización de la práctica ya que es nuestro punto inicial de partida. Se realizo una determinación experimental para tantear el porcentaje de humedad Total. Para dicha determinación se utilizo una capsula de porcelana, la cual fue limpiada con una solución de HCL 50%, para eliminar la presencia de material orgánico que se halle presente en la capsula, ya que esta es muy porosa y pueden quedar retenidas en la misma. Se la deja sumergida en esta solución durante 24 horas. Luego a esta solución se le agregar HNO₃ para eliminar también vestigios de material inorgánico. Luego de 2 horas, se retira la capsula y se la pone a hervir durante 3 horas en agua destilada., pasado este tiempo la retiramos, y colocamos la capsula inmediatamente en una estufa precalentada a 110 °C durante tres horas. Después e haber estado en la estufa l, la retiramos cuidadosamente con ayuda de una pinzas de acero inoxidable y se la coloca rápidamente

en un desecado durante 45 min. Hasta que se enfrié o alcance la temperatura ambiente. Una vez enfriada, la pesamos en una Balanza electrónica y anotamos su peso. Nuevamente colocamos en la estufa, ahora solo por 30 min., pasado este tiempo retiramos, colocamos en el desecado esperamos a que se enfrié, pesamos y anotamos el peso, y otra vez llevamos a la estufa por otros 30 min., repitiendo esta operación hasta que el valor que se obtenga del pesado de la capsula sea constante. Una vez obtenido el peso constante de la capsula. Procedemos a tomar 10 gr. de muestra (hojas de chaya), dichas muestra fueron tomadas directamente de la planta, en condiciones climáticas favorables, evitando en lo posible tomar muestras que ese encuentre expuestas directamente al sol. Pesamos el conjunto (muestra + capsula de porcelana) e inmediatamente colocamos en una estufa precalentada a 105 °C durante 4 Horas. Luego de haber cumplido el tiempo dispuesto, retiramos con una pinza, colocamos en un desecador esperamos 45 min. Hasta que alcance la temperatura ambiente y pesamos, y anotamos su peso. Por diferencia de peso obtenemos la cantidad de agua eliminada en la muestra, y lo que queda de muestra en la capsula es considerado como muestra seca. Teniendo los datos podemos ahora calcular la humedad Total

2.5.11 Análisis para determinar la Presencia de cianogenéticos

Normalmente este tipo de análisis se realiza al producto terminado ya que además de ser costoso, y algo complicado por que se requerirá realizar un Perfil de Carbohidratos para determinar la presencia de este compuesto dentro de la amplia gamma de los Carbohidratos. El análisis para su determinación se realizara en un equipo sofisticado como es el HPLC.

2.6 NORMAS TÉCNICAS RELACIONADAS

Es necesario al terminar nuestro procesamiento verificar que nuestro producto terminado cumpla con los requerimientos dispuestos por los controles de calidad, códigos y normas establecidas tanto como en el país que se producen en este caso la institución encargada es el (INEN) a nivel nacional o en su defecto algún Dpto. de salud

CAPITULO III
DESARROLLO EXPERIMENTAL

3.1 DESCRIPCIÓN DE MATERIALES Y EQUIPOS UTILIZADOS ⁽²⁷⁾

Para el presente trabajo se optó por un modelo desarrollado de Secadero Solar. El cual se seleccionó por su facilidad de diseño, suficientes para, que es lo que se requiere para el presente anteproyecto donde se trabajara con una Planta medicinal en la elaboración de un Te. Simultáneamente se decidió la construcción de un tendal para ayudar a acelerar la operación de Secado. De tal forma que se trabajara de forma conjunta para lograr obtener los mejores resultados.

3.1.1 Selección y Descripción de la Unidad de secado solar

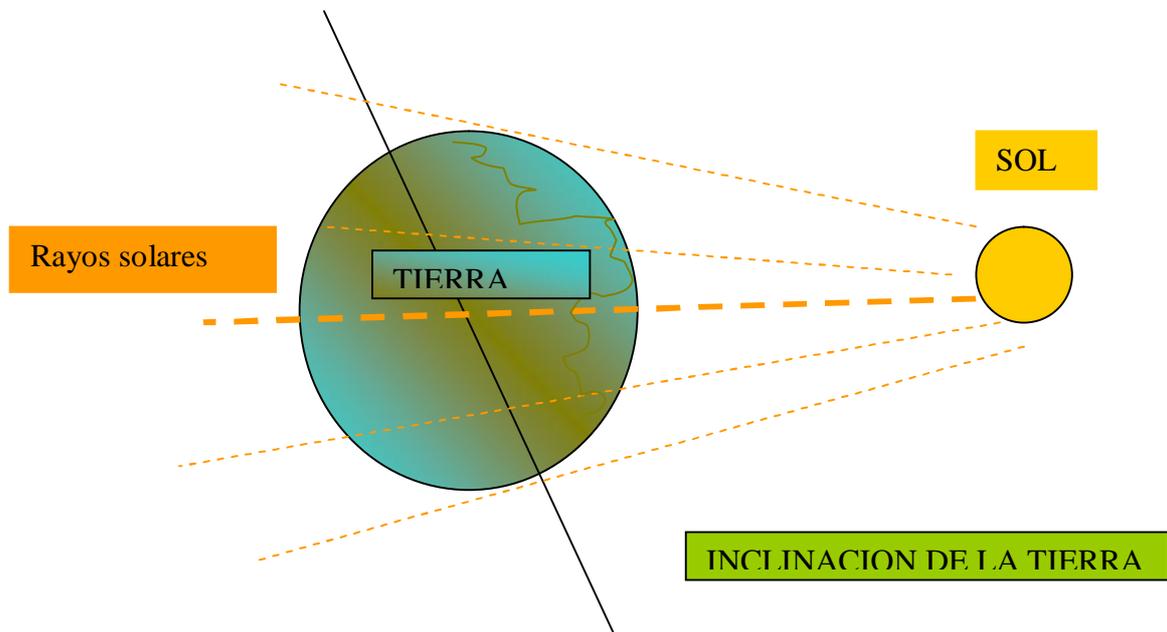
La Selección del Equipo para el presente anteproyecto se orientó hacia la facilidad de construcción y que las variables involucradas pueden ser observadas con facilidad. La Unidad de Secado Solar Modificado en su variante Híbrida (llamada así por la utilización de un sistema de energía de Apoyo, en caso que la energía solar sea insuficiente para continuar con la operación) está construido de Madera y para este fin se utilizó una que tenga propiedades de durabilidad y resistencia a los cambios de clima presentes en nuestro medio, como es el "Morel". Adicionalmente se realizó la distribución del interior de la Unidad (Cámaras), ya que parte del equipo está destinada a ser la cámara de Secado y la otra a ser la cámara colectora solar. Ambas Cámaras serán recubiertas en su interior por lana de vidrio, esta lámina tiene la finalidad de servir como aislante térmico para evitar que el calor se disipe desde el interior hasta el exterior y esta su vez será recubierta con lámina de cobre (que puede ser sustituida por acero), cuya selección se debió no solo a sus excelentes propiedades de emisividad y conductancia de calor, sino a sus propiedades antifúngicas ya que inhibe su proliferación incluso de ciertas colonias bacteriológicas. Además ambas Cámaras tendrán en su parte superior una cubierta de lámina de vidrio de 4 mm. De espesor cuyo espesor se lo definió así para evitar la reirradiación y la absorción del calor recibido por el vidrio, lo que recrea el efecto de invernadero en el cual los rayos solares quedan atrapados en la cámara de colección solar manteniéndose el calor en el interior. Adicionalmente se pintó la unidad en el interior de color negro mate para reproducir el efecto del cuerpo negro. En la Cámara Colectora solar se incluyen en su interior mallas de aluminio con el fin de aumentar la superficie de colección y almacenamiento de energía solar. En la Cámara de secado se añadió una cubierta de madera de unos pocos mm. Para evitar que el alimento entre en contacto con la lámina de cobre, y evitar

cualquier tipo de contaminación con el material a secar. En el exterior con fines de preservar la unidad se pinto de pintura anticorrosivo de preferencia de color negro para aumentar la captación e incidencia de los rayos solares. Se adapto además una bandejas hechas de madera y mallas plásticas que estarán ubicadas en el interior de las cámara de secado con la finalidad que el calor se distribuido uniformemente una vez que haya salido del la cámara colectora solar. Además el equipo en su parte superior posee una inclinación de 10 °, con la finalidad de aumentar la captación de los rayos solares de los rayos solares y contribuyendo a esto se adapto ruedas para seguir los movimientos del sol. En caso de no contar con la energía solar suficiente para la realización de las pruebas se podrá disponer además, la utilización del sistema de apoyo, con esto nuestro equipo de Secado solar al utilizar las dos formas de energía (Convencional y no convencional) se modificara (Secador solar Modificado), para convertirse en un Secador Hibrido, por disponer de estas dos fuentes de energía para realización del secado, ayudando de esta manera al acondicionamiento del Aire que será provisto gracias a la utilización de un extractor. Las dimensiones del equipo de Secado Solar son las siguientes:

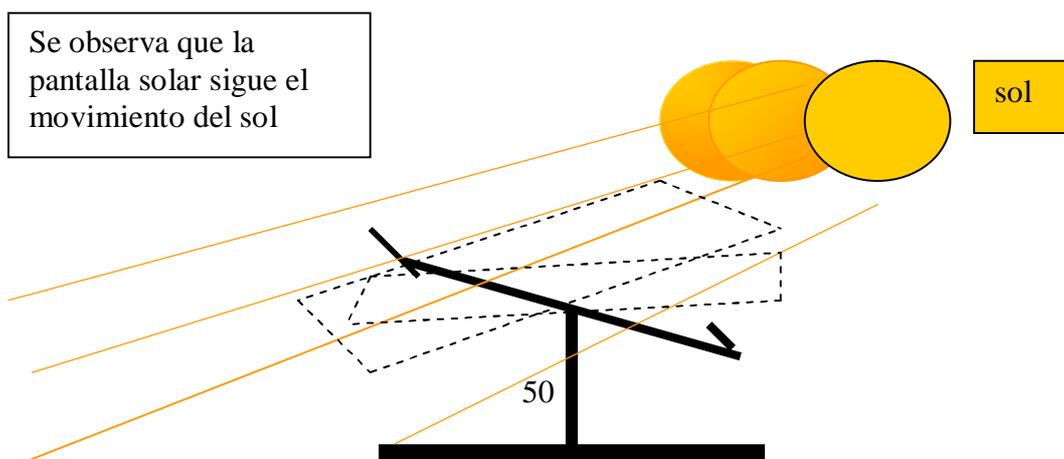
3.1.2 Bases para el Diseño de la Unidad de Secado solar

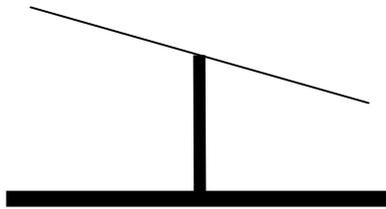
Aunque en nuestro medio no es necesario un esfuerzo para lograr la cuna buena captación de rayos Solares, la energía solar se convierte por la tanto una de las formas mas accesible y barata de energía que en nuestro país disponemos ya que al estar ubicados en la línea equinoccial la inclinación de la tierra no nos afectaría en la incidencia de los mismo, ya que estos caen a la tierra (específicamente en nuestra zona) de forma perpendicular.

Para entender mejor esto podemos deducirlo del siguiente grafico:

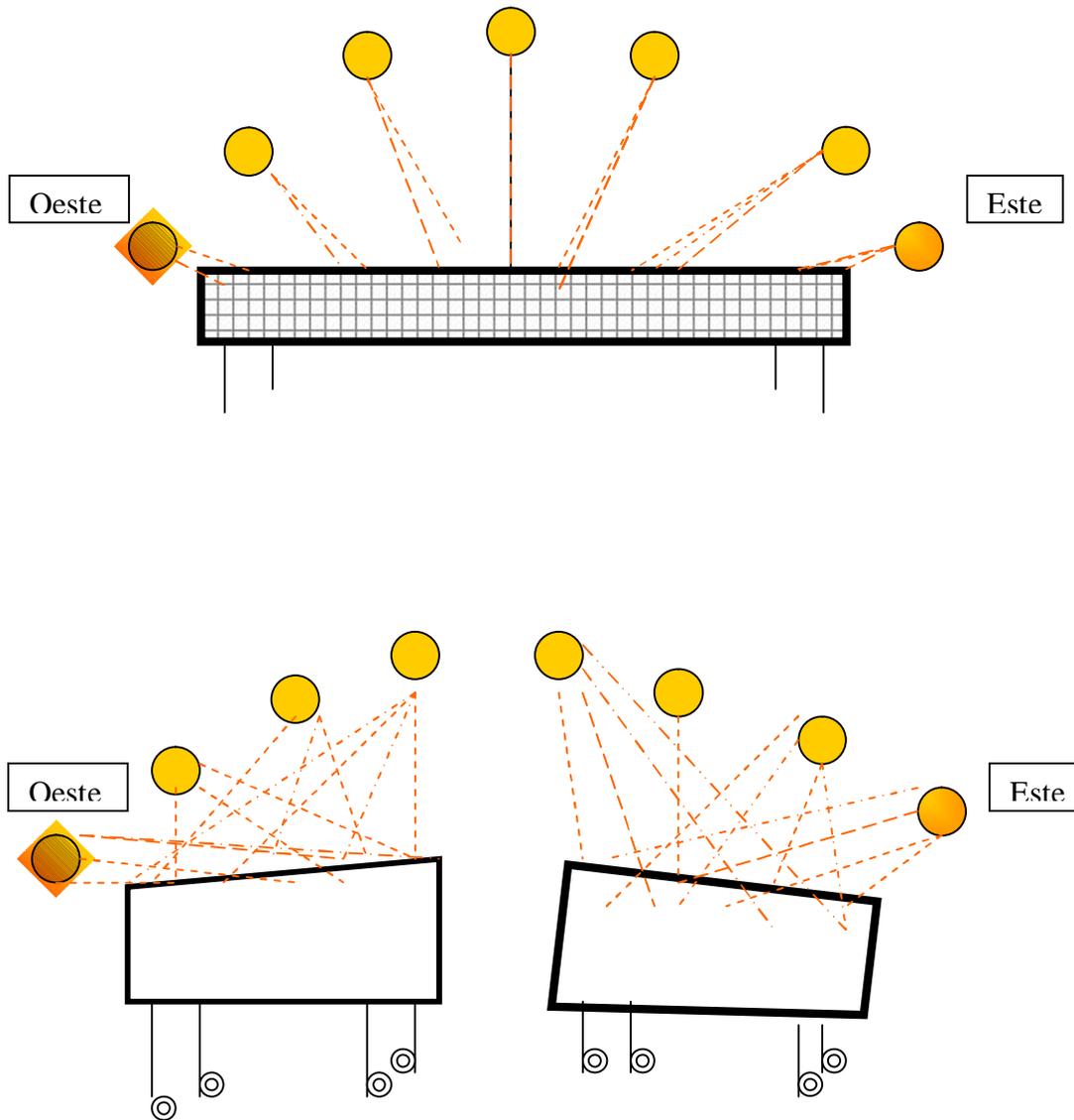


Por lo anteriormente observado, se puede considerar como una de las bases del diseño de la unidad. Para aumentar la eficiencia del equipo se adaptó unas carruchas o ruedas, que harán posible los desplazamientos de la Unidad, para en lo más posible lograr un aprovechamiento más efectivo de los rayos solares, al igual como se observa en las modernas pantallas solares (automáticas, utilizan sensores) que siguen el Movimiento del sol:





Usando la misma teoría se puede aplicar a nuestra Unidad, de tal forma que logramos un aprovechamiento, total en todas las horas en que haya sol a lo largo del día, teniendo en cuenta la ubicación lógica de la entrada y salida del sol. Dándonos cuenta que si es así en un plano horizontal (podría ser un tendal, como el que se usa para secar cacao) la incidencia de los rayos solares sería menos uniforme es decir que en unos puntos sería más directa la energía solar comparado con otros puntos, lo que parcialmente no ocurriría utilizando un plano inclinado ya que se aprovecha la energía solar en toda su magnitud. A continuación podemos observarlo en el siguiente gráfico:



Otros datos importantes que son considerados para la base del diseño del Secador son considerando a continuación:

- El paso de aire caliente sobre las superficies expuestas del material húmedo provoca la transmisión de calor por consiguiente la desecación, es de ahí en donde radica la necesidad de utilizar un sistema de apoyo para generar calor que nos ayude a este, nuestro propósito, en momento que las condiciones climáticas sean adversas.
- La intensidad constante de desecación de los materiales en bandejas depende, del flujo con que se transmite el calor por convección desde el aire al material húmedo. De ahí se debe la necesidad de la utilización del Extractor.

- Los dos elementos básicos de un secador solar son: Cámara de colección solar y cámara de secado, ambas están juntas en un solo cuerpo ahorrando espacio, y donde en algunos esto es importantísimo y además cubiertas por una lamina de vidrio para que los rayos solares que caen directamente (en especial a la cámara de secado) incrementen la transferencia de calor desde la cámara colectora. En la construcción del equipo utilizamos el principio de invernadero, que no es otra cosa que una trampa térmica en la cual los rayos solares son retenidos al pasar por una lamina de vidrio. La lamina de vidrio que cubre tanto a las cámaras de colección solar y de secado tiene una gran importancia en la mejor captación de la radiación solar. El espesor de la lámina de vidrio debe ser de 4mm. Si es mayor de 4 mm., los rayos solares se polarizan y no logran pasar en cantidad suficiente, por lo tanto no se conseguirá un calentamiento efectivo. Si el espesor de la lámina de vidrio es menor de 4mm. Los rayos solares pasan en su totalidad a través del mismo, pero son re-irradiados por la lámina de cobre y al no tener el vidrio el suficiente grosor, los rayos solares que son re-irradiados no podrán ser retenidos. Por lo tanto no se conseguirá un calentamiento efectivo del equipo.
- Dicho cuerpo (cámara solar y cámara de Secado) fue construido en madera, que tiene que ser una que poseer propiedades como: resistencia a las condiciones climáticas (especialmente de Humedad), baja densidad, baja conductividad.
- Esta cámara esta cubierta a su vez de lana de vidrio, que es considerado como un buen aislante para retener o aislar el calor, (aunque podría ser el frío), que es nuestro objetivo.
- Luego este cuerpo es recubierto por una lamina de cobre ya que como se sabe la conductividad del cobre es seis veces mayor que la de la de cualquier otro material que pueda ser utilizado en la construcción de secadores y colectores solares, por su durabilidad y resistencia a la corrosión es superior a la de otros materiales (aluminio, zinc, acero).
- Además para la cámara de colectora de radiación solar se acopló mallas de aluminio para aumentar el área de contacto absorbido, y aumentar la capacidad de almacenar el calor retenido entre sus mallas.

- Un detalle importante es que tanto la lamina de cobre como las mallas de aluminio están pintadas de color negro mate, por lo que su coeficiente de absorción es mayor, al ser pintadas, utilizando así el principio del cuerpo negro.
- El Balance de Materia, Nos ayuda a determinar todo acerca de las corrientes de entrada y de salida del secador. Obviamente esto es fundamental, pues hay que recordar que todo equipo a diseñar se lo hará en función de la masa (cantidad) a procesar.

Luego de la construcción del equipo son necesarios, tanto cálculos Analíticos o Ayuda por medio de una prueba piloto. Cuyo objetivo es determinar: La humedad Final de nuestro producto.

3.2 ANALISIS BROMATOLOGICO INICIAL

Confirmamos el contenido y composición química de nuestra planta. Es necesario realizar los análisis bromatológicos iniciales ya que nos servirán como referencia con respecto a nuestro producto final, además nos ayudara a reconocer el manejo que se dará al material a procesar.

3.2.1 Resultados de Análisis para determinar carbohidratos

Mediante el resultado de Análisis de Laboratorio dio como resultado 3.39 % de carbohidratos Totales que se calcula por diferencia.

3.2.2 Resultados de Análisis para determinar proteínas

Mediante el resultado de Análisis de Laboratorio dio como resultado 5.26 % de Proteínas. Para el análisis utilizamos la norma INEN 543

3.2.3 Resultados de Análisis para determinar lípidos

Mediante el resultado de Análisis de Laboratorio (método rápido con cloroformo), dio como resultado 0.52 % de lípidos. Para el análisis utilizamos el método de Folch modificado.

3.2.4 Resultados de Análisis para determinar fibra

Mediante el resultado de Análisis de Laboratorio dio como resultado 3.73% Fibras Totales. . Para el analisis utilizamos la norma INEN 542

3.2.5 Resultados de Análisis para determinar ceniza

Mediante el resultado de Análisis de Laboratorio dio como resultado 3.00%. .Para el analisis utilizamos la norma INEN 544

3.2.8 Resultados de Análisis para determinar Humedad

Mediante el resultado de Análisis de Laboratorio dio como resultado entre un 84 % de Humedad. Este resultado fue corroborado con pruebas externas y comparado con datos y fuentes bibliograficas procedentes de La Universidad Del Valle De Guatemala y estudio realizados a la planta donde ubican la humedad entre un rango de 72 -85 %, lo que indica que el resultado esta ubicado dentro de los parámetros.

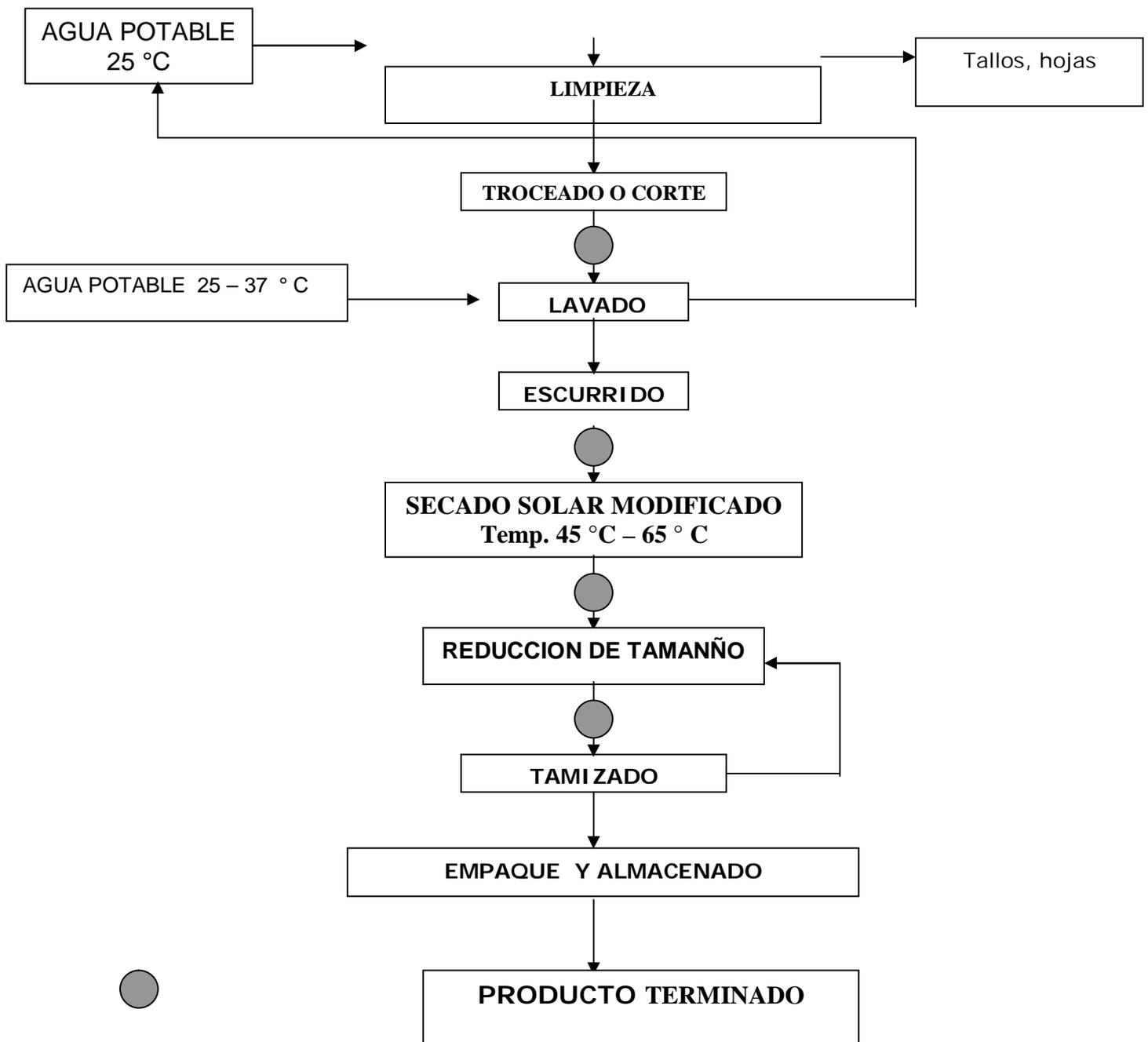
3.3 DESARROLLO DEL PROCESO A NIVEL EXPERIMENTAL

Para el Presente trabajo se ha desarrollado un esquema que nos servirá para guiarnos y llevar a cabo cada una de la etapas para la Elaboración del TE a partir de la Hojas de Chaya.

3.3.1 Diagrama de flujo del proceso. A continuación podemos observar el correspondiente diagrama de flujo en bloque de las diferentes etapas para la elaboración del Te De chaya, con sus respectivas línea de flujo de entrada y de salida. Y además será detallada mas adelante, describiendo así, la forma en que hemos ido desarrollando la practica experimental:

DIAGRAMA DEL PROCEAMIENTO DE LAS HOJAS DE CHAYA





Pesado

3.3.2 SELECCIÓN.- Teniendo en cuenta los puntos observado en el Capitulo I, se tiene presente que esta parte queda criterio de nuestras exigencias que impongamos a las personas que no proveerán de la materia prima, pero en el caso que nosotros estemos

involucrados directamente con lo que corresponde a selección, en forma general las hojas de Chaya, serán de buen aspecto, y que denoten una coloración verde intensa, sin magulladuras, marchitas o corroídas o que den muestras de infecciones.

Con esto damos INICIO al procesamiento de las hojas de Chaya, no si antes iniciar con la determinación de la Humedad que es un dato primordial para la realización del presente trabajo. Dichos análisis se lo realizara con hojas previamente seleccionadas, directamente de la planta y anotando en que condiciones se hizo la recolección de la muestra que servirá para fines de análisis Bromatológicos iniciales.

3.3.3 PRIMER LAVADO (LIMPIEZA). - Utilizando, como es imprescindible todos los implementos (cofias, tocas, mascarillas mandil, guantes desechables) que nos permitan trabajar en un ambiente aséptico, sin exponer al alimento manipulación indebida que produzca algún tipo de contaminación. Las hojas son lavadas con agua fría (25 – 29 °C) para eliminar el polvo que generalmente tienen las Hojas de Chaya. Nosotros para el Desarrollo experimental optamos por agua con algo de presión para que facilite este trabajo. De acuerdo a las disposiciones generales especificadas en las normas INEN y GPM.

3.3.4 troceado o Corte.- A continuación realizamos el respectivo corte de la hoja con un cuchillo de acero inoxidable en tiras largas de entre 1 o 2 cm. De largo y estas a su vez será cortas en las mismas dimensiones. Dicho corte se lo realiza con la finalidad de aumentar la transferencia de calor y la difusión de los líquidos en el interior de la hoja, y reducir el tiempo de secado. Luego de pasar de esta etapa se procederá al respectivo pesado para controlar la cantidad de materia prima con la que estamos trabajando.

3.3.5 Lavado.- Realizamos un segundo lavado con agua a temperaturas de entre 30 °C y 37°C para ayudar de alguna forma a evitar la proliferación de microorganismos ya que según las disposiciones generales para la elaboración de Te INEN dentro del punto de disposiciones generales los residuos de plaguicidas y desinfectantes, deberán ser inexistente o no podrán superar los límites establecidos según el codex alimentario. Además en esta operación también se podrá de algunas formas inactivar algunas reacciones enzimáticos, ayudando a prevalecer el color de las hojas y activar algunos principios activos.

3.3.4 Escurrido.- Luego podemos colocarlas las hojas lavadas en un escurridor plástico para hortalizas durante un lapso de tiempo de 10 15 min. Aunque en zonas mas austeras simplemente las colocan en tendales (grandes mallas flotantes extendidas) para escurrir todo el liquido que se adquirió a lo largo de las etapas anteriores. Sin embargo al haber pasado por un lavado y aunque el material haya sido escurrido se procederá al respectivo pesado para observar algún cambio con respecto al peso.

3.3.7 Secado.- En esta parte del proceso se comenzó a la ejecución de la operación, disponiendo del material (las Hojas Chaya) que se encuentren listo, es decir, luego de haber pasado las etapas anteriores. Primeramente se tomara como punto de partida la realización de la determinación de la humedad en las hojas de Chaya, y el respectivo Pesado del material a SECAR. Luego habiendo obtenido estos datos y ser anotados, se comenzara la realización de las pruebas con el Equipo de Secado Solar modificado. Utilizando una parrilla de Acero inoxidable de (50 x 90 cm.), recubierta con papel de aluminio, el cual fue perforado en forma heterogénea, para que el aire pase mas fácilmente a través de las hojas. Las hojas fueron ubicadas formando un lecho de alrededor de 1 a 3 cm. La Parrilla con las hojas fue ubicada en el Interior del Secador Solar donde además fue colocada una balanza (previamente encerada) en donde fue colocada la parrilla con las hojas, que nos ayudara a analizar las variaciones de peso debido a la perdida de humedad. Teniendo en cuenta como esta dispuesta la Unidad de secado (colector solar- Cámara de secado), se procederá a la colocación de los termómetro en escalas de -10 – 150 °C; uno a la entrada del secado, otro en la mitad y otro al la salida para medir las temperatura de bulbo seco. Conjuntamente se dispondrá un vaso de precipitación con agua potable a temperatura ambiente donde colocaremos tres termómetros con su bulbo recubierto con algodón, el cual será humedecido para las toma de temperatura de bulbo húmedo. Ambas temperaturas tanto la de bulbo seco y húmedo serán medidas a lo largo del desarrollo de la practica cada 5 minutos para tener una mejor perspectiva de lo que ocurre durante la operación de secado. Estos datos serán tabulados en una tabla donde se los anotara con su respectiva hora en que se realizaron las mediciones, ya que son muy importantes ya que nos servirán para determinar las humedades correspondientes en el DIAGRAMA PSICROMETRICO. Todos los termómetros, están dispuestos de forma segura para que las mediciones no sean dificultosas. Luego se procederá a conectar el extracto de Aire cuyas características para efectos de investigación son consideradas adecuadas: corriente de 110 -120 V,

60Hz, 0,28 A , Diámetro 13 cm., 50 / 60HZ, 2850 RPM, Marca TROHITO mode G120038AIST para dar inicio a la practica. Adicionalmente se utilizaron Terminales para realizar las respectivas conexiones. Cuando las temperatura disminuyan por falta o deficiencia de radiación Solar, será necesario utilizar el sistema de apoyo para el acondicionamiento de aire. Para efectos de practica hemos utilizado una secadora de Pelo HAIR DRYER Marca "SOMIC" Modelo N° 224044 que funciona a corriente de 110 V, 50 -60HZ, y cuyas resistencia eléctricas producen 1200 W. que será acoplado en un extremo de nuestro equipo experimental, por medio de un tubo de PVC de 6" el cual se le hizo una ranura para que quede la secadora bien asegurada dirigida su emisión de calor hacia el interior del equipo. De la misma forma en que se hace las mediciones de temperatura de bulbo seco y bulbo húmedo, se lo hará también en el momento en que se accionen este sistema de apoyo, y de la misma manera se tabularan los datos tomando como referencia a la hora en que se necesito este sistema. Otro punto fundamental durante el desarrollo de esta prueba es que adicionalmente se deberá tener cuidado con las temperaturas a la que se efectúa la operación de secado, por lo tanto debemos tener presente cuales son los ingredientes o principios activos que queremos conservar y a que temperatura se descomponen o son mas sensibles. De forma general se sabe que la mayoría de los constituyente de un alimento son sensible ose descomponen a temperatura de entre 40° - 95° C e incluso muchos de estos componentes rebasan este rango de temperaturas. Paralelamente se realizaron pruebas en el equipo de OPERACIONES UNITARIAS, para lo cual se necesito construir una bandeja de aluminio que nos servirá para la realización de la práctica. Esta bandeja tiene unas dimensiones de 29.55 cm. De largo x 12.75 cm. De ancho. Que pesa.....gr. Al mismo tiempo fue perforada de forma heterogénea. Iniciaremos primero con el reconocimiento del equipo en operaciones Unitarias, y de los diferentes instrumentos de medición, balanza (perdida Humedad), tacómetro (rpm del motor suministrador de aire), Anemómetro (velocidad del Aire), Termómetros (temperaturas de bulbo seco y bulbo húmedo), flexometro (medidas diámetro conducto de aire), cronometro, manómetro (presión del vapor), Psicrómetro (mide la temperatura del ambiente).

Luego realizaremos una prueba (sin la utilización del suministro de vapor), para determinar las respectivas cantidades de flujo de Aire, RPM, y determinación del diámetro del conducto de Aire, que utilizaremos en la Practica y que nos servirá para la realización de los gráficos Q (caudal de aire) vs. RPM; Q vs. Va (velocidad del Aire).

El Secador donde se va a realizar la práctica es de tipo secado directo por convección, de funcionamiento neumático. Cuyos componentes son:

- Intercambiador de Calor
- Suministrador de Aire (ventilador)
- Túnel
- Túnel de recirculación (utilizado en el caso de querer ahorrar energía).

También adicionalmente tenemos otros materiales utilizados en la práctica:

- Balanza
- Crisol o cápsula de Porcelana
- Regla

Por medio del equipo de Secado en el laboratorio de Operaciones Unitarias determinare, la curva de velocidad y la humedad crítica.

3.3.8 Balance de Materia y Balance de energía

3.3.9 Desintegración del Material seco.- -Se realiza para efectos de practica en molino-procesador de alimentos del tipo corona para vegetales y especias.

3.3.10 Tamizado.- Aunque es innecesario, pero por cuestiones de presentación y para efectos de pesado y envasado, el tamizado para efecto de trabajo se realizo de forma rustica en cedazos de acero inoxidable.

3.3.11 Empaque y almacenado.- Dependiendo del uso que le demos podemos disponer de diferentes formas, para nuestro proyecto lo envasaremos en bolsitas de Te, estas bolsitas están hechas de papel filtro (Paper filter tea bag) especial para este propósito hechas algunas de cáñamo de Manila, abacá o de Tela no tejidas (mezcla de rayón, nylon, poliéster, poliacrililicos, y fibras de polipropileno, fibras de algodón). Existen marcas que venden las bolsitas de Te listas para llenar (FINUM). Luego en empaques de papel couche y será almacenado en lugares secos donde no exista rastros de humedad que afecte al producto terminado, a temperatura de 25 °C. Adicionalmente hay que cumplir con las especificaciones dada por la FDA con respecto al material envasado y el embalado, cuyo parámetro también se encuentran en las Normas INEN. (ver Anexos)

3.4 NORMAS TÉCNICAS Y ESTÁNDARES RELACIONADOS

Es necesario al terminar nuestro procesamiento verificar que nuestro producto terminado cumpla con los requerimientos dispuestos por los controles de calidad, códigos y normas establecidas tanto como en el país que se producen en este caso la institución encargada es el (INEN) a nivel nacional o en su defecto algún Dpto. de salud .(ver Anexos)

3.5 GLOSARIO

A. DURANTE EL DESARROLLO DEL BALANCE DE MATERIA SE UTILIZO LA SIGUIENTE NOMENCLATURA:

B. Para el balance de energía, utilizamos la formula para calcular la cantidad de radiación total recibida (revisadas de la Tesis #268)

$$G_n = G_o \tau_a^m$$

Donde:

G_n = Cantidad de radiación Solar recibida

G_o = Constante Solar = 442 BTU / hr ft²

(m) = El Valor de m depende de la posición del sol dada por la distancia cenital Z, que es el ángulo entre el cenit y la dirección del sol. Masa de de aire relativa (m) es igual a la SEC Z.

τ_a = Este valor adimensional es variable dependiendo de la condiciones atmosféricas es decir días Claros (0,81); días nublados (0,62) y días parcialmente nublado (común en nuestro medio) 0,7.La Ecuación anterior quedara para efectos de cálculo de la siguiente manera.

$$G_n = G_o (0,7)^{SEC Z}$$

Si la superficie receptora no esta normal a la dirección del sol, la radiación incidente por unidad de área G_i estará reducida por el Cos i, al ángulo entre la dirección del sol y la normal a la superficie, o sea:

$$G_i = G_n \text{ Cos } i$$

Si la superficie receptora esta horizontal como en un evaporador solar, entonces $\cos i = \cos Z$ y queda:

$$G_i = G_n \cos Z$$

Donde $Z =$ a la distancia cenital: es el Angulo entre el cenit y la dirección del sol

El Angulo Z o distancia h son complementarios para formar el ángulo 90° .

$$Z + h = 90^\circ$$

Donde:

$h =$ altura del sol: es el ángulo entre el horizonte y la dirección del sol.

$$\text{Donde } h = \text{Sen}^{-1} (\cos L \cos d \cos 15t' * \text{sen } L \text{ sen } d)$$

$L =$ latitud en grados decimales

$t =$ numero de horas antes o después del medio día solar

$d =$ declinación Solar

La declinación solar se la calcula a la vez de la siguiente forma:

$$d = 23.45 \text{ sen } D$$

$D = 0.9856 \times \text{N}^\circ \text{ de días}$ (desde el equinoccio de primavera, 21 marzo).

En el equinoccio, los polos se encuentran a igual distancia del sol, la declinación solar es la distancia angular que existe en un momento dado entre el sol y el plano del ecuador celeste.

El número de días entre dos fechas se halla restando el número juliano de la fecha posterior menos el de la anterior. El número Juliano es una definición astronómica que representa el número de días transcurridos desde el 1 de enero del año 4713 A.C. Para las formulas se supone que el año es un numero de 4 cifras (01 al 12) y para el día d de 2 cifras (01 al 31).

$$\text{N}^\circ \text{ juliano} = 365,25 Y' * 30,6 m' * d * 1'720.982 \text{ donde:}$$

$$Y' = \text{año} - 1 \text{ si } m = 1 \text{ o } 2$$

$$\text{año si } m > 2$$

Donde $m =$ mes

$$M' = \text{Mes} + 13 \text{ si } m = 1 \text{ o } 2$$

$$\text{Mes} + \text{ si } m > 2$$

Para conocer la cantidad diaria total de radiación solar se tuvo que calcular la duración del día cuyo cálculo es de la siguiente manera:

Duración del día = 24 Donde.

θ = radianes

$$\theta = \text{Cos}^{-1} (-\tan L \tan d)$$

Para efectos de cálculo se ha estimado que la duración del día es de aproximadamente de 12 horas como valor constante:

$$\text{Cos } i = \text{cos } \sqrt{Z - \phi} - \text{Sen } Z \text{ Sen } \phi (1 - \text{cos } \sqrt{A - \infty})$$

Donde:

Φ = L (latitud)

∞ = d (declinación solar), grados hacia el oeste

Z= distancia cenital

A=distancia Azimutal

$$A = \text{Cos}^{-1} (\text{Cos } z \text{ Sen } L - \text{Sen } d / \text{Cos } L \text{ Sen } Z)$$

CAPITULO IV

RESULTADOS

4.1 TABLA DE RESULTADOS

a) RESULTADO DE ANÁLISIS A LA MATERIA PRIMA (HOJA FRESCA DE CHAYA)

ANÁLISIS	NORMA	RESULTADO
PROTEINA	INEN 543	5.2 %
FIBRA	INEN 542	3.73 %
CENIZAS	INEN 544	3.00 %
GRASA	FOLCH MODIFICADO	0.52 %
CARBOHIDRATO	DIFERENCIA	3.389 %
HUMEDAD	INEN 540 -518	84.10 %

b) RESULTADO DE ANÁLISIS PRODUCTO SECO (HOJAS DE CHAYA)

ANÁLISIS	NORMA	RESULTADO
PROTEINA	INEN 543	26.68 %
FIBRA	INEN 542	15.02 %
CENIZAS	INEN 544	11.12%
GRASA	FOLCH MODIFICADO	6.98 %
CARBOHIDRATO	DIFERENCIA	31.92 %
HUMEDAD	INEN 540-518	8.28 %

TABLA DE RESULTADOS RELACIONADOS CON EL BALANCE DE MATERIA

TABLA DE RESULTADOS RELACIONADOS CON EL BALANCE DE MATERIA							
ENTRADA				SALIDA			
MATERIA PRIMA EN GRAMOS	CONSTITUCION QUIMICA	% composición	MASA EN GRAMOS	PRODUCTO SECO EN GRAMOS	CONSTITUCION QUIMICA	% composición	MASA EN GRAMOS
250 G,	PROTEINA	5,26	13,15	43 G,	PROTEINA	26,68	11,47
	CARBOHIDRATO	3,39	8,475		CARBOHIDRATO	31,92	13,72
	CENIZA	3	7,5		CENIZA	11,12	4,78
	FIBRA	3,73	9,325		FIBRA	15,02	6,46
	GRASA	0,52	1,3		GRASA	6,98	3
	HUMEDAD	84,1	210,25		HUMEDAD	8,28	3,56
TOTAL			250 G.	TOTAL			43 G.
CANTIDAD DE AIRE SECO	812,46 g. A.S/Min.			CANTIDAD DE AIRE	812.46 g.A.S. /Min.		
				CANTIDAD DE AGUA ELIMINADA	207 g.		

4.2 Análisis de resultados

Conociendo que el producto terminado debe cumplir normas establecidas de control INEN. Se realizó paralelamente una prueba adicional en el Secador De Túnel De Operaciones Unitarias De La Facultad De Ingeniería Química hasta obtener una prueba que se ajuste a las exigencias del producto, según la norma antes mencionadas.

La Temperatura de trabajo en el secador de túnel está comprendida entre 55 y 61 °C y por un tiempo de 280 y 310 Minutos aproximadamente, tomados desde el tiempo cero.

Tomando estos valores, en consideración, estos datos de valores nos permitirán llegar a una humedad comprendida entre 7 y 9 % aproximadamente, con esta información, podemos realizar los gráficos para identificar el compartimiento del Secado en esta Unidad deshidratadora. Además que gracias a estos gráficos: Humedad vs. Tiempo de secado, Velocidad de secado vs. Contenido Medio de humedad, nos permitirá comparar el comportamiento de la muestra con nuestro equipo construido ya que ese, no está provisto de una balanza de precisión, para determinar efectivamente y exacta las pérdidas de humedad, teniendo en cuenta que se utilizó la misma cantidad de muestras en ambas unidades.

En el equipo de Secado solar para llegar a las condiciones de humedad requeridos y sin el sistema de apoyo debe operar por espacio aproximado de 3 a 8 horas y este intervalo de tiempo puede variar si se utiliza la Chaya en forma entera o cortada, según este dato adicional la temperatura puede llegar a tener variaciones de entre 40 y 60 °C. En el caso de utilizar el sistema de Apoyo el Tiempo de secado será entre 2 y 5 horas. Esto variará según como esté dispuesto el material, en lechos de 1 a 3 cm. Así mismo la temperatura está sujeta a variaciones por la cual la temperatura será de 2 y 6 horas.

Al concluir las pruebas en el Secador construido y al realizar los respectivos análisis encontramos que la humedad del Te de chaya está comprendido entre 7 y 8.5 %.

4.3 Conclusiones

Al finalizar nuestro trabajo de investigación para mi anteproyecto de Tesis, he llegado a las siguientes conclusiones:

- Mi proyecto cumple con los objetivos y la importancia para los que fueron realizados, que es la elaboración de un Te a partir de la *Cnidocolus Aconitifolius* Chaya. Se toma en cuenta la importancia de la utilización de la energía solar desde el punto de vista económico y ecológico.
- El equipo construido es de bajo costo comparado con los equipos convencionales. Y que su construcción no representa complejidad, y el uso del mismo traerá beneficio a la persona que lo use.
- El utilizar La energía convencional, como sistema de apoyo o complemento a la energía solar, en momentos en que la condiciones climáticas y ambientales no sean las adecuadas, representa una forma de mejorar su eficiencia ya que podrá operar de forma continua, sin importar dichas condiciones externas.

4.4 Recomendaciones

- Se recomienda la utilización de un secador Vacío, para realizar otras pruebas, ya que teniendo presente el mecanismo de dicho secador, se reduciría en un gran porcentaje la pérdida de nutrientes del material Orgánico a tratar, ya que es bien sabido que la mayoría de las sustancias orgánicas (especialmente las vitaminas) son sensibles a altas temperaturas (mayores al punto de ebullición).
- Se recomienda para el interior del secador solar, dispuesto para el desarrollo de este proyecto, alguna cobertura especial en la cámara de secado cuyo interior es de madera, para eliminar la presencia de de algún tipo de contaminación. Nosotros utilizamos papel de aluminio para de alguna forma prevenir el contacto del alimento con la madera, que por la acción del calor puede liberar algún tipo de sustancia o resinas.
- El número de Mallas de aluminio que se puede agregar aumentaría de alguna forma la acumulación de calor el sistema de colección solar. Para forma de alguna forma celdas acumuladoras.

- El materia de construcción del armazón del secador o cuerpo puede también realizárselo de Aluminio o acero inoxidable, para abaratar costos de material de construcción.
- Se recomienda además colocar un filtro a la salida del extractor de aire para cuantificar si existe algún tipo de emanación perjudicial al ambiente.
- Podemos cubrir la cámara de secado con láminas, placas, o filtros antisolares o simplemente comprar un vidrio especial que impida el paso de los rayos UV, para evitar la descomposición de materiales que sean fotosensibles.

4.4 Impacto ambiental.

Al ser una prueba experimental la contaminación Ambiental sería un poco complicado su determinación ya que las emanaciones son casi imperceptibles a los sentidos. Además como estamos realizando pruebas utilizando un sistema Energía solar el impacto ambiental se reduciría al no estar utilizando los suministros de Energía convencionales. Aunque el hecho de estar empleando la energía eléctrica, como sistema de apoyo cuando la energía solar sea insuficiente, es de consideración para un estudio de su influencia en la contaminación Ambiental. Los desechos de la Selección de la planta pueden ser utilizados para la elaboración de biomasa y/o abonos organismo por su alto contenido en minerales. La mayoría de las aguas utilizadas en el proceso de limpieza pueden ser tratadas y recirculadas de nuevo en el proceso.

CAPITULO V
ESTUDIO DE MERCADO

5.1 CARACTERÍSTICAS DEL PRODUCTO

La chaya es una planta originaria de Meso América. Es una hortaliza comestible que es utilizada en la preparación de alimentos. Además de ser utilizada como planta medicinal por sus características Químicas y propiedades Nutricionales que posee.

Características Químicas:

Según esta fuente, la composición Química es la siguiente:

*Nutrientes en 100g. de porción de Hoja Fresca Comestibles	
Calorías (Energía)	64 Kcal. **
Carbohidratos (g)	10.7
Proteínas(g)	5.2
% Humedad	80
Lípidos (g)	1.9
Calcio (mg)	244
Hierro (mg)	71
Fósforo (mg)	22
Fibra (g)	2.4
Ceniza (g)	1.9
Actividad Vitamina A (mg)	2.5
Vitamina C (mg)	350
Vitamina B1 (mg) (tiamina)	0.2**
Vitamina B3 (mg) (Riboflavina)	0.4**
Niacina (mg)	1.6**

*Fuente: Universidad del Valle de Guatemala, contenido promedio de 4 selecciones, analizadas cada una por lo menos en duplicado.

** Tomado de INCAP-ICNND, 1961.

Características físicas: Arbusto, o pequeño árbol (de 3 a 5 metros). Produce grandes cantidades de hojas por muchos años. Se considera muy productiva, puede producir 8 a 10 Ton. De hojas por hectárea (2.5 acres). Se adapta muy bien a regiones tropicales húmedas y secas con distintas clases de suelo, desde el nivel del mar hasta 1300mt de alturas. Se propaga por estaca

5.1.1 Usos y aplicaciones

Dependiendo del área que se use o aplique se le puede dar diferentes propósitos:

- Consumo directo de la hoja
- Nutrición Animal. como alimento balanceado (harinas), o como forraje, piensos para todo tipos de aves, incluso avestruces, cerdos o cuyes.
- Como colorante, por su abundante pigmentación verde (clorofila)
- En Nutrición Humana aplicado a:
 - Panificación, combinado con harinas de trigo y soya.
 - Sopas instantáneas, combinadas con otras hortalizas y/o vegetales.
 - Como bebida o con mezclas Frutales
- En Medicina: Remedios medicinales en tabletas o capsulas, Extractos Secos solubles, Infusiones. Para el tratamiento preventivo de enfermedades como: reducción de Peso, reducción del colesterol, Aumento de Calcio en los huesos, previene la anemia y demás problemas de mal nutrición, enfermedades del corazón (presión alta), Efecto Antidiabético, regenerador Hepático.

5.1.2 Actividad de diseño y Presentación para el producto para el producto.

Actualmente se esta estudiando el aprovechamiento de esta planta, distinta de la forma tradicional de consumo directo de las hojas.

Producto. Bebida

Tipo Producto: Hoja de chaya desecada, molida y tamizada.

Tipo de empaque: En bolsitas de Te.

Tiempo de vida útil.- 1 año en lugares secos exentos de humedad.

Uso y consumo.- Te de chaya

5.2 Estudio De Mercado

En el Ecuador el Mercado y la producción de plantas medicinales no son nada nuevo ya que esta lleva en el país alrededor de 15 años, sin embargo en los últimos años con el repunte de la medicina natural ha comenzado ha desarrollarse favorablemente y a

llamar mucho el interés. En el Ecuador existen alrededor de 25 asociaciones dedicadas al cultivo de plantas medicinales (especialmente en las regiones del callejón interandino). Básicamente con el apoyo de ONG. La Chaya, es una planta Medicinal muy popular en Países de Centro y Norte América y que se esta ganando muchos consumidores en nuestro país. Al plantearse la necesidad del consumidor por un producto sano que no repercuta en su salud al consumirlo habitualmente, se ha desarrollado el **TE DE CHAYA** que es un producto nuevo que estará incursionando en el mercado de las Infusiones y agua aromáticas brindando no solo sus propiedades medicinales, si no su alto valor nutricional. Con lo cual se destacara por encima de los otros productos existentes en el medio, y que sin duda alguna no tendrá competencia, ya que al fijarnos en las tablas nutricionales de la mayoría de las plantas y hierbas, ningunas brinda la cantidad de nutrientes necesaria para ser considerada una bebida alimenticia.

CAPITULO VI
APENDICE

6.1 TABLA DE RESULTADOS

Tabla #1: Datos obtenidos en el Secador de Túnel del laboratorio de operaciones unitarias

TABLA DE RESULTADOS # 1						
TIEMPO DE SECADO		HUMEDAD TOTAL G.H2O	CONT.HUM. G.H2O/G.S.S.	CONT. MED. HUMEDAD G.H2O/G.S.S.	V. SECADO G.Min.Cm2	V. SECADO -1 G.Min.Cm2
T. min.	T. medio					
0		317,8	5,26			
	5			5,07	0,00603	165,84
10		295,1	4,88			
	15			4,73	0,00496	201,61
20		276,94	4,58			
	25			4,47	0,00362	276,24
30		263,32	4,36			
	35			4,285	0,00241	414,94
40		254,24	4,21			
	45			4,135	0,00362	276,24
50		245,16	4,06			
	55			3,985	0,00241	414,91
60		236,08	3,91			
	65			3,795	0,00119	840,34
70		222,46	3,68			
	75			3,605	0,00243	411,5
80		213,38	3,53			
	85			3,495	0,0011	909,1
90		208,9	3,46			
	95			3,385	0,0014	714,29
100		199,76	3,31			
	105			3,275	0,0011	909,1
110		195,72	3,24			
	115			3,195	0,0012	833,33
120		190,62	3,15			
	125			3,12	0,0018	555,55
130		186,6	3,09			
	135			3,01	0,00061	1639,34
140		177,06	2,93			
	145			2,88	0,0024	416,6
150		170,25	2,83			
	155			2,805	0,0012	833,33
160		167,95	2,78			
	165			2,705	0,0012	833,33
170		158,9	2,63			
	175			2,59	0,0012	833,33
180		154,36	2,55			

	185			2,515	0,0012	833,33
190		149,82	2,48			
	195			2,44	0,0012	833,33
200		145,28	2,4			
	205			2,365	0,0013	769,23
210		140,74	2,33			
	215			2,29	0,0011	909,1
220		136,2	2,25			
	225			2,21	0,0012	833,33
230		131,26	2,17			
	235			2,135	0,0012	833,33
240		127,12	2,1			
	245			2,065	0,0012	833,33
250		122,58	2,03			
	255			1,99	0,0012	833,33
260		118,04	1,95			
	265			1,915	0,0012	833,33
270		113,5	1,88			
	275			1,84	0,0012	
280		108,96	1,8			

TABLA DE RESULTADOS # 2: Datos obtenidos en el Secador solar CONSTRUIDO

Fecha: 13 /07/06
 Muestra: Hoja de Chaya
 Troceada

Peso G.	Condiciones climáticas	Sistema De Apoyo	Hora H.	Tiempo t.	COLECTOR SOLAR Temperatura		CAMARA DE SECADO Temperatura				HUMEDAD G. Agua/Kg. Aire Seco	
					ENTRADA		ENTRADA		SALIDA		ENTRADA	SALIDA
					Tbs	Tbh	tbs	tbh	tbs	tbh		
250	Despejado	No	12:30	0	31	24	40	23	40	28	14.9	19
	Despejado	No	12:45	15	31.5	24	41	23	39	27	14.8	18
	Despejado	No	13:00	30	33.5	25	43	26.5	42	27	16	16
	Despejado	No	13:15	45	32.5	24.5	44	27	42	27.5	17.9	17.9
	Despejado	No	13:30	60	32	25	44	28	42	27	16	16.0
	Despejado	No	13:45	75	32	25	44	28	42	27	16	16.0
	Despejado	No	14:00	90	31	24.5	44	27.5	42.5	28	15.9	19.2
	Despejado	No	14:15	105	32	24.5	44	27.5	42.5	28	15.9	19.2
	Despejado	No	14:30	120	34	25	43	27	42	27.8	16.8	17.8
	Despejado	No	14:45	135	33	24.8	42	27	41	27.5	15.9	17.5
	Despejado	No	15:00	150	34	25	43	27.5	41	27.8	16.8	17.9
	Despejado	No	15:15	165	34.5	29	42.5	27	40	28.5	22	20
	Despejado	No	15:30	180	35.5	27	43.5	27.8	41	29.5	13	21.2
	Despejado	No	15:45	195	35.5	25.5	42.5	28.5	43	28	16.2	17.8
Despejado	No	16:00	210	35.5	25.5	42.5	28.5	42.5	27.5	16.2	17.9	
Despejado	No	16:10	220	35.5	25.5	42.5	28.5	42.5	27.5	16.2	17.9	

•

Datos de Humedades leídas a partir del diagrama Psicrometrico (Carri

6.2 TABLAS DE DATOS EXPERIMENTALES

Tabla A-1: Datos experimentales obtenidos en el Secador de t n82)el del Laboratorio de operaciones Unitarios

TABLA DE DATOS EXPERIMENTALES					
TIEMPO Min.	TEMP. ENTRADA (�C)		TEMP. SALIDA (�C)		PERD. HUM. lb. H2O.
0	50	30	52	30	0,05
10	55	30	53	28	0,09
20	58	30,5	55,5	30,5	0,12
30	58	30	51,5	31	0,14
40	58,5	31	56	31,5	0,16
50	59	31	57	31,5	0,18
60	59	31	57	30,5	0,21
70	59	30	57	30,5	0,23
80	59	30	57	30,5	0,24
90	59	30	57,5	30,5	0,26
100	59	30	57	30,5	0,27
110	59	30	57	30,5	0,28
120	59	30	57	30,5	0,3
130	59	30	57	30,5	0,31
140	59	30	57	30,5	0,325
150	59	30	56,5	30,5	0,33
160	59	30	56,5	30,5	0,35
170	59	30	56	30,5	0,36
180	59	30	57	30,5	0,37
190	59	30	56,5	30,5	0,38
200	59,5	30	57	30,5	0,39
210	59,5	30,5	57,5	31	0,4
220	60	30	57,5	31	0,41
230	59	30	57	31	0,42
240	60	31	57	30,5	0,43
250	59,5	30	57	31	0,44
260	59,5	30	57	30,5	0,45
270	59	30	56,5	30,5	0,46
280	59	30	56,5	30,5	0,46

TABLA A-2: DATOS EXPERIMENTALES DETERMINADOS EN EL TRANSCURSO DE LA PRÁCTICA REALIZADA EN LABORATORIO DE OPERACIONES UNITARIAS.

TABLA DE DATOS EXPERIMENTALES	
Peso de la bandeja	127,9 g.
Peso de la muestra húmeda en la bandeja	377,6 g.
Peso de la muestra húmeda en la capsula	10 g.
Peso de agua en la muestra humeda	8,4 g.
Peso de muestra seca	1,6 g.
Longitud promedio de la bandeja	29,55 cm.
Ancho promedio de la bandeja	12,75 cm.
Espesor de la muestra humeda	7 cm.
Velocidad promedio de Aire	1514.3 m/min.
Diámetro del ducto de salida de aire	14,93 cm.
Presión de trabajo	3 - 5 psig
Peso del condensado	6 Lb

TABLA B -1 DATOS EXPERIMENTALES OBTENIDOS EN EL SECADOR SOLAR CONSTRUIDO

Fecha: 11/05/06

Muestra: Hoja de Chaya Entera

Prueba # 1

Peso G.	Condiciones climáticas	Sistema De Apoyo	Hora H.	Tiempo t. Min.	COLECTOR SOLAR Temperatura °C		CAMARA DE SECADO Temperatura °C				HUMEDAD G. Agua/Kg. Aire Seco	
					ENTRADA		ENTRADA		SALIDA		ENTRADA	SALIDA
					Tbs	Tbh	tbs	tbh	tbs	tbh		
1000	Seminublado	Si	14:34	0	92	48	66	38	41	35	56.5	33.9
	Despejado	Si	14:49	15	92	45	64	38	42	35	44	33.7
	Despejado	Si	15:04	30	91	42.5	65	38	41.5	35	34.9	33.8
	Despejado	Si	15:19	45	92	42.5	70	37.5	44	35.5	35	35
	Despejado	Si	15:34	60	91.5	42.5	71	37	44	35	35	33.2
	Despejado	Si	15:49	75	92	42.5	70	37.5	44	35	36.8	33.2
	Seminublado	Si	16:04	90	92	43	68	37	43.5	36	36.9	31
	Seminublado	Si	16:19	105	92	41.5	34.5	37	44	37.5	32	39.7
	Seminublado	Si	16:34	120	93	42	66	38	44	39	33	44
	Seminublado	Si	16:49	135	91	42	64	39	43.5	36	33	36.2
	Seminublado	Si	17:04	150	91	41	66	40	44	35	29.8	34
	Nublado	Si	17:19	165	92	41	67	38	44	35	29.8	33
	Nublado	Si	17:34	180	92	41	68	36	43.5	34	29.8	28.5
	Nublado	Si	17:49	195	92	41	68	35	44	34	29.8	30
	Nublado	Si	18:04	210	92	41	63	34	45	33	29.8	28
	Nublado	Si	18:19	225	92	41	60	33	45	32	29.8	26.9
		Si	18:34	240	92	41	60	33	44	32	29.8	27.8
		Si	18:49	255	92	41	60	33	44	31.5	29.8	27.2
		Si	19:04	270	92	41	60	33	42	31	29.8	27
		Si	19:19	285	92	41	60	33	41.5	31	29.8	27
	Si	19:34	300	92	41	60	33	41	31	29.8	27	
	Si	19:49	315	92	41	60	33	40	31	29.8	27	
200		Si	20:04	330	92	41	60	33	40	31	29.8	27
		Si	20:19	345	92	41	60	33	40	31	29.8	27
		Si	20:34	360	92	41	60	33	40	31	29.8	27

* Datos de Humedades leídas a partir del diagrama Psicrometrico (Carrier Corporation).

TABLA B-2 DATOS OBTENIDOS EXPERIMENTALES EN EL SECADOR SOLAR CONSTRUIDO

Fecha: 12/05/06

Muestra: Hoja de Chaya Troceada

Prueba # 2

Peso G.	Condiciones climáticas	Sistema De Apoyo	Hora H.	Tiempo t.	COLECTOR SOLAR Temperatura		CAMARA DE SECADO Temperatura				HUMEDAD G. Agua/Kg. Aire Seco	
					ENTRADA		ENTRADA		SALIDA		ENTRADA	SALIDA
					Tbs	Tbh	tbs	tbh	tbs	tbh		
600	Despejado	No	11:30	0	40	28	43	28	38	28.5	18.1	19.8
	Despejado	No	11:45	15	41.5	28.5	44	29	38.5	29.5	19.2	22
	Despejado	No	12:00	30	41	29	44.5	30	39	29	20.5	21.7
	Despejado	No	12:15	45	42	29	44.5	30	39.5	29	20.4	21.2
	Despejado	No	12:30	60	41.5	29.5	45	30	40	30.5	21	23.6
	Despejado	No	12:45	75	41.5	29.5	44	29.5	40	29	21	22.2
	Despejado	No	13:00	90	41	30	44.5	29.5	39.5	29	21.6	22.2
	Seminublado	No	13:15	105	41	30	44.5	29	39.5	32.5	21.6	28.1
	Seminublado	Si	13:30	120	92	40.5	68.5	35.5	46	30	28	28.1
	Seminublado	Si	13:45	135	91.5	40	68	35	46	30	26.2	30.1
	Seminublado	Si	14:00	150	92	40	67	32	45.5	31.5	27.8	28
	Seminublado	Si	14:15	165	92	40	65.5	33	44.5	31.5	27.8	28.8
	Seminublado	Si	14:30	180	92	40	64	32.5	44.5	31.5	27.8	28.8
105	Seminublado	Si	14:45	195	92	40	60	31	44	29.5	27.8	29.4
	Seminublado	Si	15:00	210	92	40	60	31	44.5	29.5	27.8	19.4
	Seminublado	Si	15:05	215	92	40	60	31	44.5	29.5	27.8	19.2

* Datos de Humedades leídas a partir del diagrama Psicrometrico (Carrier Corporation).

TABLA B-3 DATOS EXPERIMENTALES OBTENIDOS EN EL SECADOR SOLAR CONSTRUIDO

Fecha:13/05/06

Muestra: Hoja de Chaya Troceada

Prueba # 3

Peso G.	Condiciones climáticas	Sistema De Apoyo	Hora H.	Tiempo t.	COLECTOR SOLAR Temperatura		CAMARA DE SECADO Temperatura				HUMEDAD G. H2O/Kg. A. Seco	
					ENTRADA		ENTRADA		SALIDA		ENTRADA	SALIDA
					Tbs	Tbh	tbs	tbh	tbs	tbh		
600	Despejado	No	10:30	0	40	27	43	26	39	27	18	18
	Despejado	No	10:45	15	39	28.5	44	27	39	27	17.9	18
	Despejado	No	11:00	30	40	28.5	44	27.5	39	27.5	18.1	18.9
	Despejado	No	11:15	45	41	28.5	44.5	27.5	39	27.5	18.4	18.9
	Despejado	No	11:30	60	38	29	45	28	39.5	28	18.9	19
	Despejado	No	11:45	75	40	29	45.5	28.5	39.5	28	19.4	19.9
	Despejado	No	12:00	90	41	27	45.5	28.5	41	28	19	19.8
	Despejado	No	12:15	105	42	29	45.5	29	41.5	29	16.8	18.6
	Despejado	No	12:30	120	42	29	47	31.5	41.5	31	16.8	18.4
	Despejado	No	12:45	135	41	28	46	30	42	30	17.9	19.8
	Despejado	No	13:00	150	40	28.5	46	30	42	31.5	19.8	22.4
	Despejado	No	13:15	165	39.5	28.5	47	30	42.5	32	21	26.2
	Despejado	No	13:30	180	39	28	47	30.5	42	32	19.6	26.7
	Despejado	No	13:45	195	40	29	45	31	41	30	16.8	25.9
	104	Despejado	No	14:00	210	39	29	43	30	41.5	30	21.6
Despejado		No	14:15	225	40	29	44	30	41	30	16.8	22
Despejado		No	14:30	240	40	29	43	29	39.5	29	21.6	21.6
Despejado		No	14:45	255	39	29	42	29	39.5	31	16.8	22.1
Despejado		No	14:50	270	40	29.5	44	30	40	31	21.7	25.7

* Datos de Humedades leídas a partir del diagrama Psicrometrico

(Carrier Corporation).

Tabla B-4 DATOS EXPERIMENTALES OBTENIDOS EN EL SECADOR SOLAR CONSTRUIDO

Fecha: 06 /07/06

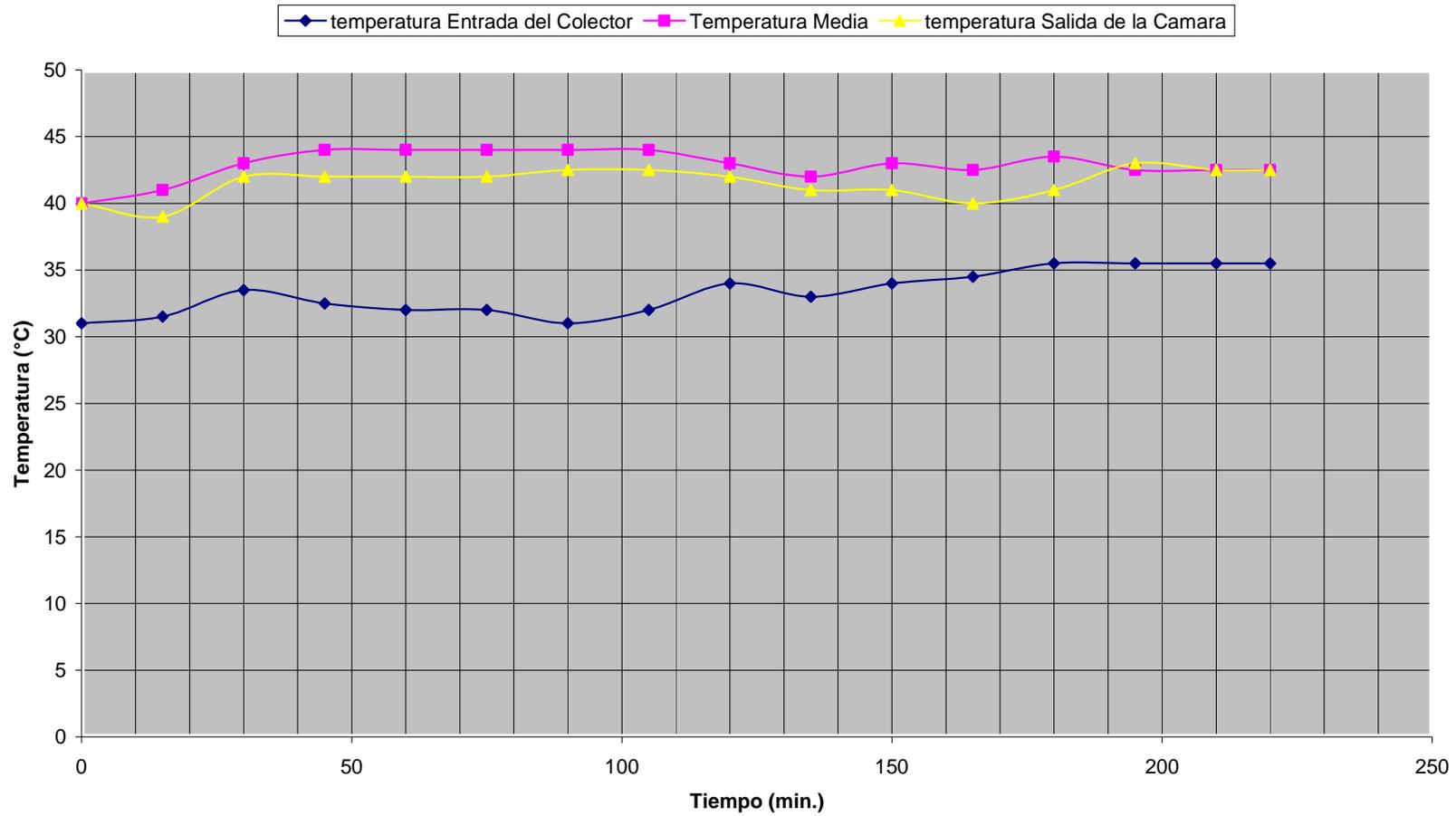
Muestra: Hoja de Chaya Troceada

Prueba # 4

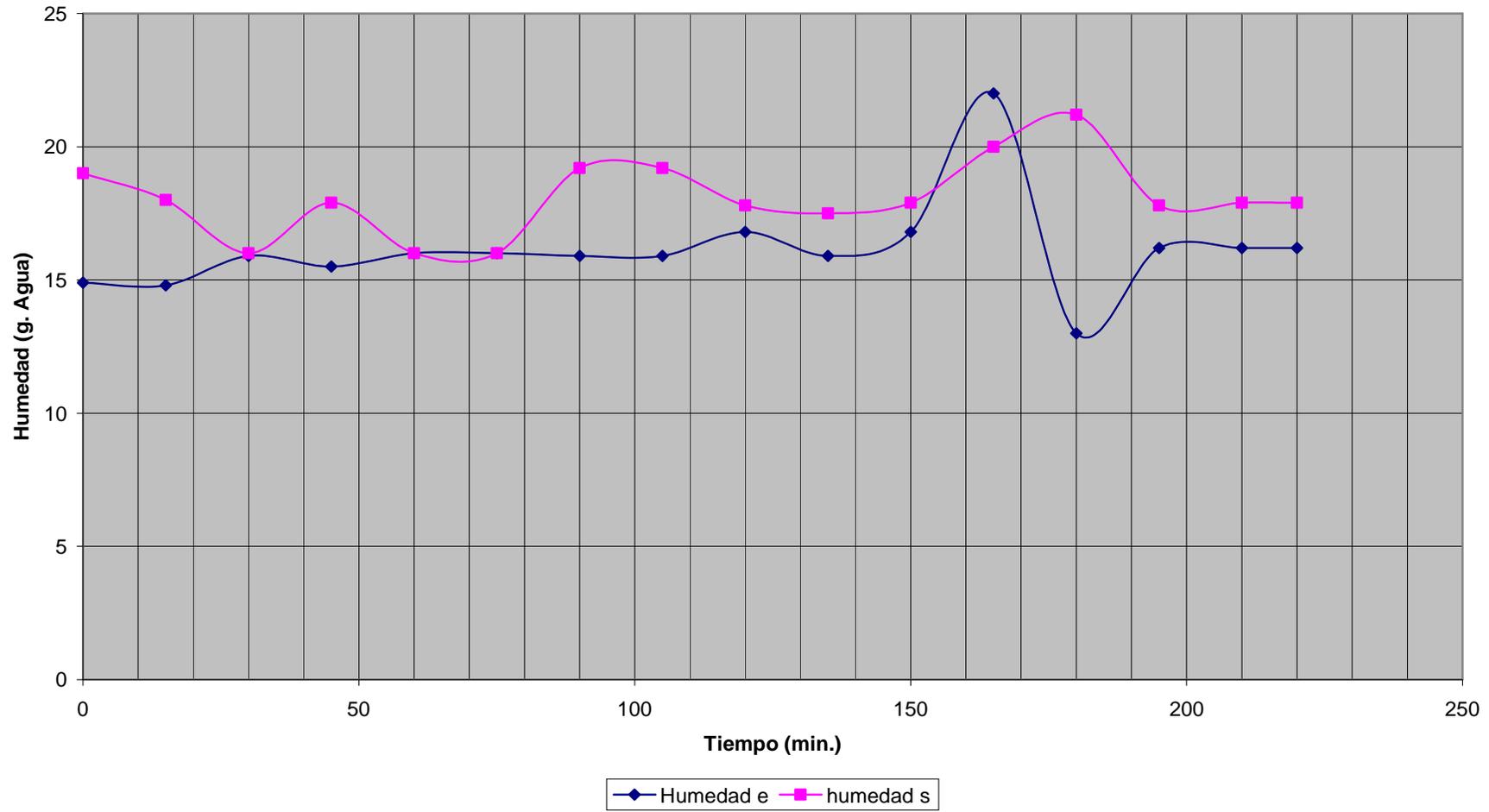
Peso G.	Condiciones climáticas	Sistema De Apoyo	Hora H.	Tiempo t.	COLECTOR SOLAR Temperatura		CAMARA DE SECADO Temperatura				HUMEDAD G. Agua/Kg. Aire Seco	
					ENTRADA		ENTRADA		SALIDA		ENTRADA	SALIDA
					Tbs	Tbh	tbs	tbh	tbs	tbh		
500	Despejado	No	13:45	0	31	21	40.5	22.5	41	22.5	9	9.5
	Despejado	No	14:00	15	34	24.5	43	36.5	44	30	15	21
	Despejado	No	14:15	30	29	22	43	28	44	29	13	19
	Despejado	No	14:30	45	32	23	46.5	29	45	30	13.5	21
	Despejado	No	14:45	60	32	30.5	49	30	46.5	33	26.5	26.5
	Despejado	No	15:00	75	35	30.5	48	31.5	45	31	25	26
	Despejado	No	15:15	90	35	31	46	31	44	32	27	27
	Despejado	No	15:30	105	34	26	45	30	42.5	31.5	18	24.5
	Despejado	No	15:45	120	32	26	43	31	41	32.5	18.5	27
	Despejado	No	16:00	135	33	28	40	29.5	38	30	22.5	23
	Despejado	No	16:15	150	33	28	39.5	29.5	38	29.5	22.5	22.5
	Despejado	No	16:30	165	35	26	40	29	36.5	29	17.5	22
	Despejado	No	16:45	180	34	26	40	29	36.5	29	18.5	22
	Despejado	No	17:00	195	30	26	37	27.5	36	28	19.5	21.5
90	Despejado	No	17:15	210	28	24	35	27	34	26	17	17.5
	Despejado	No	17:30	225	25	24	33	26.5	31.5	24	17.5	17.8
	Despejado	No	17:35	230	25	24	33	26	31	24	17	16.9

• Datos de Humedades leídas a partir del diagrama Psicrometrico (Carrier Corporati

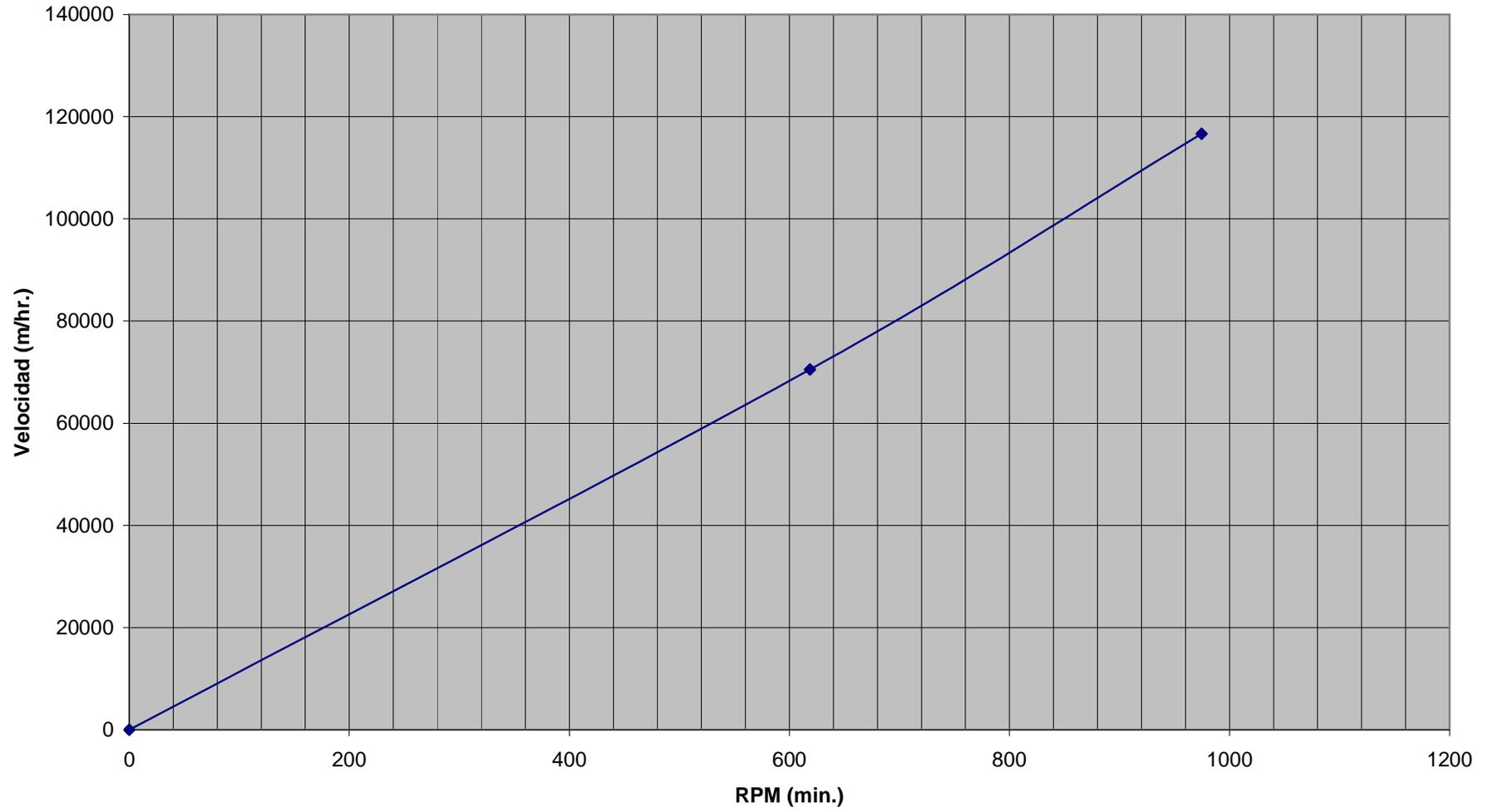
TEMPERATURA vs. TIEMPO



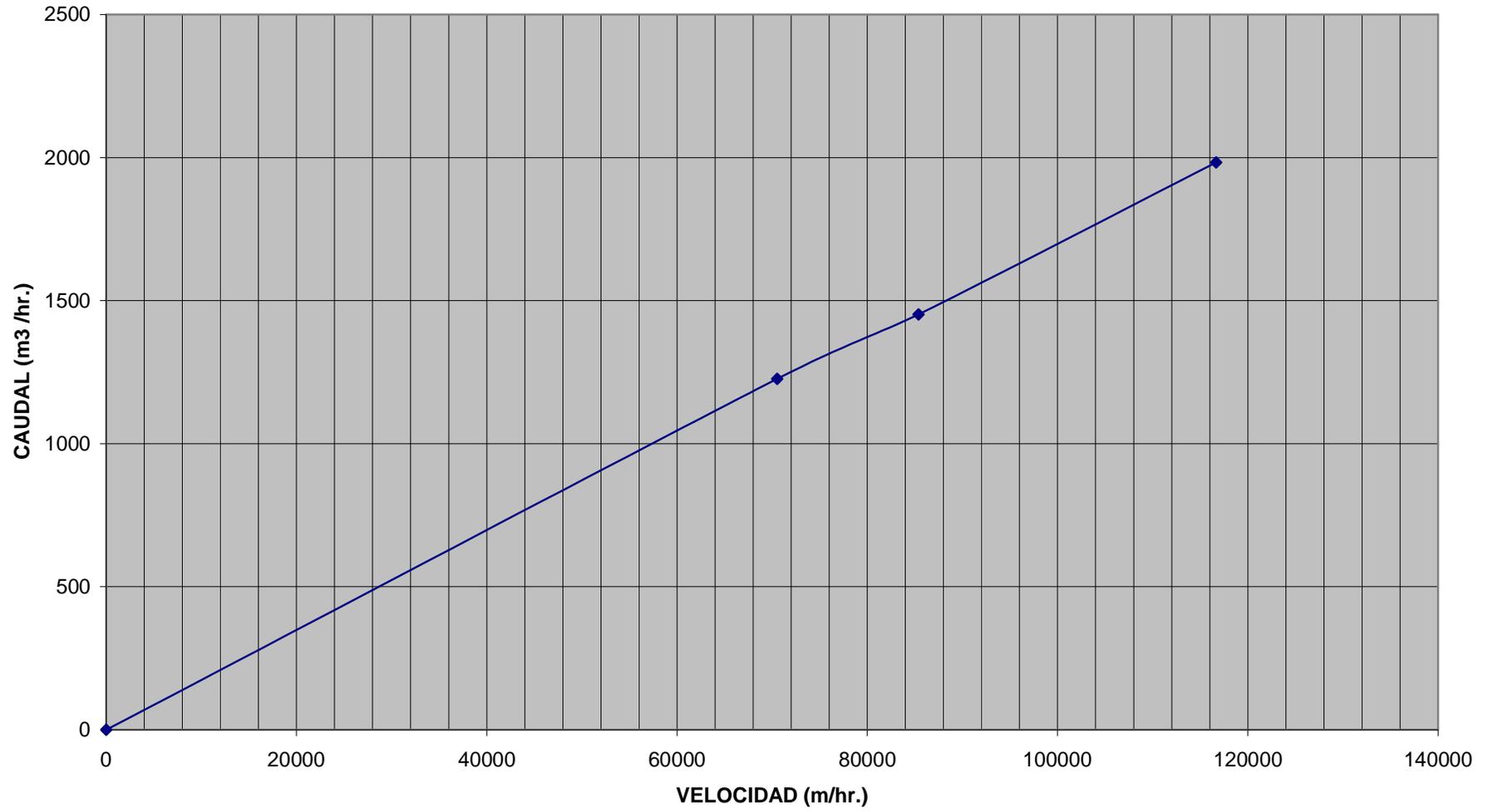
HUMEDAD VS. TIEMPO



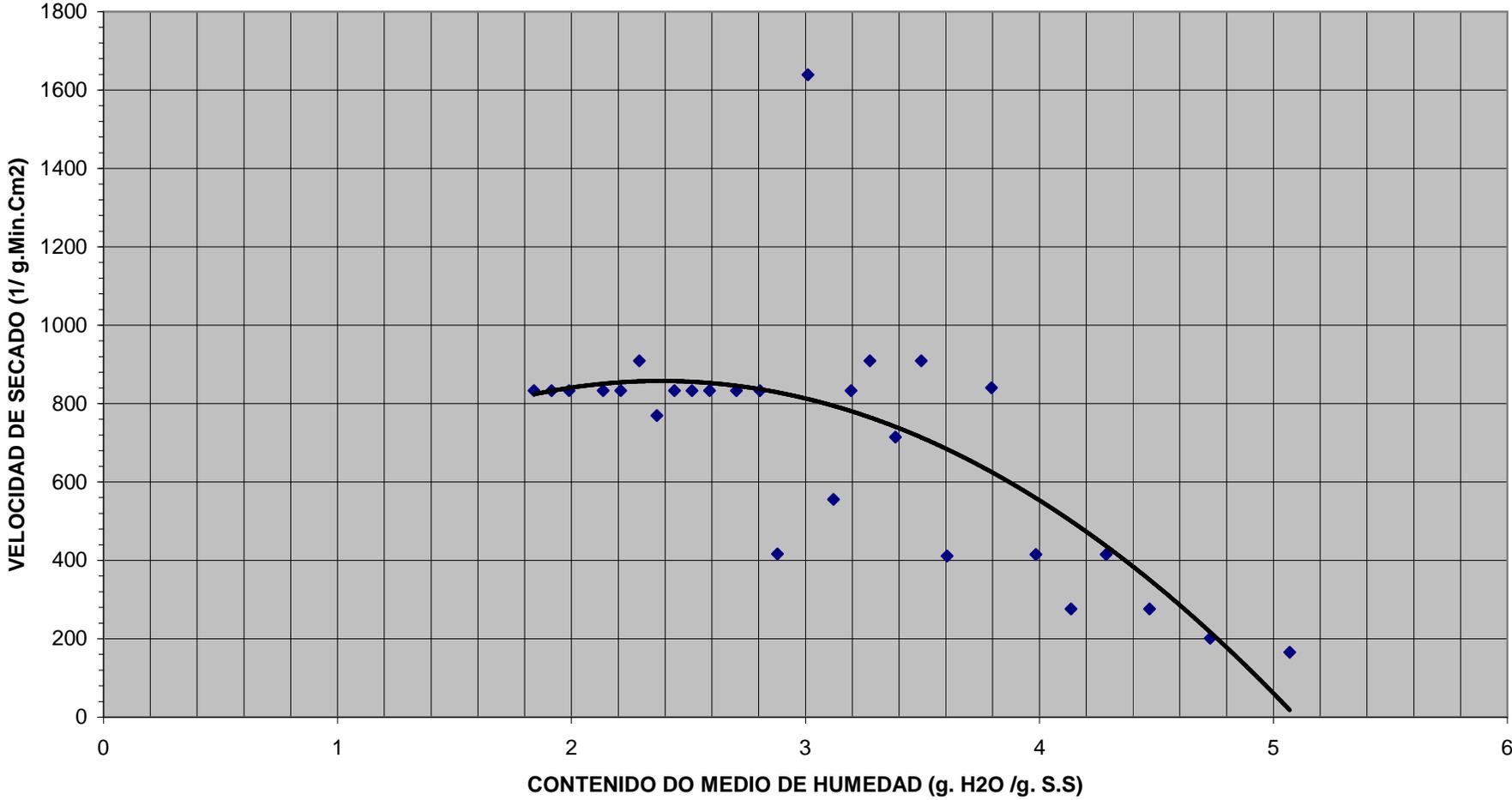
Velocidad vs. RPM



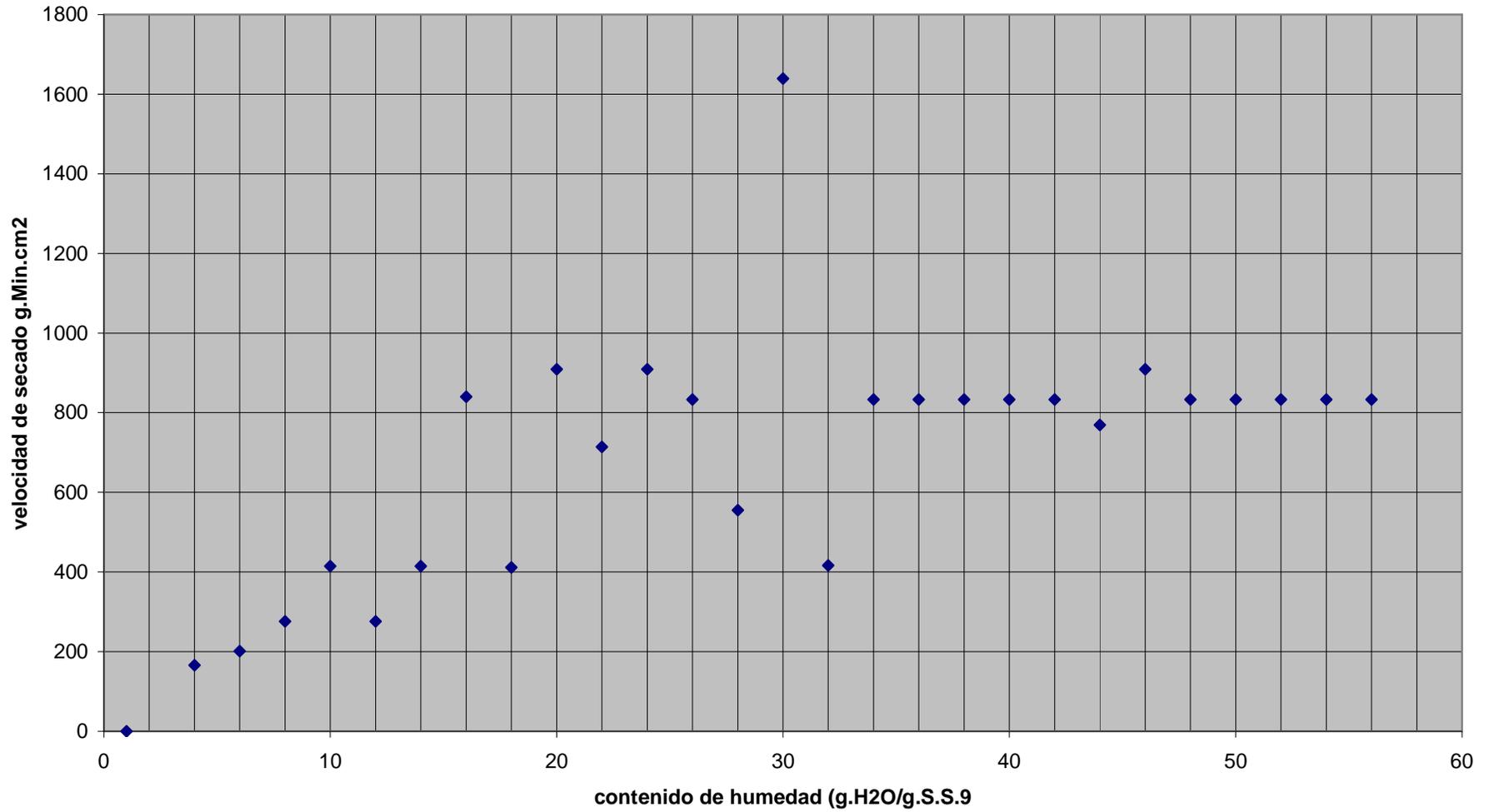
Q vs. V



CURVA DE VELOCIDAD DE SECADO
G.Min.Cm2



curva de velocidad de secado



CAPITULO VII
ANEXOS Y FOTOS

ANEXO 1

1. Procedimiento de puesta en marcha del equipo del Laboratorio de operaciones Unitarias

- a. Encender el caldero
- b. Reconocer el equipo
- c. Verificar si las líneas de abastecimiento del equipo esta abiertas
- d. Abrir la línea de vapor y controlar este suministro
- e. Regular las RPM del motor del ventilador (poner en Marcha
- f. Pesar la bandeja
- g. Pesar la muestra en la bandeja, medir el espesor de la muestra (lecho) y área de secado

- c. Llevar la bandeja a la cámara de secada y cerrarla
- d. Poner en marcha el ventilador
- e. Calibra la balanza de tal manera que el fiel quede exactamente en " 0 "
- f. Dar paso al vapor
- g. Desde el instante que se da paso al vapor se considera el tiempo de secado
- h. Registrar las lectura cada 5 min., de lo siguiente:
 - Perdida de Peso leída en la Balanza
 - Temperatura del bulbo seco y húmedo del aire a la entrada y salida del secador
- i. Medir el Área de flujo del Aire
- j. Medir la velocidad del Aire
- k. Dar por finalizado el proceso de secado cuando por lo menos tres lecturas de perdida de peso sean iguales
- l. Suspender la alimentación de vapor
- m. Suspender el funcionamiento del ventilador
- n. retirar la muestra seca
- o. Pesar el condensado

**ANEXO 2 TABLAS DE TEMPERATURA DE
LOS MESES MAYO JUNIO Y JULIO**

**(Instituto Nacional de Meteorología e
Hidrología INAMHI)**

FOTOGRAFIA. 1.- SECADOR SOLAR CONSTRUIDO



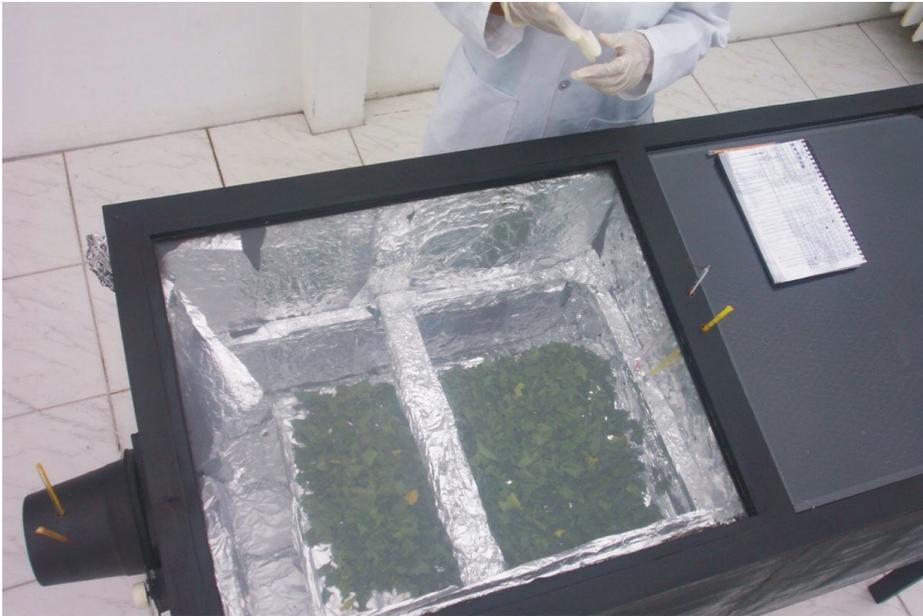
FOTOGRAFÍA. 2- UBICACIÓN DEL SECADOR SOLAR.



FOTOGRAFIA 3.- UBICACIÓN DE LOS TERMÓMETROS EN LA UNIDAD DE SECADO SOLAR.



FOTOGRAFIA 4.- COLOCACIÓN DE LA MUESTRA (HOJAS DE CHAYA) EN EL SECADOR SOLAR



FOTOGRAFIA 5.- VISTA INTERIOR DEL SECADOR SOLAR



FOTOGRAFIA 6.- PRÁCTICA EXPERIMENTAL EN EL SECADOR DE TUNEL EN LABORATORIO DE OPERACIONES UNITARIAS.



FOTOGRAFIA 7.- MUESTRA (HOJAS DE CHAYA) DENTRO DEL SECADOR DE TUNEL



FOTOGRAFIA 8.- CONTROL DE TEMPERATURA EN EL SECADOR DE TUNEL



BIBLIOGRAFÍA

1. PLANTAS MEDICINALES

M.Pahlow
Editorial Everest
2 Edición
1982

2. MANUAL DE BIOQUÍMICA Y MICROBIOLOGIA DE LOS ALIMENTOS

T.P.Coultate
Editorial Acribia
2 Edición
1996

3. MANUAL “Curso De Fitoquímica Para El 3 Año”

Facultad de Ciencias Químicas
Dr. Q.F. Oswaldo Pesantes Domínguez

4. ESTUDIO ETNOBOTANICO DE LA CNIDOSCOLUS ACONITIFOLIUS CHAYA. “ UN NUTRITIVO VEGETAL MAYA”

Dr. Álvaro Molina Cruz Instituto de investigaciones de la Universidad del Valle de Guatemala.
Dr. Jeffrey Ross-Ibarra Dpto. de investigaciones Botánicas de la Universidad Riverside de California

5. REVISTA CIENCIA EN ACCIÓN

Editor General Charles Mc. Vean
Universidad del Valle de Guatemala
“REDESCUBRIENDO EL VALOR NUTRITIVO DE LAS HOJAS DE CHAYA”
Autores: Álvaro Molina Cruz, Luisa M. Curley Wohler, Ricardo Bressani.

6. REVISTA ECHO

Martín L. Price
Edición 53
www.ECHONET.org.

7. LAS MARAVILLAS DELA CHAYA MEDICNAL

Wilson Montoya
Revista Agro
WWW.sica.com.ec

8. VEGETABLE FOR THE HOT SUMID TROPIC

Part 3: Chaya

Martin, F. W. and Ruberte R.

9. NACIONAL PROFILE OF SOME EDIBLE PLANTS FROM MEXICO.

K.J. Lorenz; J.A. Gelbroth; G.S. Rawhotra; S.D. Leinen; M.A. Vian.

Nutrition Research Program

American Institute of Baking

Instituto Politecnico Nacional OAXACA Mexico.

Departament Of service and huma Nutrition

Colorado State University.

Marzo 3 1998

10.POTENCIAL NUTRIONAL AND HEALTH TREE OF THE SPINACH

Joseph O Kuti and Eric Torres

Articulo Miami Herald.

11.MANUAL DE TOXICOLOGÍA

Plunkette

12.REVISTA HERBOTECNIA

Google. www.herbotecnia.ar Tecnología del procesamiento de plantas medicinales

13.www.cubasolar. Cu/biblioteca/ energía

14 OPERACIONES UNITARIA MODULO DE SECADO

Profesor de cátedra: Ing.Qco. Eduardo Bustamante.

15. MANUAL DE INGENIERO QUÍMICO

Perry

Editorial Mc Graw Hill

Sexta edición 1992

Tomo V

Sección 20

16. OPERACIONES BASICAS DE INGENIERIA QUIMICA

George Granger Brown

Capitulo I Pág.(26)

Capitulo IV Pág. (481)

Capitulo 38 Pág. (585 - 590)

17. Tesis # 268

DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN SOLAR PARA PRODUCTOS AGRO INDUSTRIALES

AUTORES: ING. CARLOS MUÑOZ CAJAI O – JULIO ALFREDO CO9RDOVA ARTURO

1985

18. Tesis # 724

OBTENCIÓN DE HARINA DE BANANO VERDE POR DESHIDRATACIÓN EN UN SECADOR HIBRIDO SOLAR SECADOR HIBRIDO SOLAR –ELÉCTRICO
AUTORES: ING. JAIME FIERRO AGUILAR – FREDDY COMEZ BENAVIDES
1998

19. Tesis #400

ESTUDIO EXPERIMENTAL DE LA DESHIDRATACIÓN DE LA ESPINACA
DESHIDRATACIÓN DE LA ESPINACA
AUTORES: GRACE CORDOVA DE BECCAGLIA – ROBERTO RIVERA JIMENEZ
1989

20. Tesis # 481

OBTENCIÓN DE UN POLVO DE AJO UTILIZANDO UN SECADOR SOLAR
AUTORES: SOFIA GODOY EGAS- MERY PACHECO
1981

21. Tesis #190

DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN COLECTOR SOLAR PLANO PARA SER UTILIZADO EN EL SECADO DE PRODUCTOS ALIMENTICIOS
AUTORES. WASHINTONG AVILES GUERRA – DARIO ANTONIO MIRANDA AGUIRRE
1981

22. ANÁLISIS DE LOS ALIMENTOS

Métodos analíticos y de control de calidad
R. Lees
2 Edición
Editorial Acribia
1996

23. Tea and soluble tea products manufacture

1 edición
Noyes data corporation
Nicholas D. Pintauro
1977

T

