

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

FACULTAD DE INGENIERIA QUIMICA Y

MANUFACTURERA



**PROYECTO DE PREFACTIBILIDAD PARA
LA INSTALACION DE UNA PLANTA
DESHIDRATADORA DE AJI PANCA
(CAPSICUM FRUTESCENS)**

TESIS

PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO QUIMICO

PRESENTADO POR:

RAQUEL MEDINA RODRIGUEZ

WALTER GLICERIO CARTOLIN RODRIGUEZ

LIMA - PERU

FEBRERO 1997

**PROYECTO DE PREFACTIBILIDAD PARA
LA INSTALACION DE UNA PLANTA
DESHIDRATADORA DE AJI PANCA
(CAPSICUM FRUTESCENS)**

INDICE

CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

CAPÍTULO II. FUNDAMENTO TEÓRICO

CAPÍTULO III. ESTUDIO DE MERCADO

3.1	Demanda Actual y Proyectada del Ají Panca Seco Entero	35
3.2	Precio Actual y Proyectado del Ají Panca Seco Entero	39
3.3	Importación de Especies al Mercado Nacional	41
3.4	Comercialización	47
3.5	Competencia en el Mercado	47

CAPITULO IV. DEFINICION DEL PRODUCTO

4.1	Materia Prima	50
4.1.1	Aspecto Botánico	50
4.1.2	Nomenclatura de Ajies Chiles	50
4.1.3	Ají	51
4.1.4	Composición Química del Género Capsicum	53
4.1.5	Usos del Ají	55
4.1.6	Aplicación del Ají Deshidratado	55
4.2	Producción Nacional de Ají Panca Fresco	57
4.3	Materia Prima Disponible	60

4.4	Precio Actual y Proyectado de la Materia Prima	62
4.5	Cantidad de Aji Panca a Producir	64

CAPITULO V. TAMAÑO Y LOCALIZACION DE PLANTA

5.1	Tamaño de la Planta	65
5.2	Determinación del Tamaño de la Planta	66
5.3	Localización de la Planta	67
5.3.1	Factores a Considerar	67
5.4	Determinación de la Localidad Sede	71
5.5	Características de la Planta.	73

CAPITULO VI. INGENIERIA DEL PROYECTO

6.1	Selección del Tipo de Secador Adecuado para la Deshidratación de Aji Panca	75
6.2	Comparación de las Diversas Posibilidades del Proceso	79
6.2.1	Ventajas y Desventajas de los Diferentes Tipos de Secadores	80
6.3	Consideraciones Teóricas para la Deshidratación por Túnel de Aire Caliente	82
6.4	Factores que Afectan el Secado del Aji Panca	88
6.5	Efecto del Secado en el Aji Panca	90
6.6	Tecnología del Proceso	91
6.6.1	Materia Prima	91
6.6.2	Recolección	92
6.6.3	Transporte	92
6.6.4	Recepción de la Materia Prima	93

6.6.5	Almacenaje de la Materia Prima	93
6.6.6	Selección y Clasificación.	94
6.6.7	Lavado.	94
6.6.8	Cortado y Trozado.	95
6.6.9	Deshidratación.	95
6.6.10	Molienda.	96
6.6.11	Tamizado.	97
6.6.12	Envase y Rotulado.	97
6.6.13	Almacenaje.	98
6.7	Control de Calidad.	100
6.8	Determinación Experimental de las Variables Optimas del Proceso para el Diseño del Secador por Túnel de Aire Caliente.	106
6.8.1	Banco Experimental de Secado: Especificaciones Técnicas.	106
6.9	Variables del Proceso.	115
6.10	Balance de Materia y Energía.	133
6.10.1	Estado Inicial de Ají Panca.	133
6.10.2	Estado Final de Ají Panca.	133
6.10.3	Curvas de Secado, Tiempo de Secado.	133
6.10.4	Procesos Térmicos Seguidos por el Aire en el Equipo Secador.	134
6.10.5	Cálculo de los Parámetros de Diseño.	138
6.11	Diseño del Equipo.	141
6.11.1	Introducción al Diseño del Equipo.	141
6.11.2	Diseño del Equipo Modular de Secado para Ají Panca.	144

6.11.3	Descripción General del Equipo Modular de Secado para el Aji Panca de Corte Longitudinal.	146
6.11.4	Diseño del Secador.	147
6.11.5	Determinación del Número de Bandejas.	147
6.11.6	Cálculo de las Dimensiones de las Bandejas.	149
6.11.7	Cálculo de las Dimensiones de la Cabina de Secado.	151
6.11.8	Cálculo del Espesor del Aislante Térmico. Equipo Propuesto.	152
6.12	Clasificación de Maquinarias y Equipos.	157
6.13	Consideraciones Tomadas para el Escalamiento del Banco Experimental de Secado a Planta Piloto.	160

CAPITULO VII. EVALUACIÓN ECONÓMICA

7.1.	Costo de la Planta.	162
7.1.1	Estimación de la Inversión Fija.	162
7.1.2	Capital de Trabajo.	166
7.1.3	Capital Total.	166
7.2	Gastos de Fabricación.	166
7.2.1	Gastos de Fabricación Directos.	166
7.2.2	Gastos de Fabricación Indirectos.	168
7.3	Depreciación.	170
7.4	Gastos Generales.	171
7.5	Costo del Producto.	172
7.6	Evaluación Económica Financiera.	174

7.6.1	Valor Actual Neto.	174
7.6.2	Tasa Interna de Retorno.	174
7.6.3	Rentabilidad.	175
	CONCLUSIONES	177
	RECOMENDACIONES	180
	NOMENCLATURA TÉCNICA	181
	BIBLIOGRAFIA	184
	ANEXOS	187

RESUMEN

El presente proyecto es un estudio de pre-factibilidad para la implementación de una planta deshidratadora de ají panca (*Capsicum Frutencens*).

El estudio consta de 7 capítulos los cuales detallamos a continuación.

En el capítulo I, se explica el modo actual de obtención del ají panca que es comercializado en el mercado y la importancia de éste, el cual nos permitirá obtener un producto de mejor calidad.

En el capítulo II, se desarrolla un glosario de términos para dar un conocimiento amplio de los mecanismos de secado importantes para el proceso de deshidratación del ají panca fresco.

En el capítulo III, se detalla el estudio de mercado, el cual se realizó a nivel nacional. En el mercado el ají panca seco molido se comercializa en los grandes centros de abastos para su consumo alimenticio, que es expendido en dos formas (seco entero o molido). En el Perú, entre los años 1992 y 1996, la demanda de ají panca seco entero se ha incrementado anualmente, llegando éste último año pasado a 2197 TM anuales. El consumo proyectado en nuestro país para el año 2000 será de 3068,5 TM. A su vez entre esos mismos años(1992-1996) las importaciones del ají panca seco molido, el cual se utiliza como condimento sazonador, también se ha incrementado aproximadamente en una tonelada métrica anual,

llegando el año 1996 a 17,56 TM. Lo proyectado en importación de ají panca seco molido para el año 2000, será aproximadamente de 22 TM. 🌱

Asimismo nuestro país exporta como producto terminado aproximadamente 30 TM anuales de salsa de ají panca, a los Estados Unidos y Japón, debido principalmente a la gran colonia de latinos en esos países.

En el capítulo IV se realiza un estudio de la utilidad de la materia prima (ají panca fresco) y de su disponibilidad en el mercado nacional. Para éste año 1997 después del análisis efectuado se puede deducir que está garantizada la disponibilidad de la materia prima, debido al gran volumen de producción que los productores han planificado.

En el capítulo V, se define el tamaño de planta necesaria para satisfacer la demanda existente. Se concluye que la capacidad necesaria de la planta a diseñar será de 300 TM de ají panca entero fresco, lo que nos permitirá obtener 36 TM de ají panca seco molido.

En el capítulo VI, se explica el proceso de obtención de ají panca seco molido, el cual comprende operaciones como: preparación de la materia prima, lavado, selección, deshidratación y molienda. Para determinar las variables óptimas del proceso, se realizó un estudio en el Banco experimental de secado, situado en el laboratorio de energía renovable de la Facultad de Ingeniería Mecánica de la UNI, lo cual nos permitió definir las dimensiones adecuadas del secador.

En el capítulo VII, se realiza la evaluación económica para determinar el costo del producto final y del análisis de los cuadros estadísticos se concluye que es un proyecto de gran rentabilidad.

Queremos agradecer a las diversas entidades que nos apoyaron con la información necesaria para la implementación del presente proyecto, como son: Ministerio de Agricultura, Adex, Sociedad Nacional de Industrias, Instituto Nacional de Estadísticas, Asociación de Empresarios Agrarios, Indecopi, Universidad Nacional Agraria y a la UNI.

CAPITULO I

INTRODUCCION

La deshidratación del ají en el país se realiza mediante procedimientos artesanales, cuya carencia de métodos de control técnico sanitario se pone de manifiesto en desmedro de la calidad del producto.

Por lo tanto, considerando que la deshidratación del ají en el país, para el consumo humano, se efectúa en forma inadecuada y se hace necesario:

1. El desarrollo de una línea de flujo adecuada
2. La obtención de un producto de óptima calidad
3. Empleo racional y científico de técnicas establecidas

El Perú figura como el país que posee gran número de variedades de la familia solanácea.

Desde épocas remotas el ají era conocido en el Perú como condimento y estimulante; apreciándose estas en representaciones de cerámica y tejidos de las antiguas culturas del Perú, donde el artista indígena plasmó su huella perdurable.

En la actualidad el ají se utiliza como condimento y saborizante en todas las comidas criollas.

El cultivo del ají está considerado entre los más rentables de las regiones Lima y la Sub-región de Tacna, por su bajo costo de producción y por la demanda existente en el mercado interno y externo.

En las dos últimas campañas se ha incrementado notablemente la frontera agrícola de este cultivo. En la campaña agrícola 1993/94 se sembró 531 Has y se obtuvo una producción de 4 215 T.M. con un rendimiento promedio de

7 938 Kg./Ha. En la campaña actual existe 552 Has. de terreno sembrado.

La época de siembra del ají se inicia en agosto y concluye en diciembre, mientras que la cosecha se inicia en enero y finaliza en el mes de junio.

Existe variedades de ajíes, citaremos algunos de ellos (amarillo, panca, limo, etc.), pero en este proyecto consideramos al ají panca (*capsicum frutescens*), porque existe producción y buen rendimiento en la superficie sembrada, además que en su estado seco se comercializa en el mercado nacional y se exporta en mayor proporción a Bolivia, EE.UU., Japón, etc.

El objetivo de esta tesis es realizar un Proyecto de Prefactibilidad para la instalación de una planta deshidratadora de ají panca (*capsicum frutescens*), obteniéndose una tecnología apropiada a esta, disponible en nuestro país.

En el proyecto se disponen de varios procesos de deshidratación, de los cuales se realizará la selección apropiada para la creación de una unidad de producción viable de acuerdo a nuestra realidad.

El presente estudio establecerá los datos técnicos y económicos para la industrialización del ají panca en polvo, puesto que de esta manera presenta muchas ventajas, en su fácil transporte y manipuleo, reducción de tamaño de envase y menor pérdida durante el uso en la industria alimentaria.

El fin de este proyecto es de ubicar al Perú en el contexto del desarrollo, con el estímulo y el marco de acción que coadyuve a la consolidación de la industria alimentaria y a la participación del país en el mercado internacional, desarrollando nuestros productos generadores de divisas.

CAPITULO II

FUNDAMENTO TEORICO

GENERALIDADES.

Los términos **deshidratación y/o secado de alimentos** se refieren a la operación unitaria en la que se elimina por evaporación o sublimación, casi toda el agua presente en los alimentos, mediante la aplicación de calor bajo condiciones controladas.

La deshidratación de alimentos determina una reducción del peso y también el volumen por unidad de valor alimenticio e incrementa la vida útil de los productos secos en comparación con los alimentos frescos.

GLOSARIO DE TERMINOS

A continuación se explican algunos de los términos empleados en relación con la deshidratación.

a. Contenido en humedad.

Contenido en humedad de un producto puede expresarse sobre la **base del peso húmedo** y por lo tanto como masa de agua por unidad de masa de producto húmedo, o sobre la base del peso seco, y por lo tanto como masa de agua por unidad de masa de componentes sólidos secos; éste último se emplea frecuentemente en los cálculos de la desecación.

b. Contenido en humedad de equilibrio.

En general cuando un producto orgánico se mantiene en contacto con aire a temperatura y humedad constantes, hasta que se alcance el equilibrio, el producto adquiere un contenido en humedad definido. Este

contenido en humedad se denomina contenido en **humedad de equilibrio del producto bajo las condiciones especificadas**. Es posible medir el contenido en humedad de equilibrio del producto bajo diferentes condiciones de temperatura y humedad; de esta forma construir curvas que relacionan el contenido en humedad del producto y la humedad de la atmósfera con la que se encuentra equilibrada a diferentes temperaturas. Estas gráficas denominadas isotermas de sorción.

Isotermas de sorción.

Es la curva resultante de representar el contenido de humedad expresada en base seca versus la humedad relativa del medio que rodea al alimento en equilibrio con este y bajo condición de temperatura constante.

Muchas de ellas tienen forma **sigmoide** característica, como se muestra en la Figura 2.1. El conocimiento de las características de sorción de los alimentos que se van a secar es importante ya que, de hecho, el contenido en humedad de equilibrio es el contenido en humedad más bajo que puede alcanzarse en unas condiciones dadas de temperatura y humedad. También es importante comprender el comportamiento de la sorción al estudiar los mecanismos de la desecación y la estabilidad durante el almacenamiento de los alimentos desecados.

c. Humedad relativa y absoluta.

Para indicar la cantidad de vapor que hay en el aire se emplea la "humedad relativa", dada por:

$$\text{humedad relativa} = \frac{P_v}{P_s}$$

Donde:

P_v = presión parcial del vapor de agua,

P_s = presión de saturación correspondiente a la temperatura del aire.

La presión de saturación es el máximo valor que puede alcanzar la presión parcial del vapor de agua en el aire. La presión de saturación y, por lo tanto, la humedad relativa dependen fundamentalmente de la temperatura.

Otra forma de expresar la cantidad de vapor de agua que existe en el aire usa el concepto de la humedad absoluta:

Donde:

$$\text{humedad absoluta} = \frac{\text{Kg de vapor en determinado volumen}}{\text{Kg de aire seco en el mismo volumen}}$$

d. Humedad libre.

La humedad libre de un producto es aquella que, excede del contenido en humedad de equilibrio en unas condiciones dadas de temperatura y de humedad.

e. Humedad crítica.

Es el contenido de humedad que tiene el producto a secarse, en el momento en que hay una transición en la velocidad de secado; es decir, en el momento en que, de secado a razón constante pasa a razón decreciente

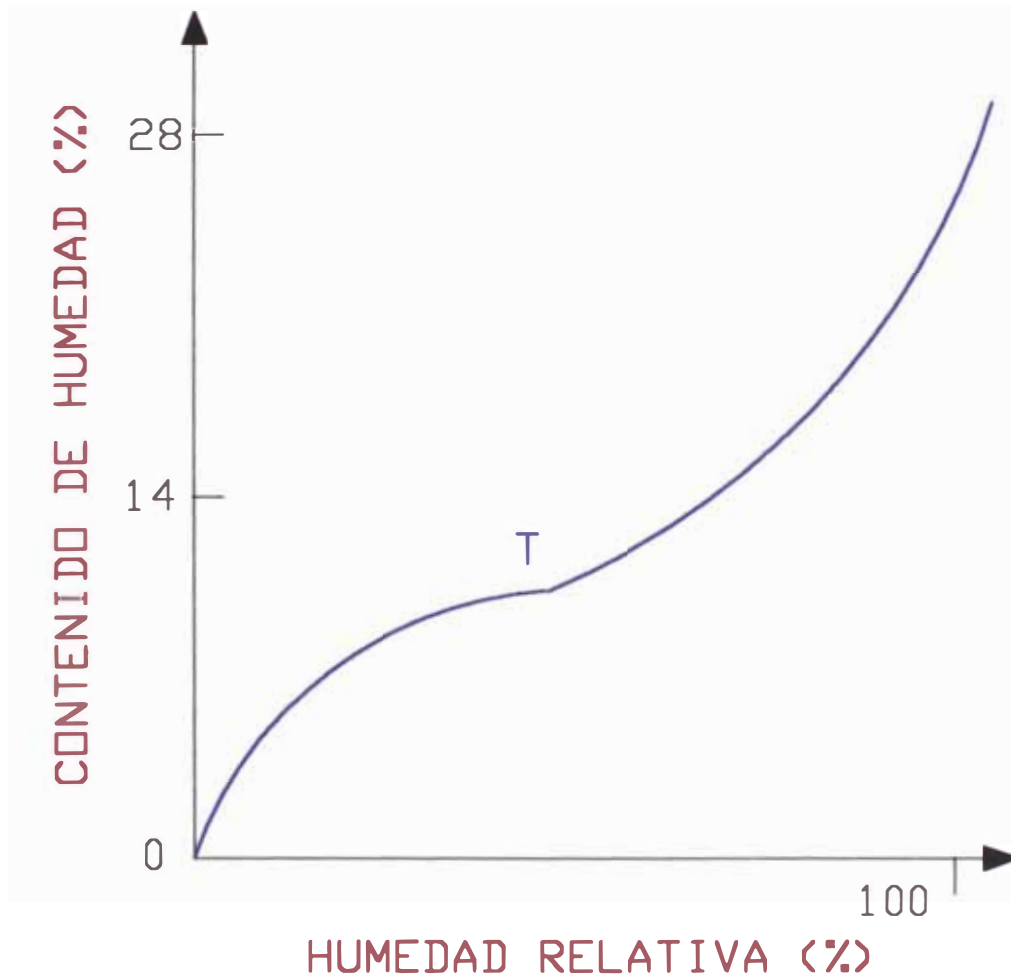


Fig. 2.1 Curva de Contenido de Humedad de Equilibrio

La humedad crítica de un material determinado varía con las condiciones del aire de secado y también con el espesor de aquel.

Esto puede decirse que es:

- La humedad crítica, aumenta ligeramente con la velocidad del aire y con la temperatura.
- La humedad crítica aumenta, en mayor o menor proporción según el tipo de material, con el espesor de la capa que se somete al secado.

El agua es tal vez uno de los constituyentes más importante del alimento. De él dependen una serie de aspectos benéficos y perjudiciales. Si bien es importante la cantidad de agua que posee un determinado producto, es tal vez más importante su disponibilidad, concepto técnicamente expresado como actividad de agua.

f. Humedad Límite.

Es el contenido de humedad en un sólido en que la presión de vapor es menor que la presión del agua pura a misma temperatura.

g. Humedad Sobrelímite.

Se define como la humedad en exceso sobre la humedad límite. Se aplica generalmente para sustancias higroscópicas.

ACTIVIDAD DE AGUA (A_w).

Es una medida de la disponibilidad del agua dentro del alimento, para provocar reacciones de deterioro o conservación del producto y se define matemáticamente como el cociente, entre la presión de vapor de agua en la superficie del alimento y la presión del vapor de agua pura a la misma

temperatura del producto alimenticio.

$$A_w = \frac{P_f}{P_o}$$

Normalmente una A_w alta deja abierta la posibilidad de una serie de reacciones de deterioro físico, químico y organoléptico.

La actividad de agua está directamente relacionada con la velocidad con la que algunos factores deterioran los alimentos. Entre estos factores se encuentran:

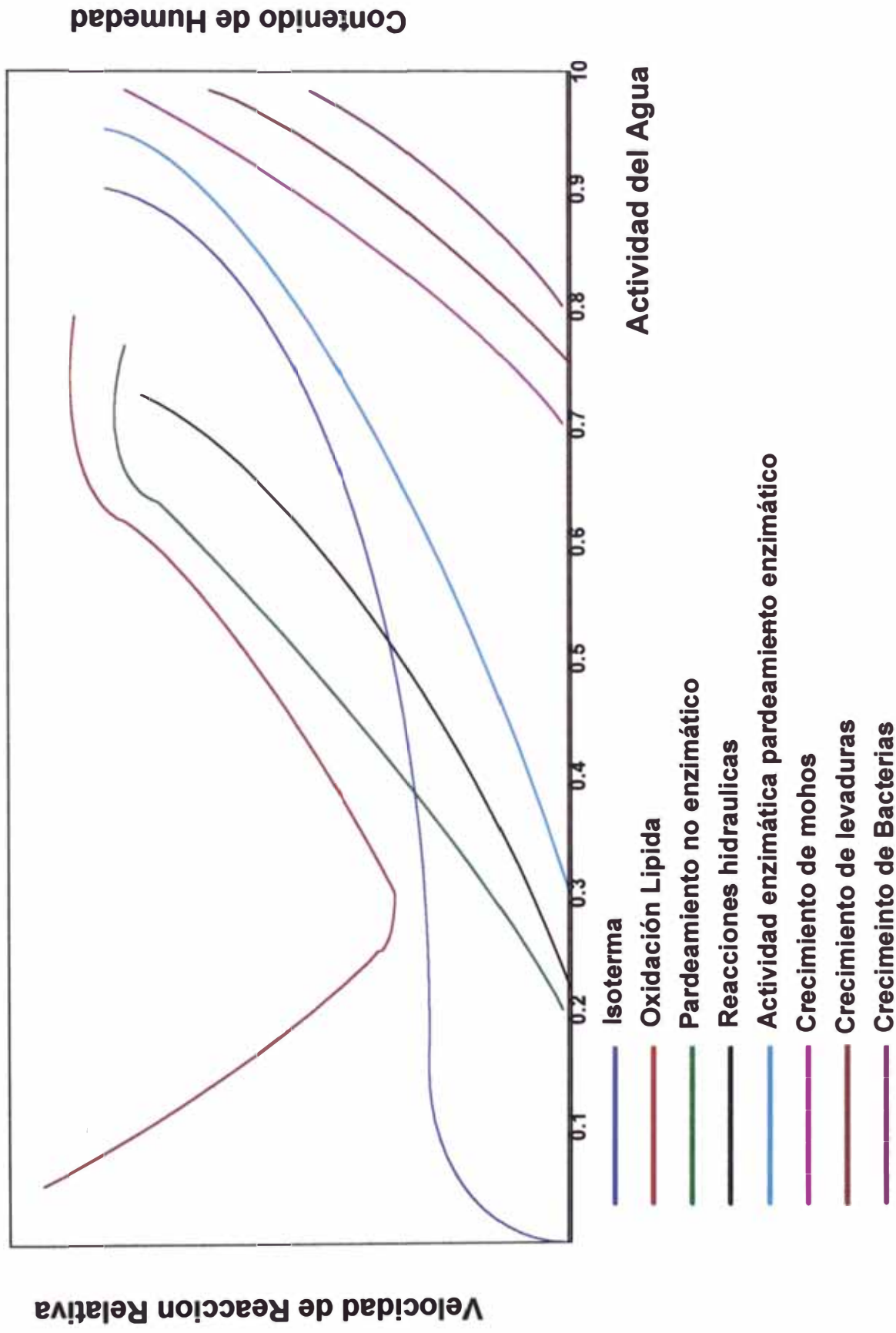
- La acción de microorganismos, especialmente las bacterias, levaduras y mohos.
- El pardeamiento no enzimático origen de sabores y olores desagradables así como de colores pardos en los alimentos debido a la presencia de melanoidinas producidas en la reacción de azúcares reductores con aminoácidos, estas reacciones se aceleran al aumentar la temperatura, por ello deben ser tomadas en cuenta en el secado.
- Las enzimas naturales de los alimentos como la fenolasa que reacciona en presencia de oxígeno produciendo melaninas que generan colores pardos en los alimentos, la fenolasa se desactiva ante temperaturas elevadas y en medios ácidos.
- La rancidez producida por la autooxidación de lípidos, la cual se inicia, si hay suficiente energía provenientes del calor, la luz o la radiación ultravioleta, en presencia de algunos catalizadores como la clorofila, la hemoglobina, y los metales polivalentes.

La Fig. 2.2 permite apreciar el comportamiento general, a 20 °C, de algunas

velocidades relativas de deterioro de los alimentos en relación a la actividad de agua.

De esa figura se pueden obtener las siguientes conclusiones generales:

- El desarrollo microbiológico se inhibe con actividades de agua menores de 0.6.
- El pardeamiento no enzimático se inhibe para actividades de agua menores de 0.2, crece para actividades de agua mayores hasta alcanzar un máximo entre 0.6 y 0.8.
- El pardeamiento enzimático se inhibe para actividades de agua menores de 0.3.
- la auto-oxidación de lípidos tiene un mínimo para actividades de agua entre 0.2 y 0.5.
- La actividad de agua óptima para la conservación de los alimentos resulta entre 0.2 y 0.4; si en el producto existe la posibilidad de oxidación de lípidos, el límite inferior para el valor de la actividad de agua es crítico pues para actividades de agua menores la velocidad del pardeamiento aumenta.



Contenido de Humedad

Fig.2.2.Velocidades de reacción en un alimento en función de la actividad de agua (comportamiento generalizado a 20°C)

ROL DEL AGUA EN LOS ALIMENTOS.

Desde el punto de vista cuantitativo, el agua es el constituyente principal del organismo humano, que contiene una proporción del 60%, así mismo representa el constituyente más abundante en la mayor parte de nuestros alimentos en estado natural a excepción de los granos. En los diferentes tipos de alimentos el contenido de agua varía ampliamente tal como se puede apreciar en el Cuadro No. 2.1.

Según Vidal (1986), el agua tiene un papel esencial para la estructura y textura de los productos vegetales y animales de la cual nos alimentamos, y su interacción con los constituyentes químicos de los alimentos es, frecuentemente, responsable de la aptitud hacia el deterioro. De ahí que varios métodos de conservación de los alimentos se funden, al menos en parte en el descenso de la disponibilidad de agua.

CARACTER DEL AGUA EN LOS ALIMENTOS.

Según lo manifiestan muchos autores, el agua en los alimentos puede existir en las siguientes formas:

a) Agua adsorbida, agua fuertemente ligada o agua quimioadsorbida.

La adsorción consiste en la acumulación de moléculas de agua en la gran superficie del alimento, las que forman una capa monomolecular. Estas moléculas de agua quedarán retenidas en la superficie gracias a la fuerza electrostática aportada por los grupos activos de las proteínas y carbohidratos (grupos amino, carbonilo, hidroxilo y sulfhidrilo).

La presión de vapor de este tipo de agua será mínima por estar retenida por fuerzas relativamente poderosas, por esta razón, este nivel monomolecular de agua es difícil de eliminar por procedimientos como la deshidratación y/o congelación.

CUADRO No. 2.1
CONTENIDO DE HUMEDAD DE ALGUNOS ALIMENTOS

ALIMENTO	CONTENIDO DE HUMEDAD %
Huevo, clara	87,6
Huevo, yema	51,1
Leche entera	87,4
Leche descremada	90,5
Leche entera en polvo	2,0
Queso maduro	30,0
Requeson	79,0
Yogur	89,0
Azúcar rubia de caña	0,5
Col	92,4
Galleta, soda	4,0
Lechuga	95,5
Pasas	13,0
Papas	79,8
Papa chips	1,8
Carne fresca	75,5
Mortadela	62,6
Carne de cordero	66,3
Hígado (vaca)	69,7

b) Agua débilmente ligada o agua adsorbida en multicapas.

Sobre la capa monomolecular y una menor energía de ligazón se forma otras capas de moléculas de agua. La más alejada a los puntos activos estarán retenidas por fuerzas progresivamente más débiles. En este caso la presión de éste tipo de agua será mayor y será susceptible de ser eliminado por deshidratación y/o ser inmovilizado por la formación de cristales de hielo durante la congelación.

c) Agua capilar o agua de los capilares.

Esta es el agua que está retenida en la finísima red de espacios capilares extracelulares que se encuentran en el tejido de los alimentos de muchas especies. En estos finísimos capilares, según Kneule (1976) forma una película líquida cuyo espesor aumenta con la tensión parcial de vapor del agua. Finalmente en la base de los capilares se produce un menisco deprimido con una tensión parcial de vapor rebajada. Como consecuencia de esta disminución de presión, la atmósfera inicialmente no saturada origina una nueva cantidad de vapor. Así el mecanismo avanza a una nueva zona del capilar, su curvatura disminuye y también su tendencia a la condensación. El equilibrio se establece en cuanto la presión de vapor por encima del menisco se hace igual a la presión parcial del vapor del medio ambiente.

Según Jamieson (1974) el agua retenida en estos finos capilares tiene una presión de vapor marginalmente más baja que la del agua libre. La cantidad de disminución de la presión del vapor depende de las fuerzas de atracción capilar que, a su vez, dependen principalmente de las dimensiones de los capilares.

d) Agua libre.

Es el que se encuentra lo suficientemente alejado de la capa monomolecular como para no estar afectado por las fuerzas que ligan a la moléculas del agua con el alimento.

Algunos autores como Cheftel y Cheftel (1976) sostienen que no hay diferencia fundamental entre el agua débilmente ligada y el agua considerada libre, cuya presión de vapor es muy próxima a la del agua pura. Es interesante, entonces, resaltar que el agua débilmente ligada y el agua libre son capaces de intercambiar entre sí rápidamente.

El agua libre representa la mayor parte del agua de los alimentos frescos o elaborados (pero no deshidratado). Es importante hacer notar que esta agua, por muy libre que sea, no sale espontáneamente de los tejidos animales y vegetales, salvo que estén dañadas físicamente o modificados por agentes químicos y/o bioquímicos.

2.1 INTRODUCCION

Mecanismo de secado:

a) Velocidad de secado:

Esta definido por la pérdida de humedad del sólido húmedo en la unidad de tiempo, y más exactamente por el cociente diferencial $(-dX / d\theta)$ operando en condiciones constantes de secado, es decir con aire cuyas condiciones (temperatura, presión, humedad y velocidad) permanecen invariables con el tiempo.

Analíticamente, la velocidad de secado se refiere a la unidad de área de superficie de secado, de acuerdo con la ecuación:

$$R = \frac{L_s}{A} \left[-\frac{dX}{d\theta} \right] \quad (2.1)$$

Siendo:

L_s = peso de sólido seco;

A = área de la superficie expuesta;

R = velocidad de secado;

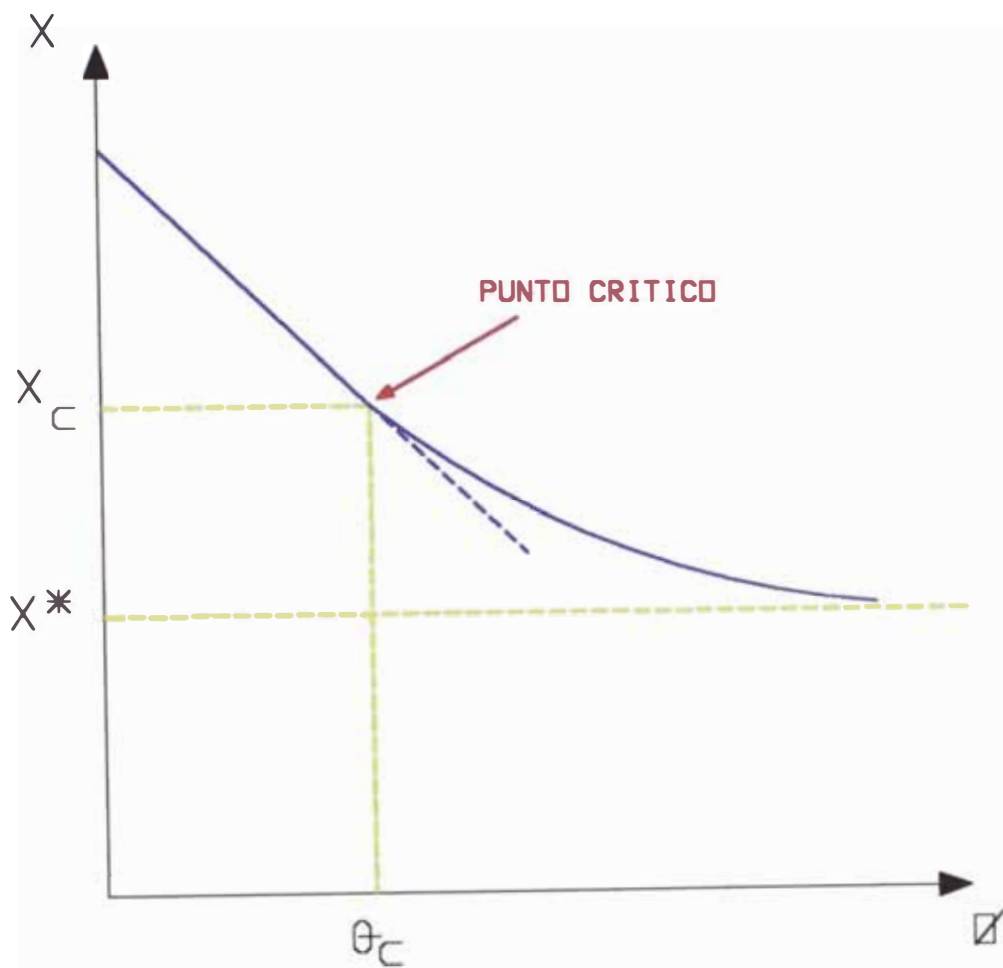
X = Contenido de humedad (base seca)

θ = tiempo de secado

b) Períodos de secado:

En las experiencias de secado, al representar la humedad del sólido frente al tiempo, operando en condiciones constantes de secado y circulando el aire sobre el objeto a secar, se obtienen curvas del tipo indicado en la Fig. 2.3; en la que puede observarse que al principio la humedad del sólido disminuye linealmente con el tiempo de secado (porción recta de la representación), o lo que es lo mismo durante este período la velocidad de secado ($-dX/d\theta$) permanece constante. Se efectúa el secado a esta velocidad constante hasta que la humedad del sólido alcanza un valor crítico, a partir del cual la velocidad de secado disminuye, anulándose cuando la humedad del sólido alcanza el valor de equilibrio con el aire en las condiciones constantes de operación, decir cuando la humedad libre es cero.

La velocidad de secado para los diferentes tipos de materiales se diferencian en dos tramos: uno corresponde a un período de velocidad constante y otro a un período de velocidad decreciente.



**Fig. 2.3 Variación de la Humedad
en el Tiempo**

El período de velocidad constante va desde la humedad inicial X_i hasta la humedad crítica X_c .

El período de velocidad decreciente se extiende desde la humedad crítica X_c hasta la humedad final del sólido X_f , cuyo valor limite es X^* (Ver Fig. 2.4).

c) Tiempo crítico de secado:

Se denomina así al tiempo de secado necesario para que la humedad del sólido descienda desde su valor inicial hasta el crítico; en la Fig. 2.3 el tiempo es el que corresponde al instante en que la curva de secado se separa del comportamiento lineal.

CALCULO DEL TIEMPO DE SECADO: DURACION DEL SECADO EN CONDICIONES CONSTANTES.

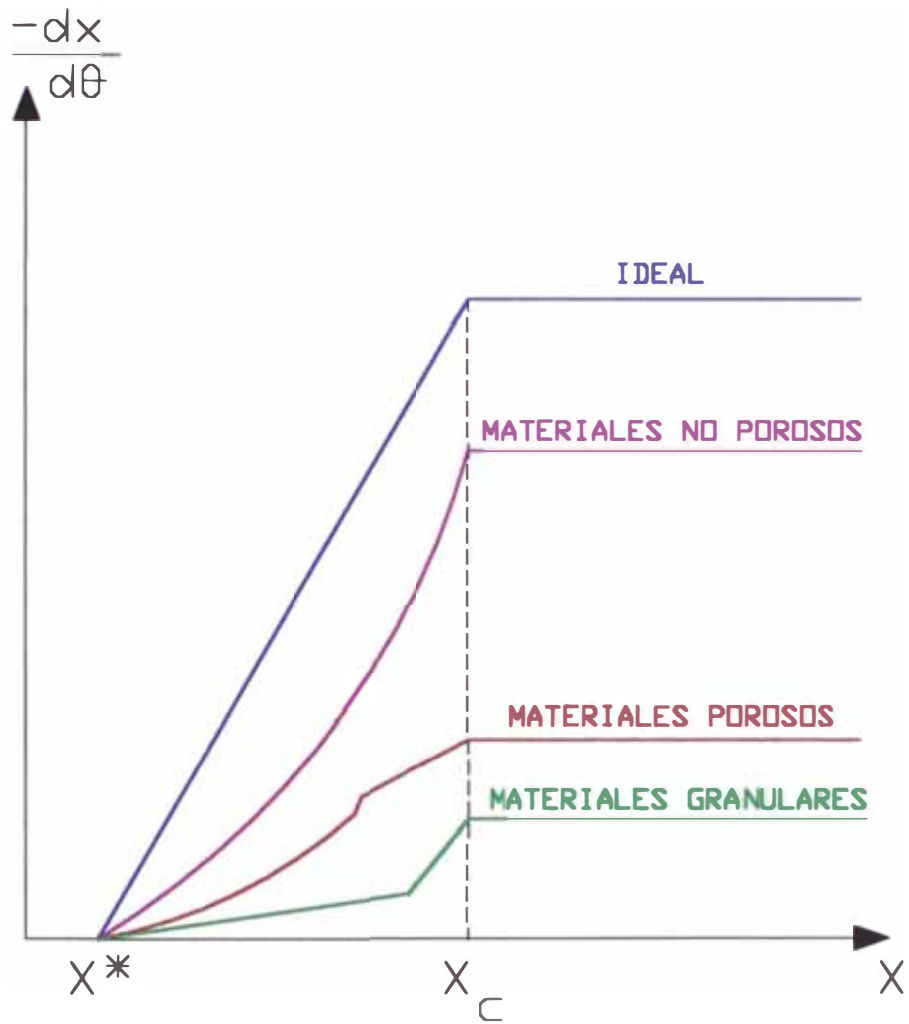
A partir de la ecuación (2.1) puede calcularse la duración del secado por integración entre la humedad inicial y final.

$$\theta = \frac{L_s}{A} \int_{X_f}^{X_i} \frac{dX}{R} \quad (2.2)$$

Para calcular esta integral es necesario conocer $R = f(x)$; y en general se distinguen dos períodos:

a) Período antecrítico: ya que en este período $R = \text{cte.}$, la integración de la ecuación (2.2) desde la humedad inicial X_i hasta la humedad crítica X_c nos lleva a:

$$\theta_a = \frac{L_s}{A} \left[\frac{X_i - X_f}{R_c} \right] \quad (2.3)$$



**Fig. 2.4 Velocidad de Secado para Diferentes
Tipos de Materiales**

b) Período Post-crítico

1. Método gráfico:

Si no se conoce la relación analítica $R = f(x)$, la integración de la ecuación (2.2) ha de hacerse gráficamente, representado X frente a $1/R$, el valor de la integral será el área limitada por la curva, el eje de las abscisas y las ordenadas extremas X_c y X_f . El área bajo la curva representa el tiempo total de secado en el período decreciente. Ver Fig. 2.5.

2. Método analítico:

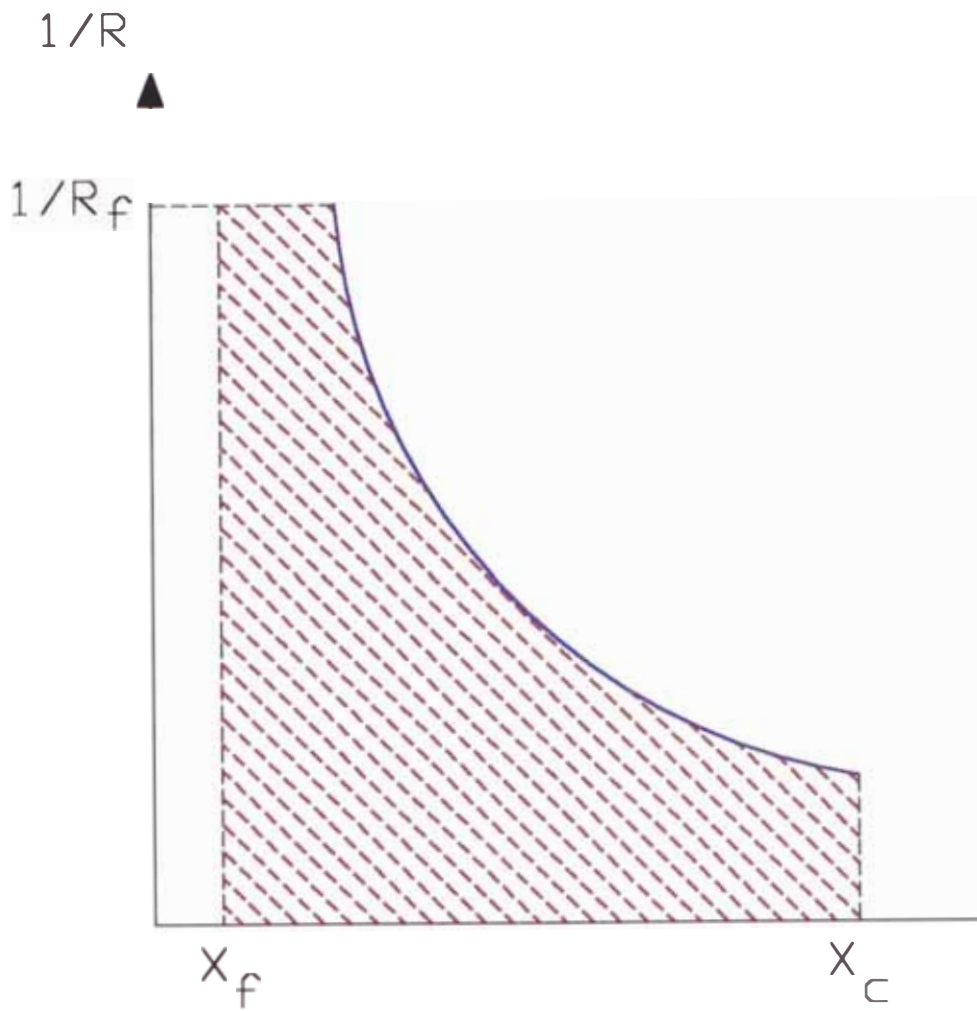
Si la velocidad de secado varía linealmente con la humedad, desde la humedad crítica hasta la final, la integración de la ecuación (2.2) conduce a la expresión:

$$\theta_p = \frac{L_s}{A} \frac{X_c - X_f}{R_c - R_f} \operatorname{Ln} \frac{R_c}{R_f} = \frac{L_s}{A} \frac{X_c - X_f}{R_{\log}} \quad (2.4)$$

Si no se conoce la forma en que varía la velocidad de secado en este período se puede obtener una expresión aproximada suponiendo que la variación es lineal desde la humedad crítica hasta la de equilibrio o admitiendo esta hipótesis se llega a la expresión siguiente:

$$\theta_p = \frac{L_s}{A} \frac{X_c - X^*}{R_c} \operatorname{Ln} \frac{X_c - X^*}{X_f - X^*} \quad (2.5)$$

En las ecuaciones (2.4) y (2.5) se supone que la humedad inicial es mayor que la crítica; en caso contrario ha de sustituirse X_c por X_i .



**Fig. 2.5 Tiempo Total de Secado en el Período
Decreciente $R = f(x)$**

CALCULO DE LA VELOCIDAD DE SECADO.

A) Período Antecrítico o Velocidad de Secado Constante

En este período la superficie del sólido está totalmente cubierta por una capa de líquido y la evaporación dependerá solamente de la velocidad de difusión del vapor o de la intensidad de paso de calor a través de la capa límite del aire. Durante este período la superficie mojada se comporta como una superficie de agua libre (el agua en la superficie ejerce una presión igual a la tensión de vapor de la superficie). La resistencia de difusión a través del sólido es igual a la velocidad de secado.

Otorgando importancia a la difusión del vapor la evaporación horaria por unidad de superficie o velocidad de secado vendrá dada por:

$$R_c = K_y (Y_i - Y) \quad (2.6)$$

Siendo:

R_c = velocidad de secado

K_y = coeficiente de transporte de materia

Y = humedad en el secado del aire

Y_i = humedad en la interfase

Atendiendo a la intensidad de paso de calor si el calor se emplea exclusivamente en evaporar la humedad la velocidad de secado estará dada por:

$$R_c = \frac{U}{\lambda_i} (t - t_i) \quad (2.7)$$

Siendo:

U = coeficiente global de transmisión de calor

λ_i = calor latente de vaporización del líquido a la temperatura t_i

t_i = temperatura en la interfase

t = temperatura en el seno del aire

Coeficiente Global de Transmisión del Calor: (U)

El valor de este coeficiente depende del mecanismo de paso de calor al cuerpo húmedo.

a) Si la transmisión de calor se efectúa solamente por convección del aire a la superficie húmeda: $U = h_c$, siendo h_c el coeficiente de convección en las condiciones de trabajo, que para la mezcla aire-agua puede calcularse a partir de las expresiones siguientes:

i) Para el flujo de aire paralelo a la superficie y valores de G comprendidas entre:

2 500 y 30 000 Kg/h.m²

$$h_c = 0,0175 G^{0,8} [Kcal / h . m^2 \text{ } ^\circ C] \quad (2.8)$$

Para el flujo de aire paralelo a una superficie lisa de longitud L , el valor medio de h_c viene dado por:

$$N_{U_m} = \frac{h_c L}{k} = 0,664 R_e^{0,5} P_r^{1/3};$$

$$R_e = \frac{v \rho L}{\mu} < 100,000 \quad (2.9)$$

y

$$Nu_m = \frac{h_c L}{K} = 0,057 Re^{0,78} Pr^{0,78};$$

$$Re > 500\ 000 \quad (2.10)$$

Con superficies rugosas, deberá tomarse para h_c un valor inferior en un 5% al calculado por esta ecuaciones.

ii) Para flujo aire perpendicular a la superficie, con valores comprendidos entre 4 000 y 20 000 Kg./m² h puede emplearse la ecuación:

$$h_c = G^{0,37} [Kcal / h \cdot m^2 \text{ } ^\circ C] \quad (2.11)$$

b) Si la transmisión del calor se efectúa por convección y radiación, el coeficiente global viene dado por:

$$U = h_c + h_r \quad (2.12)$$

En el caso particular de secadores de bandeja, a la superficie de las bandejas llega el calor de convección desde el aire, por radiación de la bandeja superior y por conducción a través del material.

Admitiendo que los coeficientes h_c y h_r son los mismos para las superficies de las bandejas y el material, se llega a la expresión:

$$U = (h_c + h_r) \left[1 + \frac{1}{1 + \frac{L}{K}(h_c + h_r)} \right] \quad (2.13)$$

Siendo:

L = espesor del material húmedo y

K = su conductividad térmica

Condiciones de Interfase.

Aunque las condiciones de interfase : $(t_i; y_i)$ permanecen constantes en este período, su valor depende del mecanismo de transmisión del calor.

a) Si el calor llega exclusivamente por convección a la superficie húmeda del ají, las condiciones de interfase son prácticamente las mismas que las de la temperatura húmeda del aire, y se deducen del diagrama psicrométrico.

Es decir, la temperatura de la superficie del sólido húmedo permanece constante en un valor sensiblemente igual a la temperatura húmeda del aire.

En realidad siempre hay transmisión de calor por radiación y conducción a la superficie mojada, y la temperatura de esa superficie será un poco mayor que la temperatura húmeda del aire (del orden de 2 °C).

b) Si la superficie húmeda recibe calor por radiación y conducción además de la convección, la temperatura de la superficie estará comprendida entre la temperatura húmeda y la temperatura de ebullición del agua o líquido a evaporar.

c) En el caso de que el calor se reciba principalmente por conducción a través del material desde un foco de temperatura elevada, el agua se separa principalmente por ebullición.

Cuando el coeficiente global de transmisión de calor corresponde realmente al paso de calor a través de la capa límite, después de igualar las ecuaciones (2.6) y (2.7) y teniendo en cuenta que para la mezcla

aire-agua: $\frac{h_c}{k_v} = C$, se reduce la expresión:

$$y_i - y = \frac{U C}{h_c \lambda_i} (t - t_i) \quad (2.14)$$

Siendo:

y_i = humedad de saturación a t_i

y = humedad en el seno de aire a t

U = coeficiente global de transmisión de calor

h_c = coeficiente de convección

λ_i = calor latente de vaporización del líquido a t_i

t_i = temperatura de interfase

t = temperatura en el seno del aire

Esta ecuación puede resolverse por tanteo de modo análogo que para el cálculo de la temperatura húmeda o la de saturación adiabática, conociendo la relación de equilibrio de saturación. Se evita el cálculo por tanteo empleando el diagrama psicrométrico; trazando por el punto $(t; y)$ una recta pendiente $- U_c / h_c \lambda_i$, su intersección con la curva de saturación dará: $(t_i; y_i)$.

B) Período Post-Crítico o de Velocidad Decreciente

En general este período puede dividirse en dos tramos: Uno en el que la velocidad de secado varía linealmente con la humedad desde el punto crítico (primer período post-crítico); y otro en el que no se cumple esta variación lineal (segundo período post-crítico), aunque puede no presentar esta separación neta entre ambos tramos.

Durante el primer período post-crítico, la velocidad de secado está regida por la evaporación del agua sobre la fracción de superficie mojada; esta fracción disminuye continuamente hasta que al final de éste período la superficie está seca. Puede calcularse la velocidad de secado en cualquier instante de este período en función de la velocidad y humedad crítica inicial y final correspondientes a este período, de acuerdo con la ecuación:

$$R = R_c \cdot \frac{X_c - X}{X_c - X_f} (R_c - R_f) \quad (2.15)$$

Durante el segundo período post-crítico la superficie está totalmente seca y la velocidad de secado ha de evaluarse atendiendo al proceso de transporte de humedad desde el interior del sólido hasta la superficie, que puede realizarse por diversos mecanismos.

Si el mecanismo de transporte se realiza por difusión (caso de los sólidos de estructura continua tales como jabones, maderas, papel, arcillas, etc.), la velocidad de secado viene dada por:

$$R = \frac{\pi^2 \gamma D}{4z} (X - X^*) \quad (2.16)$$

y el tiempo de secado entre las humedades X_1 , X_2 , será:

$$\theta_p = \frac{4z^2}{\pi^2 D} L_n \frac{X_1 - X^*}{X_2 - X^*} \quad (2.17)$$

Siendo:

γ : peso específico del sólido seco (Kg/m^3)

z : espesor (m)

D : difusividad (m^2/h)

En el caso de que el mecanismo del transporte esté controlado por el flujo capilar caso de sólidos granulares tales como arenas, pigmentos, etc., el tiempo de secado entre las humedades X_1 y X_2 vendrá dado por la ecuación (2.5) en la que se supone que la velocidad de secado varía linealmente con la humedad hasta que se alcanza el equilibrio.

Hemos de indicar que, como la velocidad de secado viene dado por la ecuación (2.1) y el cociente U / λ_i puede considerarse constante, R decrece al disminuir $(t - t_i)$.

Como suponemos que t es constante ha de aumentar t_i en este período, es decir, ha de aumentar la temperatura del sólido durante el secado en este período.

Para los sólidos de estructura capilar uniforme cuando los capilares no

son muy pequeños y la estructura no varía durante el secado, las zonas de evaporación se reducen uniformemente en el material durante el periodo post-crítico, y estas zonas permanecen con una humedad igual a la crítica y temperatura igual a la temperatura húmeda. En cualquier instante, el espesor de la capa seca "e" relacionada con la humedad X por la siguiente expresión:

$$e = d \frac{(X_c - X)}{(X_c - X^*)} \quad (2.18)$$

Cuando el secado se verifica solamente por una cara, d , representa el espesor total de la placa o bandeja húmedas, y cuando el secado tiene lugar por dos caras opuestas, d , representa la mitad del espesor de la placa húmeda.

El coeficiente global de transmisión del calor entre el aire que fluye a lo largo de la superficie de sólido y la zona de evaporación viene dada por:

$$\frac{1}{U} = \frac{1}{h_c} + \frac{X}{k} \quad (2.19)$$

y la velocidad de secado será:

$$R = \frac{U[T - T_w]}{\lambda} \quad (2.20)$$

Combinando estas 2 ecuaciones resulta:

$$R = \frac{h_c k (X_c - X^*) (T - T_w)}{k (X_c - X^*) + h_c d (X_c - X_1) \lambda} \quad (2.21)$$

y de acuerdo a esta expresión el tiempo de secado será:

$$\theta = \frac{L_s (X_c - X_f)}{A (T - T_w)} \left[\frac{1}{h_c} + \frac{z_c (X_c - X_f)}{(X_c - X_1)} \right] \quad (2.22)$$

CAPITULO III

ESTUDIO DE MERCADO

El aumento en la demanda de ají, tanto en nuestro país, como en el extranjero (EE.UU., Japón, Bolivia, etc.), se debe a cierto número de factores, incluyendo el cambio en la dieta y actitudes de las personas hacia la comida durante la década pasada con énfasis en la variedad y la nutrición; la búsqueda de alternativas de condimentos para dar nuevos sabores a las comidas suaves y para mantener el sabor, es el objetivo del proyecto, por lo tanto, viendo la disponibilidad materia prima en costo; demanda en el mercado nacional, en la actualidad el Perú cuenta con suficiente recursos naturales.

La alternativa que nosotros estamos presentando es el ahorro de tiempo usando otro tipo de secado que a la vez nos permita ampliar su industria para la fabricación de ají panca (seco y molido) y competir con otros mercados que elaboran dicho producto.

En los cuadros 3.1, 3.2, 3.3 hemos mencionado tres regiones que presentan mayor producción, superficie cosechada y rendimiento anual de ají (variedad de ají panca, amarillo, limo, rocoto, etc.); dichos cuadros muestran que se destinan grandes hectáreas de terreno para la producción, obteniéndose un buen rendimiento de ají.

En el cuadro 3.4 el cultivo de ají en la provincia de la Región Lima (Barranca, Huacho, Huaral, etc.), existe una buena producción agrícola.

CUADRO No. 3.1

Superficie cosechada Anual de Aji (variedad aji amarillo, o aji panca)

Según Región y Sub-Región

1989 - 1995

(Has)

REGIONES

AÑOS	LA LIBERTAD	LIMA	JOSE CARLOS MARIATEGUI (TACNA, PUNO, MOQUEGUA)
1989	200	865	525
1990	164	753	642
1991	240	851	697
1992	152	826	716
1993	327	1816	764
1994	350	1182	817
1995	380	888	712

Fuente: OIA'S Regionales - Subregionales

Elaboración: Ministerio de Agricultura - Oficina de Información Agraria

CUADRO No. 3.2

Producción Anual de ají (Variedad, ají amarillo, ají panca, etc.)

Según Región y Sub-Región

1989 - 1995

(TM)

REGIONES

AÑOS	LA LIBERTAD	LIMA	JOSE CARLOS MARIATEGUI (TACNA, PUNO, MOQUEGUA)
1989	464	5709	3496
1990	549	3236	4556
1991	821	3378	4327
1992	443	3241	4044
1993	1863	10677	5247
1994	1400	3965	5500
1995	1710	4757	4422

Fuente: OIA'S Regionales y Sub-regionales

Elaboración: Ministerio de Agricultura - Oficina de Información Agraria

CUADRO No. 3.3

Rendimiento Anual de Ají (variedad ají panca, amarillo, etc.)

Según Región y Sub-Región

1989 - 1995

(Kg/Ha)

REGIONES

AÑOS	LA LIBERTAD	LIMA	JOSE CARLOS MARIATEGUI (TACNA, PUNO, MOQUEGUA)
1989	2320	6600	6659
1990	3348	4297	7097
1991	3421	3969	6208
1992	2914	3924	5648
1993	5697	5879	6868
1994	4000	3354	6732
1995	4500	5357	6210

Fuente: OIA'S Regionales - Subregionales

Elaboración: Ministerio de Agricultura - Oficina de Información Agraria.

CUADRO No. 3.4

Avance de la producción de la campaña agrícola 95/96 por agencias, aduanas y sedes.

(Período Enero - Diciembre 1995)

(TM)

Cultivo	Total	Barranca	Huacho	Huaral	Lurín	Mala	Cañete
Aji	4757	2150	500	919	528	163	132

(Período Enero - Junio 1996)

(TM)

Cultivo	Total	Barranca	Huacho	Huaral	Lurín	Mala	Cañete
Aji	3965	1830	715	713	456	202	49

3.1 DEMANDA ACTUAL Y PROYECTADA DEL AJÍ PANCA SECO ENTERO

En el cuadro 3.5 el ají panca seco (con el 25% de humedad) experimenta un aumento en el ingreso de volúmenes de ají por variedad al mercado mayorista, debido a la creciente demanda que tiene en el mercado nacional.

Considerando las demandas anotadas del cuadro 3.5 tomaremos en cuenta para nuestro mercado el ají panca seco, se aplicó el método de los mínimos cuadrados, para pronosticar la demanda del producto en los subsiguientes años. Los cálculos detallados se encuentran en el anexo N°1. La ecuación resultante de la regresión lineal es: $D_i = 267,9 T_i + 857,5$; donde T_i toma los valores de 5, 6, 7, 8..... y D_i las toneladas pronosticadas. Los valores hallados en la ecuación anterior se muestran en el cuadro 3.6 y se representan en la Fig. 3.1.

En los próximos años la demanda de ají panca se incrementará a razón de 267,9 toneladas métricas anuales, el cual es alentador.

CUADRO No. 3.5

INGRESO DE VOLUMENES DE AJI POR VARIEDAD

(MERCADO MAYORISTA)

(TM)

AJI	1992	1993	1994	1995	1996 *
AJI SECO	529	6	620	278	8
AJI ESCABECHE FRESCO	8 211	9 062	9 748	10 291	4 397
AJI MONO	2		209	0	3
AJI MONTANA	60	48	50	174	54
AJI NAUCHO	6	3	42	10	0
AJI SECO PANCA	1 134	1 403	1 616	1 956	1 333
AJI ROCOTO	8 376	7 975	8 429	10 329	3 680
AJI LIMO	7	26	62	44	15
PAPRIKA			3		0
AJI MIRASOL FRESCO	6			1	
AJI MIRASOL SECO	1				
TOTAL	18332	18523	20579	23 083	9 490

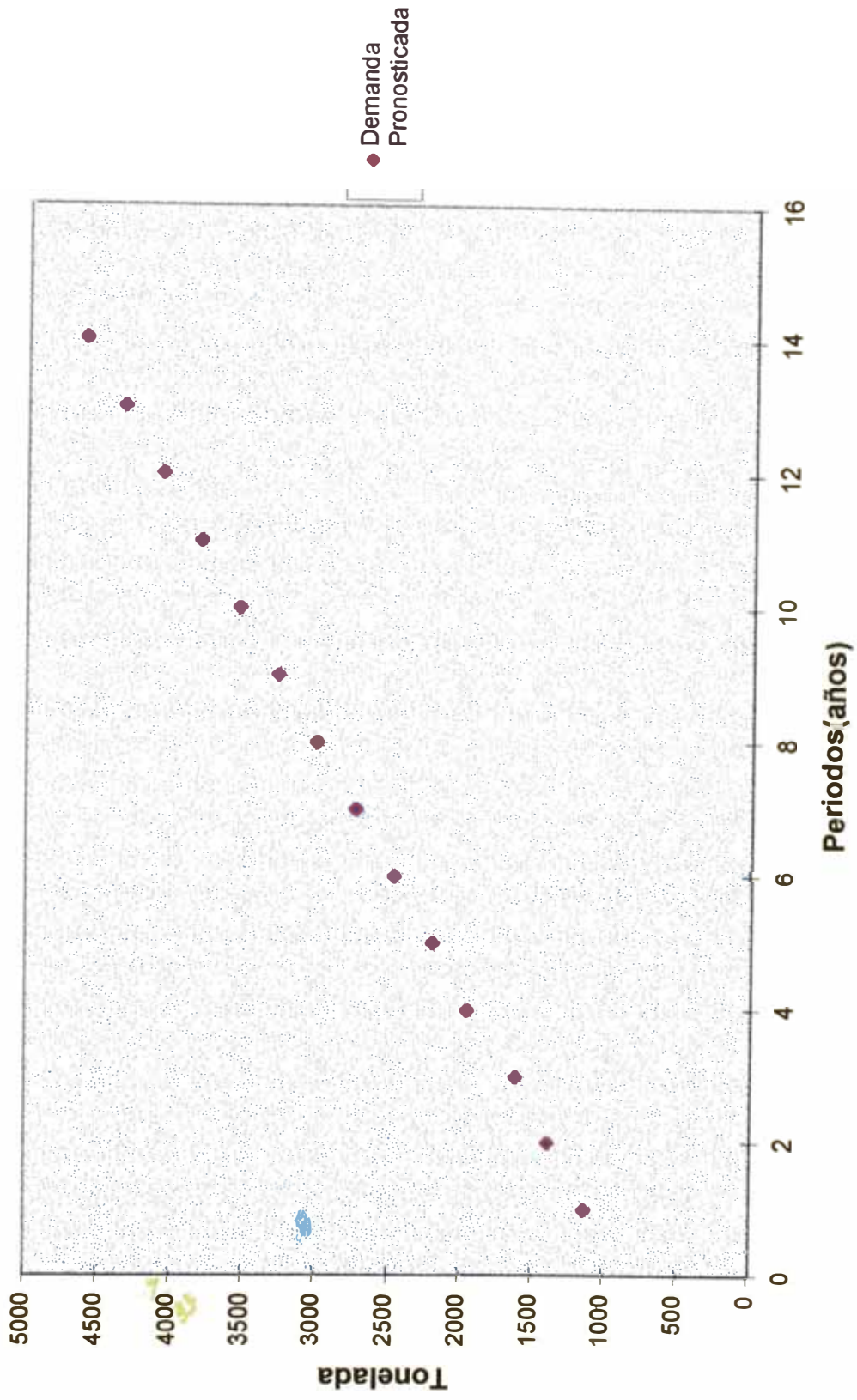
(*) Datos obtenidos de Enero a Junio de 1996.

CUADRO No. 3.6

DEMANDA PROYECTADA DEL AJI PANCA SECO ENTERO
(TM)

PERIODO	ANO	DEMANDA PROYECTADA (TM)
5	1996	2197
6	1997	2464,9
7	1998	2732,8
8	1999	3000,7
9	2000	3268,5
10	2001	3536,5
11	2002	3804,4

FIGURA 3.1
PERIODO VS DEMANDA



3.2 PRECIO ACTUAL Y PROYECTADO DEL AJÍ PANCA SECO ENTERO

Del cuadro 3.7; como podemos observar el precio del ají panca ha sufrido considerable incremento, durante el período 1992 a Mayo de 1996, es decir de 3,89 ha llegado a 8,07 nuevos soles por kilo, representando un incremento porcentual de 107,5%.

Debemos hacer notar que el precio del producto se ha incrementado cada año a excepción de 1994.

En vista que no existe información de los precios de 1997 a 2002, lo determinaremos de la siguiente manera:

En 04 años (1992 a 1996), el precio se ha incrementado en $8,07 - 3,89 = 4,18$ nuevos soles, o sea a razón de 1,05 nuevos soles anuales en promedio; de manera que en 1997 el precio será de $8,07 + 1,05 = 9,12$ nuevos soles. De continuar el mismo incremento los precios, en los próximos años se tendrá lo siguiente:

PERIODO	AÑO	PRECIO (SOLES/Kg.)
06	1997	9,12
07	1998	10,2
08	1999	11,3
09	2000	12,4
10	2001	13,5
11	2002	14,6

CUADRO No. 3.7

PRECIO DE AJI PANCA SECO EN MERCADO MAYORISTA

PRECIO (Soles/Kg.)

AÑO	MESES												PROMEDIO	MEDIA	
	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D			
1996	9,52	11	9,45	6,27	6,67									8,58	
	8,53	10	8,19	5,45	5,7	1								7,57	8,07
1995	6	7,1	7,5	7,44	7	6,12	5,5	5,5	5,5	5,5	5,5	5,22		6,16	
	5	6,4	7,08	6,9	6,21	5,33	5	5	5	5	5	4,44		5,53	5,85
1994	2,82	2,78	3,47	3,41	3,46	3,75	4	4,75	4,67	4,38	4,78	5,75		4	
	2,25	2,55	3	2,99	2,98	3,3	3,5	4	4,17	3,5	4,25	5,13		3,47	3,74
1993	6,34	6,3	6	4,95	4	4,88	5	4,21	3,45	3,5	4,02	3,58		4,69	
	5,71	5,71	5,58	4,23	3,48	3,98	4,34	3,58	2,6	3	3,52	3,06		4,07	4,38
1992	3,18	3,14	3,57	3,56	3,3	3,2	3,35	3,33	4,39	5,17	5,67	6,04		3,99	
	3,08	3,02	3,37	3,35	3,1	3	3,15	3,15	4,04	5,01	5,56	5,5		3,78	3,89

3.3 IMPORTACION DE ESPECIAS AL MERCADO NACIONAL.

Generalmente las empresas consumidoras importan mediante pedidos directos, siendo los principales abastecedores: EE.UU, Hong Kong, Alemania Federal, Corea del Sur, también de países sudamericanos, como: Brasil, Colombia, Chile; sin embargo también existen distribuidores que venden el producto a los pequeños consumidores. La totalidad de especias importadas en estos últimos años, pasa através del Aeropuerto Internacional "Jorge Chávez" y el puerto del Callao, lo que indica que la gran mayoría de consumidores se encuentran en Lima y Callao.

Las especias están consideradas en la partida arancelaria en lo siguiente:

PRODUCTO	PARTIDA ARANCELARIA
Condimentos y sazoadores	21.03.90.20.00
Canela en polvo	09.06.20.00.00
Pimienta y pimienta en polvo	09.04.12.00.00
Ajos deshidratados	07.12.90.10.00

Para el ají panca seco en polvo, no tiene una partida arancelaria pero está considerada dentro de condimentos y sazoadores.

Para el estudio hemos tenido en cuenta las importaciones de condimentos y sazoadores, pimienta, achíote de los principales países que importan dichos productos que se consignan en los cuadros No. 3.8 y 3.9.

En el cuadro No. 3.10 se hace comparaciones de diferentes especias, se

observa que en condimentos y sazónadores existe un crecimiento en forma general; debido a la gran demanda de consumidores, si estimamos que de ese total el 20% de la importación sea ají panca en polvo, estaríamos hablando de una importación promedio de 16 TM anuales.

DEMANDA ACTUAL DE AJI PANCA SECO MOLIDO

TM

ANO	DEMANDA ACTUAL
1993	14,28
1994	16,4
1995	17,36
1996	17,56
Tasa de crecimiento anual promedio	1,09

Entre 1993 a 1996 el volumen de importación experimenta un crecimiento alto llegando a 123% en 1996 respecto al año 1993, se observa que en cada año el incremento de los volúmenes de importación entre otras razones se debe al crecimiento natural de la demanda y al hecho de no encontrar sustitutos adecuados que puedan competir en el mercado.

Aplicando la tasa de incremento anual promedio se estima las demandas futuras del producto.

CUADRO No. 3.8
IMPORTACION DE CONDIMENTOS Y SAZONADORES
A NIVEL MUNDIAL (TM)

PERIODO	ANO	BRASIL	EE.UU.	COLOMBIA	CHILE	HONG KONG	PANAMA	TOTAL
01	1992	—	24,6	--	2,1	18,9	2,5	48,1
02	1993	2,48	19,6	16,5	13,7	0,002	2,46	54,74
03	1994	38,85	17,38	10,6	1,24	0,3	2,62	70,99
04	1995	18,3	26,68	15,31	3,59	0,29	6,97	71,14
05	1996	0,108	37,46	16,96	3,63	0,82	8,44	67,42

CUADRO No. 3.9
IMPORTACION DE PIMIENTOS, PIMIENTA
(TRITURADO Y PULVERIZADO)
(TM)

PERIODO	ANO	BRASIL	EE.UU.	ALEMANIA FEDERAL	CHINA	COREA DEL SUR	VENEZUELA	TOTAL
01	1992	211,47	1,35	—	—	—	3,85	216,7
02	1993	—	0,646	0,20	0,24	0,02	0,091	1,2
03	1994	—	1,98	0,012	—	0,040	0,31	2,34
04	1995	1,5	1,84	0,025	0,040	0,49	0,095	4,0
05	1996	—	1,54	0,046	—	0,001	0,570	2,2

Fuente: Sociedad Nacional de Industrias.

Partidas Arancelarias (1992 - 1996)

CUADRO No. 3.10
IMPORTACION DE ESPECIAS AL MERCADO NACIONAL
(TRITURADO Y PULVERIZADO)
(TM)

PERIODO	AÑO	CONDIMENTOS	PIMIENTA	ACHIOTE	TOTAL
		Y	Y		
		SAZONADORES	PIMENTOS		
01	1992	52,56	221,29	1,75	275,6
02	1993	65,12	2,83	3,52	71,4
03	1994	76,39	4,46	1,49	82,34
04	1995	75,75	4,64	6,41	86,8
05	1996	73,38	2,16	12,27	87,81

Fuente: Sociedad Nacional de Industrias.

Partidas Arancelarias (1992 - 1996)

**DEMANDA PROYECTADA DE AJI PANCA SECO MOLIDO
TM**

ANO	DEMANDA PRONOSTICADA
1997	18,65
1998	19,74
1999	20,83
2000	21,92
2001	23,01
2002	24,1

El ají como producto de exportación tiene gran demanda debido al crecimiento de latinos e hispanos en diferentes países del mundo mencionando a los Estados Unidos, Japón, Bolivia, España, etc.; los cuales le dan uso a los compuestos de ají en la industria, especialmente para agentes colorantes en las comidas y productos no comestibles. Siendo la Empresa Paprika Andina S.R.L., la que exporta el ají a los Estados Unidos, donde el principal distribuidor de ese país es la Empresa La Goya Ltda., la cual se muestra en los cuadros No. 3.11.

CUADRO No. 3.11
PERU: EXPORTACIONES MARITIMAS DE AJI
ENERO - MARZO 1993

PRODUCTO	DESTINO	KILO BRUTO
Aji Paprika	México	30 375
	Golfo de México	12 641
	Total	43 016
Aji amarillo en salmuera	E.U. Puerto de Atlántico	9 828
Aji rojo pickles	E.U. Puerto de Atlántico	968
Aji rojo en salmuera	E.U. Puerto de Atlántico	1 287
Ajies mixtos en botellas	Japón	800
Salsa de aji amarillo	Japón	4 400
	E.U. Puerto de Atlántico	1 807
	Total	6 207
Salsa de aji panca	E.U. Puerto de Atlántico	4 693
	Japón	3 300
	Total	7 993
Salsa de aji rojo	Japón	3 300
	E.U. Puerto de Atlántico	3 228
	Total	6 528
Total General		76 627

Fuente: Escomar

ADEX COMITE AGRO-EXPORTADOR

PERU EXPORTA /26

3.4 COMERCIALIZACION

A. Mercado Nacional.

Las cadenas de mercado a comercializar el producto el cual denominaremos: Aji Panca Seco Molido "DOÑA CARMEN", serán las grandes distribuidoras de productos perecibles en el cual el Perú cuenta solo a nivel de Lima Metropolitana con las tiendas: E. WONG (11 Tiendas a nivel nacional y 3 Hiper Mercados); SANTA ISABEL (13 Tiendas a nivel nacional); Mercado Mayorista de Lima; Distribuidoras Santa Rosa de Lima S.A.; Distribuidora Peruana de Dimasen S.A.

Las cadenas de E. WONG comercializan mensualmente 3 TM de ají panca seco entero, las Tiendas Santa Isabel 2 TM y el Mercado Mayorista 100 TM aproximadamente.

B. Mercado Internacional.

El principal mercado internacional para el ají es Bolivia, seguido EE.UU. y Japón.

En cuanto a la exportación de ají fresco y seco se puede decir que existen grandes posibilidades ya que solamente de la India, importaron Rusia, EE.UU., Checoslovaquia, Polonia.

El ají que el Perú exporta actualmente a Bolivia (seco entero), EE.UU. y Japón (como salsa de ají panca) es secado al sol, método que debe mejorarse para obtener un producto competitivo en el mercado internacional.

3.5 COMPETENCIA EN EL MERCADO

Para competir un producto en el mercado se tiene que tener en cuenta tres factores importantes: Calidad, Presentación y Precio del

producto.

Existen empresas que industrializan el ají panca seco molido.

Las empresas que ofrecen el ají panca seco en polvo son:

- a. Cuatro Estaciones S.A. (finas hierbas seleccionadas)
- b. Toña S.A.
- c. Cariño S.A.
- d. Real Sabor S.A.
- e. Specia S.R. L.

No habiendo información de los precios podemos tomar como referencia los precios de ají panca seco molido de la cadenas de Tiendas E. WONG.

EMPRESA COMERCIALIZADORA	PRECIO DE AJI PANCA MOLIDO (Soles /10 g)
Cuatro Estaciones	1,30
Toña	0,95
Cariño	1,30

Notamos que existen en dichos precios un valor agregado desde su precio de producción a su precio de venta; la innovación que se alcanza al mostrar el cuadro referencial, es que en el proceso de obtención se tiene que agregar un molino, tamiz y una envasadora dosificadora para elevar su precio en el mercado.

CAPITULO IV
DEFINICION DEL PRODUCTO

4.1 MATERIA PRIMA

4.1.1 Aspecto botánico

REINO : VEGETAL
DIVISION : ANGIOSPERMAS
CLASE : DYCOTYLEDONESE
SUBCLASE : METACHLAMYDEAE
ORDEN : TUBIFLORAE
FAMILIA : SOLANACEA
TRIBU : SOLANACEA
GENERO : CAPSICUM
SECCION : TUBOCAPSICUM (C. ANOMALUM)
PSEUDO CAPSICUM (C. BREVIFLORUM)

4.1.2 Nomenclatura de los ajies o chiles

Nombre Científico	Nombre Común	Nombre Inglés
Capsicum Annum	Pimentón, pimiento marrón, chile.	Paprika
Capsicum Frutescens	Ají panca.	Red pepper
Capsicum Rubescens	Rocoto.	
Capsicum Pendulum	Ají escabeche, mirasol	

Fuente: Indecopi (1983)

4.1.3 Aji

Nombre científico	:	Capsicum bacatumm Capsicum frutescens Capsicum chinense
Familia	:	Solanaceae
Centro de origen	:	Andino-Mexicano y Centro americano
Zona de producción:		Lima, Huaral, Barranca, Casma, Santa, Huaura, Tacna, Lambayeque, Trujillo, Virú.
Epoca de siembra	:	Primavera
Clima	:	Cálido a Templado Temperatura óptima 16 - 24 °C Baja humedad relativa favorecen al cultivo.
Ciclo de vida	:	Anual
Tamaño de planta		Altura : 0.50 a 0.80 m. Diámetro: 0.40 m.
Cultivares	:	Escabeche, Panca, Mirasol Tabasco, Mono, Arnaucho
Tipo de siembra	:	Trasplante
Parte comestible	:	Fruto
Período de cosecha:		Inicio a los 120 días del transplante
Duración	:	5 días
Momento de la cosecha	:	Fruto verde o maduro

Cantidad de semilla:	0,5 Kg. en almácigo para 1 hectárea
Semillas por gramo:	160
Suelos	: Suelos, profundos y con buen drenaje. Medianamente tolerante a la acidez y a la salinidad.
Abonamiento	: Aplicar materia orgánica a la preparación del terreno
Fertilización	: Todo el P, K y 1/3 de N a la siembra y 1/3 de N en cada uno de los siguientes meses. Dosis : 150 100 - 80
Riegos	: Ligeros y distanciados Alejar el suelo de riego del pie de planta.
Distanciamiento	: Entre surcos: 0,80 m Entre plantas: 0,50 m Una hilera de plantas por surco.

**COMPOSICION DE LAS PARTES DEL FRUTO EN
PORCENTAJE (%)**

PRODUCTO	PULPA %	PEPAS %	PEDUNCULOS %
Ají panca	82,43	15,2	4,45
Ají escabeche	89,59	8,71	1,70
Ají mirasol	93,87	4,95	1,18

4.1.4 Composición química del género Capsicum

Según el cuadro No. 4.1. Los resultados difieren uno de otros por sus diferentes contenidos de humedad, lo que dificulta su comparación.

Se sabe que los capsicum son una fuente de vitamina C y que su contenido depende de los siguientes factores : madurez del fruto, condiciones climáticas, oriundez y adaptación.

Una de las características propias de los ajíes y que no es posible evaluar es su picantéz, esto se debe a los siguientes compuestos: Capsaicina, dihidrocapsaicina, nordihidrocapsaicina, homodrihidro-capsaicina y homocapsaicina.

La fórmula y peso molecular de estos compuestos se indican a continuación en el anexo No. 2.

De todos estos compuestos el más estudiado es la Capsaicina, conocido como la Amida del ácido N-vainillilamida-7-Metil-Octen(5)-Carboxílico ó como: (1)-Vainillilamida del ácido 7-metil-Octen(5)-Carboxílico ($C_{18}H_{27}NO_3$), cuyas características son:

- Peso molecular: 305,42
- Aspecto de cristales finos brillantes casi blanco, insoluble en agua y soluble en éter, hexano, cloroformo, alcohol, acetona. (en orden decreciente respectivamente), rango de fusión : 65 - 67 °C.

CUADRO No. 4.1

COMPOSICION QUIMICA GENERO CAPSICUM	AJI VERDE	AJI AMARILLO ENTERO FRESCO	AJI COLORADO SECO (PANCA)	AJI AMARILLO SECO
CALORIAS (Cal)	46	40	270	301
COMPONENTES MAYORES (g)				
HUMEDAD	86,3*(629,92)	88,9*(800)	20*(25)	16,6*(19)
PROTEINAS	1,9(13,86)	0,9(8,10)	7(8,75)	7,3(8,7)
GRASAS	0,7(5,10)	0,6(5,40)	7,7(9,62)	6,2(7,04)
CARBOHIDRATOS	10,0(72,92)	8,8(79,27)	61,8(77,25)	64,8(77,7)
FIBRAS	2,4(17,51)	2,4(21,62)	22,3(27,8)	23,1(27,7)
CENIZAS	1,1(8,03)	0,7(6,3)	6,5(8,1)	5,0(5,99)
MINERALES (mg)				
CALCIO	16	31	141	122
FOSFORO	48	21	209	166
HIERRO	2,2	0,9	4,9	8,2
VITAMINAS (mg)				
CAROTENO (Vit. A)	1,66	2,89	28,62	6,4
TIAMINA (Vit. B1)	0,04	0,06	0,14	0,12
RIBOFLAMINA (Vit. B2)	0,08	0,58	1,78	1,48
NIACINA	1,56	1,25	3,55	4,15
ACIDO ASCORB. REDUCIDO (Vit. C)	57,8(421,9)	60,0(540,5)	45,0(56,25)	6,0(7,19)
PH	4,7	4,6	4,8	4,9

- Composición de ají (por 100g parte comestible)

* () Cálculo realizados para 100 g. de materia seca

Fuente: "Composición de los Alimentos Peruanos"

Facultad de Agronomía - Sección "Huerta"

Universidad Nacional Agraria - La Molina

4.1.5 Usos

AJI: Como condimento se le emplea en la elaboración del polvo de curry en la mezcla con la curcuma, culantro y otras especies.

En Japón desde época ancestrales se le ha utilizado para aliviar casos de Hemorroides, diarreas, dolores de cabeza, resfriados y otras indisposiciones.

A nivel industrial se le emplea en la fabricación de Oleorresinas, producto ampliamente difundido en la industria alimentaria.

Los frutos del Capsicum contiene una pequeña cantidad de aceite esencial, al cual deben su olor, también contiene pigmentos y un alcaloide "La capsicina".

Ají es el Capsicum picante.

El ají en forma de extracto alcohólico por su contenido de Capsicum. Interviene en la fabricación de bebidas gaseosas para darle un sabor ardiente o picante que necesitan algunas de ellas.

El ají en forma de Oleorresina Capsicum es empleado en la industria como sazonador.

4.1.6 Aplicación del ají deshidratado

El ají en nuestro país es utilizado principalmente en estado fresco y los excedentes son secados bajo sombra y utilizados como ají seco: entero ó en polvo.

Este producto, puede utilizarse en salsas y pastas con otros ingredientes.

Como: Conservador
 Colorante
 Sazonador de embutidos

El ají es un estimulante digestivo utilizado contra la dispepsia es decir facilita la digestión normal de los alimentos.

Ají es el capsicum picante, la tintura y esencia del Capsicum son usados para aumentar la picantéz (pungencia) del tabaco para mascar y fumar ó para bebidas alcohólicas para darle un sabor ardiente o picante que necesitan algunas de ellas.

Las semillas son usados como sazonador, para proporcionar aroma y sabor a las comidas ó para la extracción de aceites que pueden ser utilizados directamente en la alimentación o en la fabricación de jabones.

Una mezcla de cal, capsicum y sencilla de cebadilla es usada como insecticida contra el Dysdercus y que con la adición de arseniatos puede ampliarse el rango de letalidad del insecticida.

El extracto de ají es utilizado como colorante de quesos y mantequillas.

La Capsicina tiene un efecto estimulante y puede ser usado tanto internamente como externamente. Cuando es tomado internamente, generalmente es ingerido en la forma de tintura y actúa como carminativo aliviando la flatulencia gástrica. Externamente es aplicado en forma de tintura, unguento y/o emplasto, impregnado en algodón, actuando como una frotación, dando alivio al reumatismo, lumbago y neuralgias.

La circulación es incrementada y el metabolismo estimulado.

Exteriormente es aplicado en la forma de unguento y/o emplasto. Unguento, pasta, crema, emulsiones, para los siguientes tratamientos: Artritis crónica, reumatismo crónico, golpes, torceduras, etc.

Su toxicidad es relativamente baja, excepto par lesiones locales en que puede ser severo si la dosis terapéutica se excede y/o la administración es prolongada. En concentraciones de 0,5% de capsaicina, afecta al nervio.

Experimentos clínicos han demostrado que la capsicina puede inhibir el crecimiento de tumores en ratones. Ver cuadro No. 4.2.

4.2 PRODUCCIÓN NACIONAL DE AJÍ PANCA

En el Perú las regiones de Lima, La Libertad y José Carlos Mariátegui son de mayor producción de ají. Siendo la Región de Lima la que presenta el 49% de la producción total, mientras que la Región La Libertad el 25% durante el período 1992 a 1995.

Del cuadro No. 4.3, estimaremos la producción de ají panca frescos de las regiones antes mencionadas. Para la obtención de dichos valores se ha tenido en cuenta que el ají seco entero que ingresa al mercado mayorista contiene entre 20 a 30% de humedad, promediando los estimaremos al 25%, de ahí lo determinaremos como fresco al 87,5%. Y se observa que la Región Lima es la que presenta mayor producción comparada con la Región La Libertad. Ver cuadro No. 4.4.

CUADRO No. 4.3

INGRESO DE VOLUMENES DE AJI PANCA POR PROCEDENCIA (MERCADO MAYORISTA) (T. M)

AJI PANCA SECO	1 992	1 993	1 994	1 995	1 996*
CASMA	215	319	158	522	645
CARHUAZ					1
SANTA	9	37	20	21	51
YUNGAY				8	
ANTONIO RAYMONDY					2
HUARMEY	3	90	17	14	28
AREQUIPA		13	18	2	
HUAMANGA			6		
CALLAO		1	6		1
ISLAY				1	
HUANCAYO			6		2
JAUJA			11		
CHANCHAMAYO		6	3		
ICA		2		10	2
NAZCA				4	
PISCO				5	
SATIPO				1	
CONCEPCION	1				
TRUJILLO	6	17	18	23	72
ASCOPE		1			
CHICLAYO	12	26	38	29	
LAMBAYEQUE	10	58	14	25	10
FERREÑAFE		2			
LIMA	107	115	205	83	27
CANTA					
CHINCHA		6			
CAÑETE	5	2	3	9	3
CHANCAY	59	94	86	81	49
HUAROCHIRI		5			
HUARAL	69	77	85	67	29
BARRANCA	609	530	860	971	352
OXAPAMPA	17		7	12	7
MORROPON					2
PASCO	9				
PIURA			10	1	
SULLANA			1	3	
TACNA				1	
DEPOSITO	1		41	16	9
SIN ESPECIFICAR				47	3
TOTAL	1 134	1 403	1 616	1 956	1 333

* Datos Obtenidos de Enero a Junio de 1996.

CUADRO No. 4.4
PRODUCCION DE AJI PANCA FRESCO EN LA
REGION LIMA Y LA LIBERTAD
(TM)

PERIODO	ANO	LIMA	LA LIBERTAD	TOTAL
		PRODUCCION	PRODUCCION	
01	1992	4975,4	1365	6340,4
02	1993	4858	2713	7571
03	1994	7260	1248	8508
04	1995	7096	3446	10,542

4.3 MATERIA PRIMA DISPONIBLE

La planta a diseñar, estará ubicada cerca a la materia prima disponible, y eso estará en base a la producción anual de ají panca. Hay dos razones importantes el porque de dicha ubicación: La primera sería porque la materia prima tiene un alto contenido de humedad en comparación al producto final, y la segunda es de orden tecnológico; los frutos de ají se deben usar frescos, porque las pérdidas durante el secado son variables y dependen principalmente del estado del ají al momento de cosecharlo y de la rapidéz del secado, además para que los carotenos responsables del color de ají panca no sufran algunas transformaciones.

Estas razones nos obliga a ubicar la planta entre las regiones de mayor producción de ají panca en el Perú.

En la Región Lima, dos son los valles caracterizados, por su alta producción de ají panca fresco a saber: Barranca y Huaral; ésta afirmación queda confirmada por las estadísticas mostradas en las secciones de este mismo capítulo.

CUADRO No. 4.5
DISPONIBILIDAD DE LA MATERIA PRIMA
AJI PANCA FRESCO
(TM)

PERIODO	AÑO	BARRANCA	HUARAL	TOTAL
		PRODUCCION	PRODUCCION	
01	1992	3568,7	404,3	3973
02	1993	3105,8	451,2	3557
03	1994	5039,6	498,1	5537,7
04	1995	5690,1	392,6	6082,7
Tasa de Crecimiento		1015	66	1081

De la disponibilidad de materia prima (Cuadro No. 4.5), en cuanto a ají panca fresco se observa la mayor producción el Valle de Barranca.

La disponibilidad de materia prima, para el futuro, se estima en base a las tasas de crecimiento anual promedio. Al observar, la

disponibilidad de materia prima, para el futuro, se concluye que, existe gran diferencia en volumen disponible en ambos valles. Ver cuadro No. 4.6.

CUADRO No. 4.6

DISPONIBILIDAD DE LA MATERIA PRIMA EN EL FUTURO (TM)

PERIODO	ANO	BARRANCA	HUARAL	TOTAL
01	1996	6705	459	7164
02	1997	7720	525	8245
03	1998	8735	591	9326
04	1999	9750	658	10408
05	2000	10765	724	11489
06	2001	11780	790	12570
07	2002	12795	856	13651

4.4 PRECIO ACTUAL Y PROYECTADO DE LA MATERIA PRIMA

No habiendo información del precio de venta del ají panca fresco en la zona de producción, debido a que el ají se comercializa seco (20 a 30% humedad); estimaremos el precio comparando con el ají amarillo fresco. Ver cuadro No. 4.7.

CUADRO No. 4.7

PRECIO DE AJI PANCA FRESCO EN MERCADO MAYORISTA

PRECIO (\$ / Kg.)

AÑO	MESES												PROMEDIO	MEDIA	
	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D			
1996	0,91	0,98	0,75	0,64	0,78									0,81	
	0,77	0,80	0,62	0,53	0,67									0,68	0,75
1995	0,72	0,70	1,03	1,20	1,41	1,00	1,66	1,84	1,24	0,84	0,81	0,81	0,81	1,1	
	0,58	0,50	0,90	1,06	1,21	0,82	1,52	1,67	1,08	0,70	0,68	0,68	0,68	0,9	1,04
1994	0,43	0,53	0,64	1,02	1,38	1,67	1,01	0,61	0,73	1,67	2,03	0,70	0,70	1,04	
	0,32	0,39	0,50	0,92	1,22	1,50	0,87	0,51	0,66	1,56	1,87	0,59	0,59	0,91	0,98
1993		0,83	0,50	0,50	0,95	0,90	0,97	0,60	1,20	1,20	1,80	1,35	1,35	0,98	
		0,70	0,41	0,34	0,80	0,75	0,83	0,40	1,00	1,00	1,50	1,15	1,15	0,82	0,9
												Tasa de Crecimiento Anual Promedio		0,07	

El precio de la materia prima aumenta progresivamente en el período 1993 a 1995, aplicando las respectivas tasas de crecimiento anual promedio se estima los precios en el futuro. Ver cuadro No. 4.8.

CUADRO No. 4.8

**PRECIO PROYECTADO DE LA MATERIA PRIMA
(\$ / Kg.)**

PERIODO	AÑO	PRECIOS DE LA MATERIA PRIMA
01	1996	0,82
02	1997	0,89
03	1998	0,96
04	1999	1,03
05	2000	1,1
06	2001	1,17
07	2002	1,24

4.5 CANTIDAD DE AJI PANCA SECO MOLIDO POSIBLE A PRODUCIR

Finalmente podemos calcular la cantidad de ají panca posible a producir en el futuro, los cálculos se realizarán de acuerdo a la materia prima disponible y los datos de las composiciones del ají ya señalados en los capítulos anteriores. La cantidad a producir estará de acuerdo a la demanda de consumidores del mercado nacional e internacional.

CAPITULO V

TAMANO Y LOCALIZACION DE LA PLANTA

5.1 TAMAÑO DE LA PLANTA

El tamaño de la planta, está referido a la capacidad de producción, durante un período de funcionamiento.

Como cualquier otro aspecto del proyecto, la solución óptima será, aquella que permita el resultado económico más favorable.

Dentro de las soluciones recíprocas generales, existen algunas que revisten especial interés. En primer lugar está la relación: tamaño-mercado, en cuyo análisis influye el dinamismo de la demanda, se podría justificar ahora una instalación en exceso de capacidad, aún cuando funcionará con mayores gastos, por algún tiempo, debido a las menores utilidades y pérdidas de los primeros momentos, podrá más que equilibrarse en el futuro, por el menor costo resultante de la mayor escala productora. Evidentemente sólo se justifica tal alternativa, si se tratara de una industria, difícil de ser dividido en unidades parciales pequeñas.

El segundo término se encuentra, la relación tamaño - costo de producción, conocida también como economía de escala, como los costos de producción incluido los fletes, hasta el lugar de uso, será función también de la localización, considerando la influencia de la distribución geográfica de la demanda, se puede apreciar la vinculación entre el tamaño de planta y la localización

El tercer término se encuentra la relación tamaño-tecnología, las

características tecnológicas de producción de ají panca seco molido a base de ají panca fresco, son tales que limita el tamaño a unos mínimos de producción ya que la producción varía de acuerdo a la oferta y demanda. Para ampliar el tamaño se necesita sólo aumentar el número de secadores o diseñar otro escalando de acuerdo al prototipo, y su instalación dentro de ciertos límites, no trae consigo inversiones mayores en equipos auxiliares.

Finalmente como cuarta relación tamaño-recursos productivos:

- Disponibilidad de la materia prima
- Disponibilidad y calificación de mano de obra
- Disponibilidad de otros materiales y suministros

Los suministros más importantes para el proyecto son:

- Electricidad y Agua

5.2 DETERMINACION DEL TAMAÑO DE LA PLANTA

Teniendo en cuenta, las relaciones señaladas anteriormente permiten tener una idea de la medida en que están ligadas las cuestiones de mercado, disponibilidad de recursos y la tecnología. La magnitud del mercado muestra la primera orientación en cuanto a la disponibilidad de recursos; el cual no es un factor limitante del proyecto, debido a la abundancia de los mismos; y en cuanto a la rentabilidad se puede decir, que no es impositiva por cuanto nos condiciona a un importante factor tecnológico, teniendo presente todas las consideraciones anteriores, se admite una capacidad inicial instalada de 300 TM anuales de ají panca fresco, el cual se procesará 36 TM con el cual coparemos el mercado hasta el año 2000.

5.3 LOCALIZACION DE LA PLANTA

5.3.1 Factores a considerar

Para determinar la ubicación de la planta deshidratadora de ají panca, se requiere un análisis de los siguientes factores:

A) MATERIA PRIMA

La localización de la planta deberá estar orientada hacia donde exista la mayor producción de la materia prima disponible.

La materia prima se produce en gran escala en las siguientes regiones y sub-regiones según muestra cuadro No. 4.3, 4.4 y 4.5.

- Región Lima (hacia el Norte)
- Región José Carlos Mariátegui (Tacna, Puno y Moquegua)
- Región La Libertad

Existiendo la mayor producción según las estadísticas del Ministerio de Agricultura: en la Región Lima en los Valles de Barranca y Huaral.

Como se puede apreciar en la sección IV, el volumen de producción presente y futuro en las regiones Lima y José Carlos Mariátegui tienen semejanza.

Comparando los precios tal como se observa en el cuadro No. 4.7 para el presente, y en cuadro No. 4.6 de producción para el futuro, estos marcan diferencias considerables.

La calidad de los frutos de ají en ambas regiones presentan cualidades y calidad necesarias para la obtención del ají panca en polvo.

El almacén de la materia prima debe estar cerca al punto inicial del proceso.

De lo señalado anteriormente, el estudio del factor materia prima, para la obtención de un kilo de ají panca deshidratado.

PRECIO DEL AJI PANCA SECO

CIUDAD	Soles/Kg.
Huaral	6,0
Huacho	5,50
Barranca	3,50

B) MERCADO

Según el estudio de la materia prima la mayor producción se genera en la región Lima.

Por lo que nosotros localizaremos la planta en dicha región, con la excepción que en el futuro se pueda instalar otra planta en la región José Carlos Mariátegui.

Decidimos la región Lima porque existe la mayor comercialización y consumo, tanto casero como industrial.

Según el cuadro No. 3.4 y 3.5, los valles de Barranca, Huaral y Huacho ofrecen la mayor producción de ají panca.

C) TRANSPORTE

El transporte es un factor importante en la rentabilidad de la empresa, debido al alto costo adquirido, en estos últimos años.

El costo de transporte estará dado, fundamentalmente por el transporte de ají panca.

Bajo estas condiciones la planta de proceso deberá instalarse en un lugar que cuente con facilidades en el transporte y deberá pensarse en la producción presente y futura, o instalarse cerca de la zona de producción por las siguientes ventajas:

- Permite la recolección en su madurez óptima
- Permite minimizar daños del producto por manipuleo excesivo.
- Disminuye costos de transporte y riesgos de retraso de la llegada de la materia prima a la planta.

El precio que se paga por transportar cada tonelada métrica de ají doña "CARMEN" para su comercialización a las grandes distribuidoras será:

PRECIO DE TRANSPORTE

CIUDAD	Soles/TM
Huaral	35
Huacho	40
Barranca	45

D) MANO DE OBRA

En la Región Lima cuentan con personal no calificado y semicalificado, así como con mano de obra calificada y con profesionales, puesto que se encuentran cerca a centros superiores de educación técnica y universitaria.

Un aspecto importante en la mano de obra es su costo, así tenemos que en Huaral, Huacho y Barranca el sueldo mensual es de: S/. 300.00

E) CONSIDERACIONES LEGALES

Actualmente, existe incentivos tributarios para fábricas instalados a 100 Km. por la carretera Norte y al Sur desde la Plaza de Armas de Lima y a 67 Km. del Este como mínimo.

Este incentivo consiste, para industrias de tercera prioridad y no prioritarias, tal es el caso del ají panca en polvo.

F) ENERGIA

En las ciudades de Huaral, Huacho y Barranca existe en la actualidad suficiente energía eléctrica para la industria.

G) COSTO DEL AREA DEL TERRENO

Es el precio que se paga por cada metro cuadrado de terreno de la planta a instalar.

CIUDAD	Dólares/m²
Huaral	2,0
Huacho	1,8
Barranca	1,5

H) SISTEMAS DE COMUNICACION

En la actualidad todas las zonas de Huaral, Huacho y Barranca, existen una comunicación fluida (teléfono, telefax, ...); y es también un factor a considerar para buscar su comercialización.

I) AGUA

Existe suministro de agua en la Región Lima; y en caso de cualquier percance se abastecerá de un tanque de almacenamiento.

5.4 DETERMINACION DE LA LOCALIDAD SEDE.

Se determinará la localización de la planta por el método de puntajes ponderados:

- **Peso:** Es el valor que se establece para cada uno de los factores de acuerdo a su importancia.



- **Puntaje:** Es el valor que se le asigna a cada uno de los factores respecto a los posibles lugares de localización.

- | | |
|----|------------|
| 1: | Malo |
| 2: | Deficiente |
| 3: | Regular |
| 4: | Bueno |
| 5: | Muy bueno |

CUADRO No. 5.1

**EVALUACION PARA LA LOCALIZACION DE LA PLANTA
POR EL METODO DE PUNTAJES PONDERADOS**

FACTORES	PESO	HUARAL		HUACHO		BARRANCA	
Costo de Transporte	9	45	5	36	4	36	4
Costo de Materia Prima	10	30	3	30	3	50	5
Area de Terreno	8	16	2	24	3	32	4
Demanda del Producto	8	24	3	24	3	40	5
Mano de Obra	6	18	3	18	3	18	3
Sistema de Comunicación	6	12	2	12	2	12	2
Agua (suministro)	6	12	2	12	2	12	2
Energía	8	32	4	32	4	32	4
TOTAL		189		188		232	

Del análisis mostrado en el cuadro No. 5.1 se concluye que la planta se localizará donde de halla obtenido el mayor puntaje ponderado, en el cual resulta más ventajoso localizar la planta de ají en el Valle de Barranca.

Toda planta agro-industrial es más recomendable localizarlo donde existe producción de materia prima, lo cual minimizará los costos del producto y se obtendrá mayor rentabilidad.

5.5 CARACTERISTICA DE LA PLANTA:

Disposición de la planta. Se aprecia la Fig. No. 5.1, donde se nota zonas que ocupan un total de 1200 m².

A. ZONA DE ALMACENAMIENTO. Area: 350 m²

- 01. Almacenamiento de materia prima: Aji Panca
- 09. Almacenamiento de Insumos: Alcohol, Dodigen L., etc.
- 07. Almacenamiento de Aji deshidratado en polvo.

B. ZONA DE OPERACION DEL PROCESO. Area: 250 m²

- 02. Lavado
- 03. Cortado y despepado
- 04. Secador tipo túnel por aire caliente
- 05. Molienda
- 06. Envasado

C. ZONA DE OFICINAS ADMINISTRATIVAS. Area: 200 m²

- 09. Gerencia General, departamentos: abastecimientos y ventas, producción, contabilidad, relaciones industriales, portería, servicios higiénicos para empleados.

- 08. Laboratorio

D. ZONA LIBRE Y SERVICIOS. Area: 400 m²

- 10. Casilleros para obreros
- 11. Servicios higiénicos para obreros
- 12. Parqueo para carros
- 13. Parqueo para camiones
- 14. Area libre.

PLANO DE DISPOSICION DE PLANTA

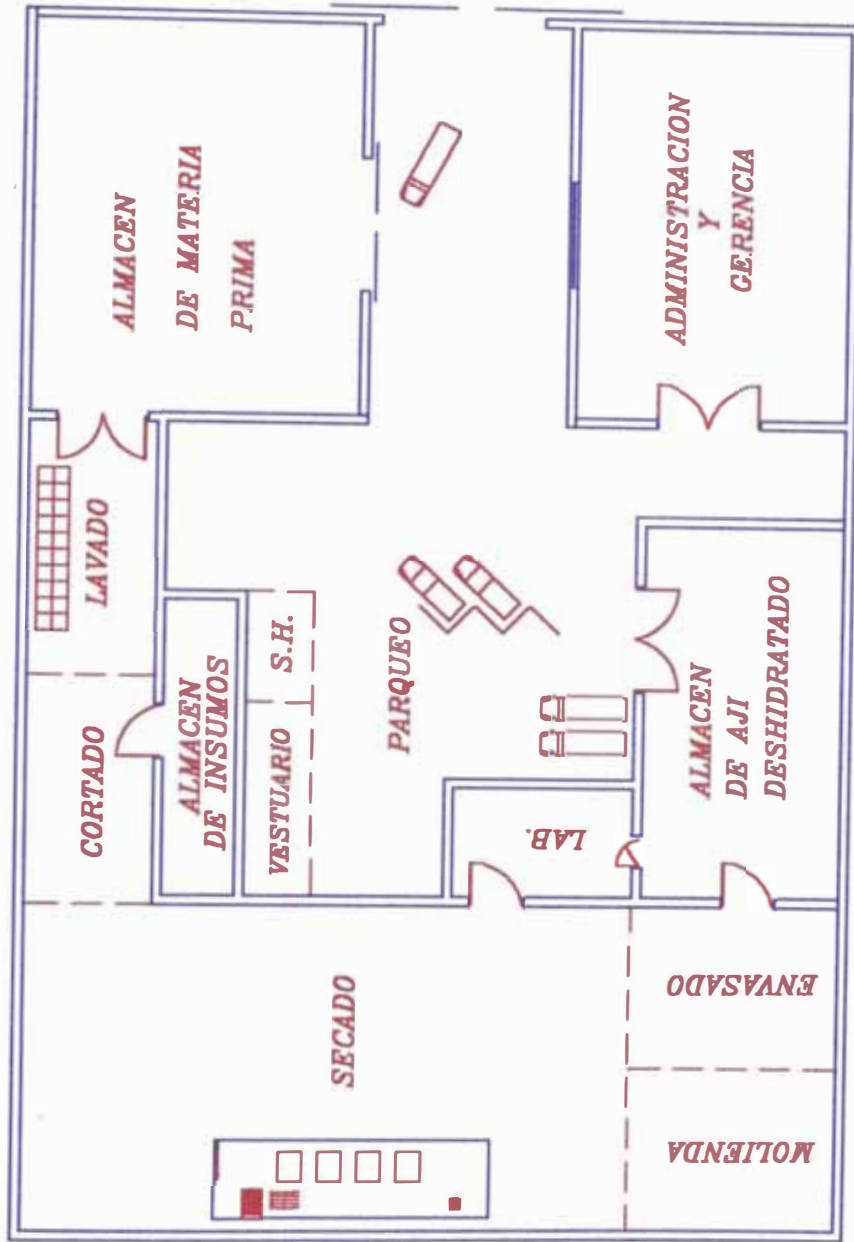


Fig. 5.1

CAPITULO VI

INGENIERIA DEL PROYECTO

6.1 SELECCION DEL TIPO DE SECADOR ADECUADO PARA LA DESHIDRATACION DEL AJÍ PANCA

Tipos de secadores a estudiar:

A. Secador Solar

Visto como un simple proceso de extracción de agua de un material sólido o casi sólido, se ha practicado desde mucho tiempo atras y prácticamente bajo una sola modalidad que puede catalogarse como un método: "Exposición directa al sol o al ambiente" que, inclusive, actualmente es muy utilizado (secado de carnes, granos, tubérculos, madera, cartón, minerales, etc.) en todo el mundo, existiendo también técnicas de secado que hacen uso de equipos e instalaciones diseñadas especialmente para tal fin, haciendo uso de diversas fuentes de energía que en todos los casos son del tipo convencional y en algunas otras de la energía solar mediante instalaciones adecuadas convenientemente para acelerar el secado por exposición directa.

Vemos pues entonces que el uso de la energía solar como fuente o medio para secar materiales en general y alimentos en particular no es novedoso, pero hay que remarcar claramente que dicha utilización no está sistematizada, dado que no se usan equipos y/o instalaciones que colecten adecuadamente el calor portado por la radiación solar para usarlo, mediante aire calentado por él, en el

secado de materiales. Hace tan solo algunos años que se viene experimentando equipos de secado solar aplicados a algunas frutas como plátano, melocotón, lúcuma, pero aún no puede hablarse del uso de ellas en tal escala que pueda considerarse productiva.

B. Secador de Tambor (o Rodillos)

Estos secadores dan vuelta en forma de cilindros horizontales calentados con vapor en su interior. El lodo que se va a secar se extiende sobre la superficie exterior del secador pegándose a él, mientras que el tambor da vuelta, secándose paulatinamente.

Se pueden secar pastas y lodos en forma continua siempre y cuando el producto seco no sea lo suficientemente duro como para la superficie del tambor.

Los factores que afectan la velocidad de secado y contenido final en humedad de un producto particular en un secador de tambor son: la velocidad de rotación del tambor (que regula el tiempo de permanencia), presión del vapor de agua o temperatura del medio de calefacción, y espesor de la película. Este último parámetro está determinado por el mecanismo de alimentación que se utilice y el contenido en sólidos, propiedades reológicas y tensión superficial del producto inicial.

El secador de tambor se emplea para secar gran variedad de fluidos y suspensiones. Este tipo de secador es muy adecuado para productos sensible al calor, puesto que el tiempo de permanencia de la películas finas en la zona caliente es relativamente corto. Como el secado

tiene lugar en forma de finas láminas, el producto seco tiene aspecto de escamas, lo que en muchos casos mejora su apariencia para la venta. En la industria de los alimentos, el secador de tambor puede trabajar a la presión atmosférica o pueden estar totalmente cerrados para operar en vacío cuando interese la recuperación del disolvente.

Los secadores de tambor se han aplicado al secado de leche, sopa deshidratada, alimentos infantiles, papilla y muchos otros alimentos.

C. La Liofilización

Es un método de secado moderno y sofisticado. Consiste en el ingreso de la materia a una cabina y se congela, luego se lleva al vacío (presión baja: 1 mR.), generando sublimación del hielo y eliminación del vapor. El producto final mantiene sus propiedades organolépticas intactas. El contenido de humedad máxima es de 2%, manteniendo, así el color, sabor y aroma: de calidad aceptable.

El lapso de almacenamiento es por un período de tres años o más, manteniendo las condiciones óptimas de temperatura (12°C) y humedad relativa (30%). Es importante los sólidos totales de la materia prima, para que no incremente gastos en insumos, y ahorro en el tiempo del proceso de liofilización.

Este método es útil, para la preservación de productos aromáticos y medicinales, por períodos extensos de almacenamiento.

La liofilización es utilizada para todas las especies vegetales, frutales, tubérculos: así como también de especies marinas como los mariscos en

general. Por esta razón la importancia radica en preservar los alimentos intactos el 100% de su condición natural. La liofilización se distingue de otras formas de secado por la presencia de agua congelada dentro de la sustancia y por las temperaturas relativamente bajas durante el secado.

D. Secador Dieléctrico

No han encontrado hasta ahora un campo muy amplio de aplicación. Su característica fundamental de generación de calor dentro de los sólidos revela potencialidades para desecar objetos geométricos masivos, como madera, diferentes formas de hule espuma y objetos de cerámica.

E. Secado por Atomización (aspersión)

Este tipo de secadores se ha diseñado para procesar lodos y soluciones para velocidades de producción relativamente altas. El producto se obtiene en forma de pequeñas esferitas que son razonablemente uniformes de tamaño, y relativamente libres de polvo.

El secado mediante aspersion es más aconsejable en la producción de leche en polvo, café, jabones, detergentes, e infinidad de productos de uso doméstico.

El secador por aspersion consta de una cámara cilíndrica grande, casi siempre vertical, en la cual el material que se va a desecar se atomiza en forma de pequeñas gotitas y dentro de la cual se alimenta un gran volumen de gas caliente que basta para abastecer el calor necesario para completar la evaporación del líquido. La transmisión de calor y la transferencia de masa se logran mediante el contacto directo del gas

caliente con las gotitas dispersadas. Después de concluir la desecación, el gas enfriado y los sólidos se separan. Esto se logra de un modo parcial en la base de la cámara de desecación, clasificando y separando las partículas secas de mayor tamaño.

Las partículas finas se separan del gas en ciclones externos o recolectores de bolsa.

6.2 COMPARACION DE LAS DIVERSAS POSIBILIDADES DE LOS PROCESOS

En la Fig. 6.1 y 6.2 mostraremos la clasificación de secadores por escala de producción y por el método de operación. Teniendo en cuenta dichas tablas y la selección de tipos de secadores podemos clasificar para este proyecto un proceso a pequeña escala discontinuo por convección en bandeja; por lo tanto el secador adecuado para la obtención de ají panca seco es el secador por túnel de aire caliente.

6.2.1 Ventajas y Desventajas de los Diferentes Tipos de Secadores.

Ver Cuadro No. 6.a

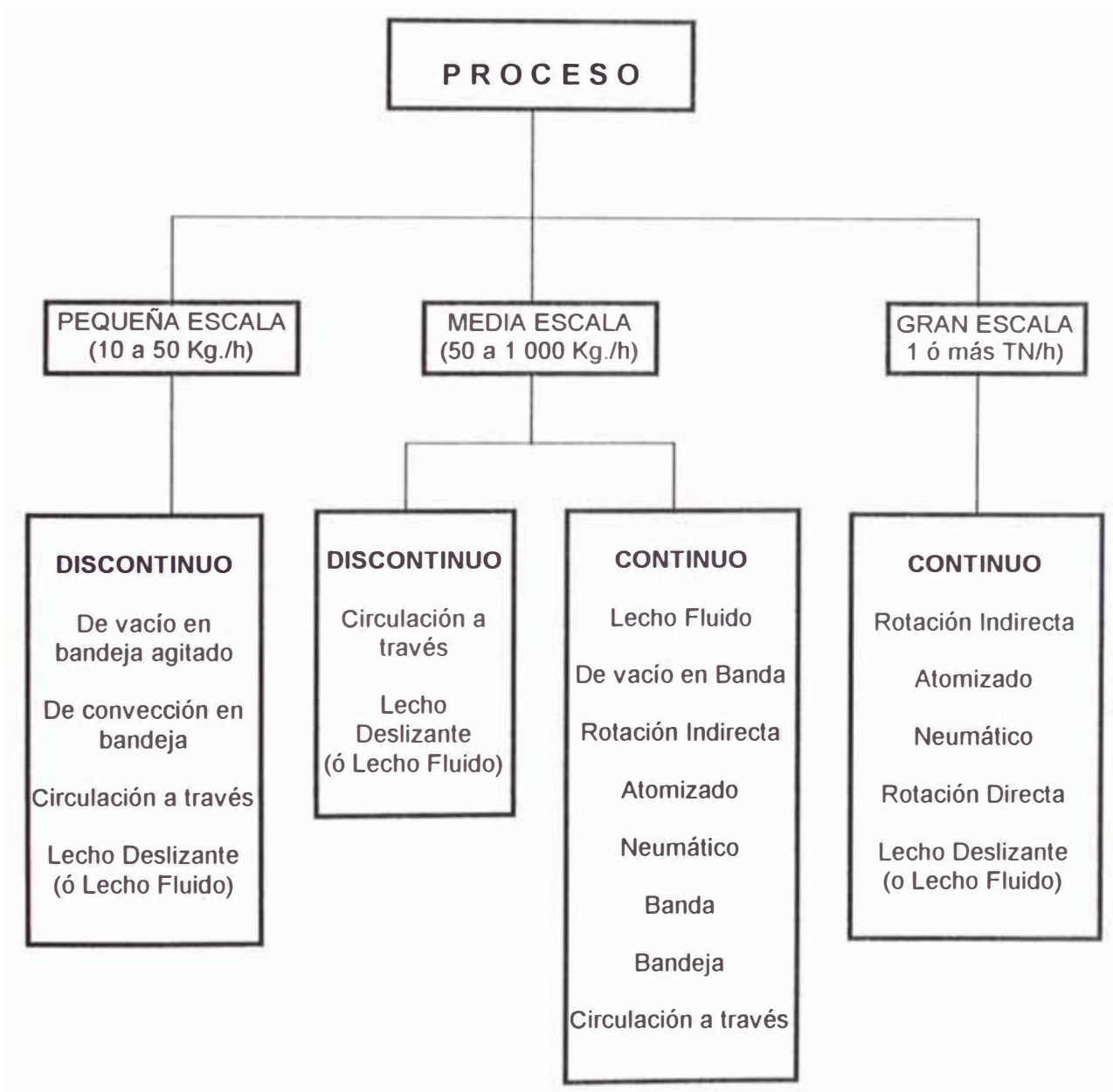
CUADRO No. 6.a

VENTAJAS - DESVENTAJAS DE LOS DIFERENTES TIPOS DE SECADORES

TIPOS DE SECADORES	VENTAJAS	DESVENTAJAS
Secador de túnel por aire caliente	<ul style="list-style-type: none"> ■ Posibilidad de deshidratar grandes cantidades de productos en un tiempo relativamente cortos (5-16 h.) ■ Rango temperatura 37 °C a 93 °C ■ Bajo costo ■ Eficaz si se trata de alimentos fácilmente deshidratados (hortalizas, frutas, granos). 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Probabilidad de r x n química, enzimática o microbial. ■ Inadecuado para la carne.
Liofilización	<ul style="list-style-type: none"> ■ El producto final mantiene sus propiedades organolépticas intactas. ■ El contenido de humedad máximo es de 2% ■ Lapso de almacenamiento en un período de 3 años o más. ■ Grandes velocidades de secado. ■ Buena utilización del calor. 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Alto costo, hasta cuatro veces mas caro que la deshidratación convencional.
Secado en tambor	<ul style="list-style-type: none"> ■ Solo alimento en forma líquida o de papilla. ■ Difícil de obtener bajas contenido de humedad. ■ Son instalaciones caras, ya que los tambores son elementos que exigen una mecanización muy cuidadosa. 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Su velocidad de deshidratación es más baja que los deshidratadores artificiales. ■ Los alimentos deshidratados por estos métodos son de inferior calidad. ■ El proceso esta ligado al horario solar, depende de las condiciones atmosféricas. ■ Su elevado costo.
Secador solar	<ul style="list-style-type: none"> ■ Costo de instalación y gastos de funcionamiento son muy sencillos y baratos. ■ No requieren aporte energético. ■ No requieren mano de obra especializada. 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Su velocidad de deshidratación es más baja que los deshidratadores artificiales. ■ Los alimentos deshidratados por estos métodos son de inferior calidad. ■ El proceso esta ligado al horario solar, depende de las condiciones atmosféricas. ■ Su elevado costo. ■ Exigencia de que el alimento a deshidratar posea un elevado contenido de agua para que pueda ser bombeado hacia el atomizador. ■ Energéticamente caro.
Secador por atomización	<ul style="list-style-type: none"> ■ Gran velocidad de deshidratación. ■ La elaboración en continuo de grandes cantidades de productos. ■ Menor costo en la mano de obra. ■ Sencillez en su manejo y mantenimiento. 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Exigencia de que el alimento a deshidratar posea un elevado contenido de agua para que pueda ser bombeado hacia el atomizador. ■ Energéticamente caro.

FIGURA No. 6.1

TABLA DE CLASIFICACION DE SECADORES POR
ESCALA DE PRODUCCION



6.3 CONSIDERACIONES TEORICAS PARA LA DESHIDRATACION POR TÚNEL DE AIRE CALIENTE

Al secar un sólido húmedo con aire caliente, el aire aporta el calor sensible y el calor latente de evaporación de la humedad y también actúa como gas portador para eliminar el vapor de agua que se forma en la vecindad de la superficie de evaporación.

Para el estudio de fenómenos de secado se deben mantener constantes las magnitudes que tienen influencia; como son: la temperatura, humedad y velocidad del aire que se desplaza sobre la sustancia estudiada; esta cantidad de aire debe ser suficiente con respecto a la del producto para que el estado del aire no se vea influenciado por el calor cedido al producto y la humedad que ha absorbido.

Considérese la situación en la que un sólido inerte, mojado con agua pura, se seca en una corriente de aire caliente que fluye paralelamente a la superficie de desecación. Supóngase que la temperatura y la humedad del aire sobre la superficie de desecación se mantiene constante durante todo el ciclo de deshidratación y que todo el calor necesario es aportado al producto por convección. Si el cambio del contenido en humedad del producto se registra durante todo el proceso de desecación, los datos pueden representarse en forma de curvas como la que se muestra en la Fig. 6.3. En la Fig. 6.3(a) se muestra la variación del contenido en humedad del producto en función del tiempo.

Al diferenciar esta curva se obtiene una curva que da la velocidad de variación de la humedad del producto en función del tiempo, Fig. 6.3(b); ésta variación referida a la unidad de superficie se llama **velocidad de secado**. La curva indicada en la Fig. 6.3(c) muestra la variación de la

humedad temporal en función del contenido en humedad del producto.

El estudio de tales curvas muestra que el ciclo de deshidratación puede considerarse constituido por diversas fases o etapas.

En la Fig. 6.4 se muestran los diferentes períodos de secado así:

Fase A - B.

En esta fase o período de **estabilización** las condiciones de la superficie del sólido se equilibran con las del aire de secado. Con frecuencia esta fase constituye una proporción despreciable del ciclo total de secado, pero en algunos casos puede ser significativa.

Fase B - C.

Esta fase de secado se conoce como **período de velocidad constante** y durante el mismo la superficie del sólido se mantiene saturada de agua líquida debido a que el movimiento del agua desde el interior del sólido a la superficie ocurre a la misma velocidad que la de evaporación en la superficie. La deshidratación tiene lugar por movimiento del vapor de agua desde la superficie saturada, a través de una delgada capa de aire estático, hasta la corriente principal de aire de secado. Durante esta fase la velocidad de deshidratación es dependiente de la velocidad de transferencia de calor a la superficie de secado. La velocidad de transferencia de masa se equilibra con la velocidad de transferencia de calor de forma que la temperatura de la superficie de secado se mantiene constante. La superficie del sólido puede compararse a la camisa de un termómetro del bulbo húmedo y, bajo las condiciones en que se encuentre, la temperatura constante de la superficie corresponderá a la temperatura del bulbo húmedo del aire de secado.

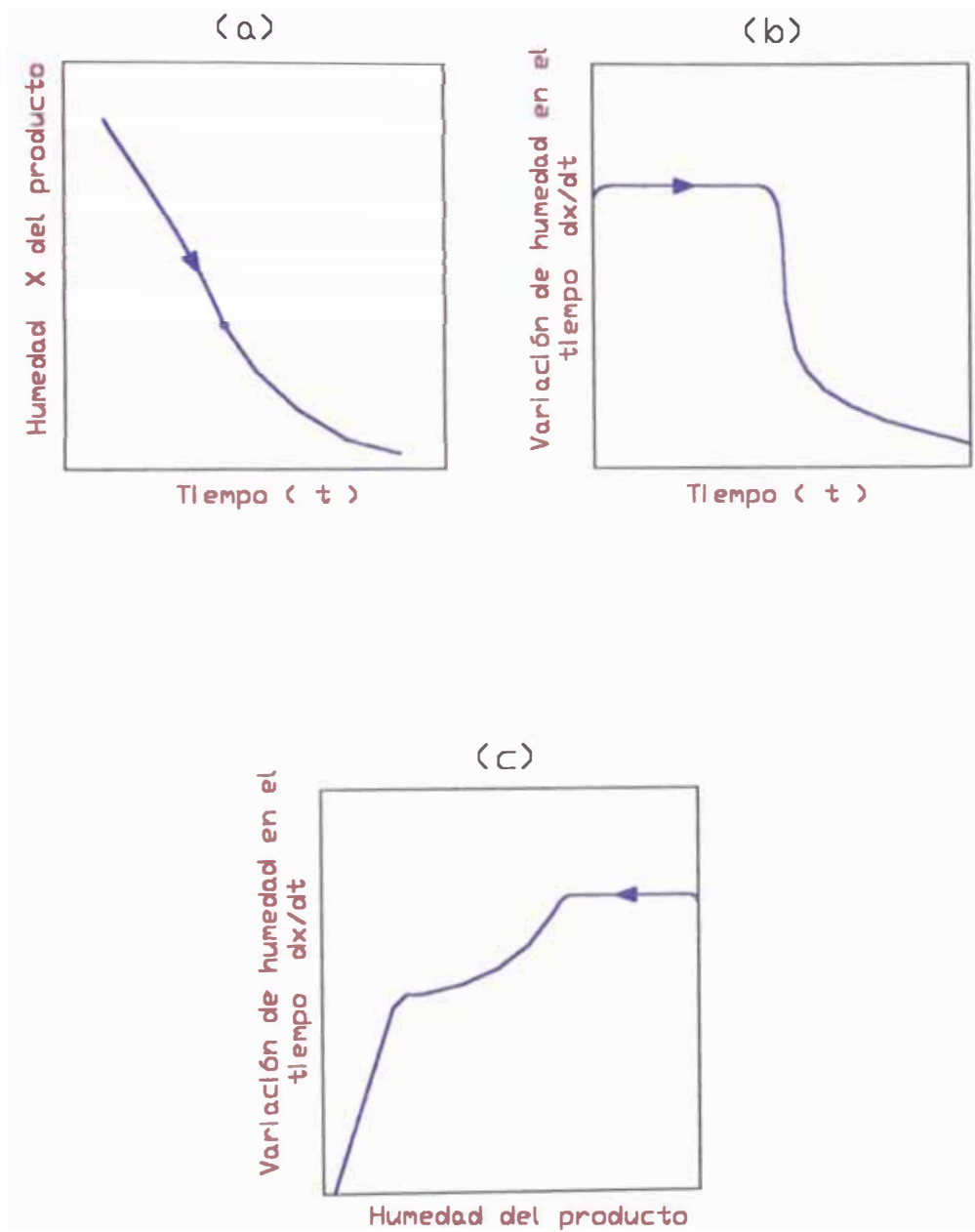


Fig. 6.3 Curvas de Secado

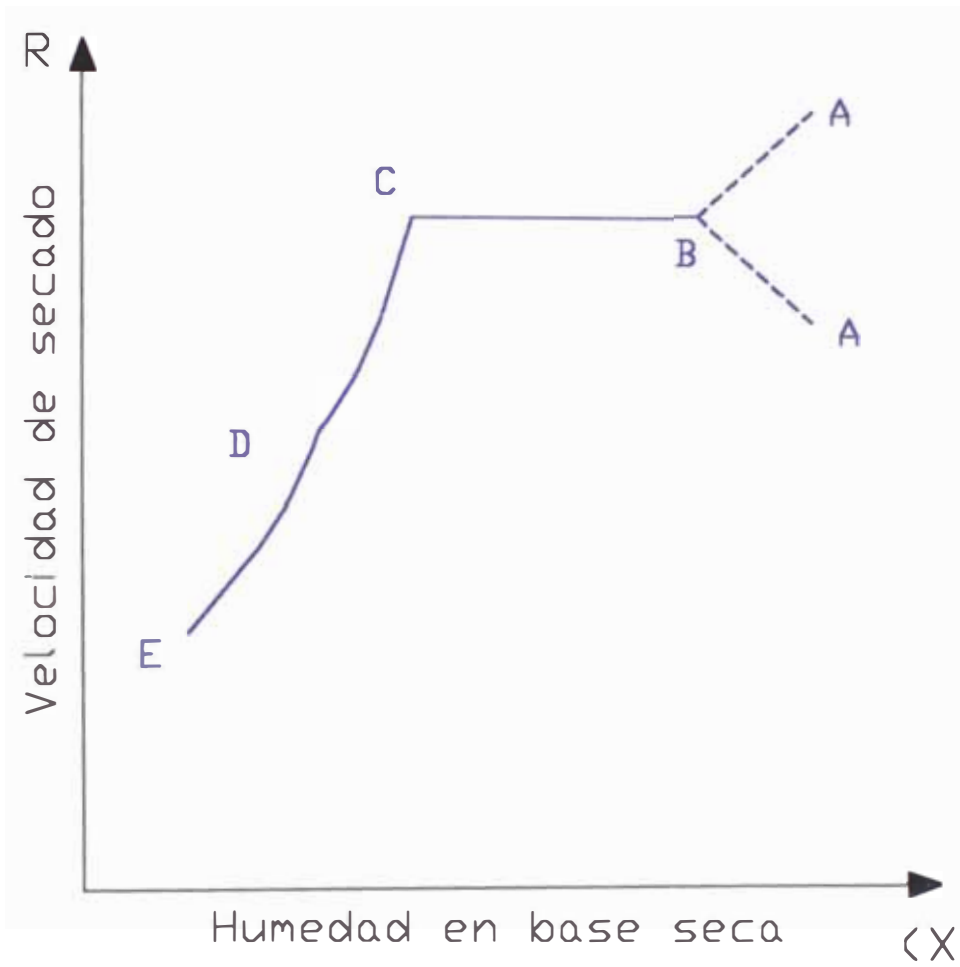


Fig. 6.4 Curva de Velocidad de Secado vs Humedad en Base Seca

La fuerza motriz que determina el movimiento del vapor a través de la capa delgada de aire estático es el gradiente en la presión del vapor de agua entre la superficie de secado y la corriente principal del aire de secado. La velocidad de transferencia de masa puede expresarse mediante la ecuación siguiente:

$$\frac{dX}{dt} = -K_g A(p_s - p_a) \quad 6.1$$

en la que (dX/dt) es la velocidad de deshidratación, K_g el coeficiente de transferencia de masa, A es el área de la superficie de secado, (p_s) la presión del vapor de agua en la superficie (es decir, la presión del vapor de agua a la temperatura de la superficie) y (p_a) la presión parcial del vapor de agua en el aire.

La velocidad de transferencia de calor a la superficie de secado se puede expresar por tanto como sigue:

$$\frac{dQ}{dt} = h_c A(T_a - T_s) \quad 6.2$$

ecuación en la que (dQ/dt) es la velocidad de transferencia de calor, h_c el coeficiente de transferencia de calor para el calentamiento por convección, A el área de transferencia de calor (i.e área de superficie de secado), T_a la temperatura del bulbo seco del aire y T_s la temperatura de la superficie de secado.

En el caso que se nos ocupa, i.e, solamente en el calentamiento por

convección T_s es la temperatura del bulbo humedo del aire.

Fase C - D.

Al avanzar el secado se alcanza un punto en el que la velocidad de movimiento de la humedad desde el interior del producto hasta la superficie se reduce en grado tal que la superficie comienza a secarse. En dicho punto C, la velocidad de secado comienza a descender, iniciándose **el período de velocidad decreciente**. El contenido en humedad del producto en el punto C se denomina **contenido crítico de humedad (X_c)**. A partir del punto C la temperatura de la superficie comienza a elevarse, elevación que persiste durante la desecación, hasta aproximarse a la temperatura del bulbo seco del aire cuando el producto se ha secado casi totalmente. Frecuentemente el período de velocidad decreciente consta de dos partes conocidas como primer y segundo período de velocidad decreciente, C-E y E-D respectivamente. En el primer período de velocidad de desecación. Al alcanzarse el punto E el plano de evaporación se desplaza penetrando hacia el interior del sólido y la velocidad de secado decae aún más. En los períodos de velocidad decreciente la velocidad de desecación está influenciada principalmente por la velocidad de movimiento de la humedad dentro del sólido, reduciéndose los efectos de los factores externos, en especial de la velocidad del aire, sobre todo en la última etapa.

Normalmente los períodos de velocidad decreciente constituyen la mayor proporción del tiempo total de desecación.

En la bibliografía científica se ha prestado mucha atención a la naturaleza del mecanismo del movimiento de la humedad en interior

del sólido. Parecen existir cuatro probables ó modos principales de transferencia: el movimiento del líquido a consecuencia de las fuerzas capilares, la difusión del líquido como resultado de las gradientes de presión parcial y la difusión en las capas líquidas absorbidas a las interfases del sólido. Los mecanismos de capilaridad y de difusión del líquido son los que han merecido mayor atención.

6.4 FACTORES QUE AFECTAN EL SECADO DEL AJI PANCA

A. Naturaleza del Material

El ají debido a su composición organoléptica se comporta de manera diferente cuando es secado. El contenido de almidones, enzimas, proteínas, sales inorgánicas, influyen sobre el secado.

Cuando se "mata" un tejido animal o vegetal, las células se hacen más permeables a la humedad, cuando el tejido se blanquea o crece, se hace más permeable aún. De todos los factores que pueden afectar al secado, la estructura físico-química es la más importante. La contracción de los alimentos durante el secado, puede influir en la velocidad del proceso, debido a los cambios en el área de la superficie de secado y a la creación de los gradientes de presión en el interior del producto.

B. Tamaño y Forma del Material

La relación entre el tamaño y la superficie de una pieza tiene que ser la menor posible, teniendo en cuenta que las piezas pequeñas son las que más rápido se secan. Cuando mayor es el

área de contacto con el aire caliente será más fácil la salida de la humedad al exterior, porque se reduce la distancia para que el calor pueda llegar al centro del producto; a la vez la distancia que tiene que recorrer la humedad hacia la superficie, disminuye.

Un cuerpo esférico de diámetro D , se seca tres veces más rápido, y un cuerpo cilíndrico de diámetro D , dos veces más rápido que un cuerpo de espesor D , en forma de placa, secado bilateralmente, esto partiendo de consideraciones referentes al movimiento, distribución de humedad y para una misma velocidad de secado.

C. Carga del Alimento por Area de Bandeja

Los aumentos de la carga del material en las bandejas, reducen la velocidad de secado durante la primera etapa, sin embargo, en las etapas posteriores son, aproximadamente iguales para cargas hasta de 15 Kg./m^2 , cargas mayores a esta cantidad, reducen la velocidad de secado, por la menor superficie de contacto aire-materia, efecto que es semejante al aumentar el espesor del mismo.

D. Depresión del Bulbo Húmedo

La diferencia entre la temperatura de bulbo húmedo y bulbo seco tiene bastante importancia en la velocidad de las primeras etapas de secado, el potencial de secado es directamente proporcional a la depresión de bulbo húmedo. En la última etapa, la velocidad de secado tiende a ser cada vez más independiente de la depresión del bulbo húmedo, a no ser que el aire sea muy húmedo.

E. Temperatura del Bulbo Seco en el Aire

En el rango de las bajas humedades, la migración del agua residual hacia la superficie del producto, es tan baja que el efecto del enfriamiento de la superficie por la evaporación del agua no se puede apreciar por lo que la temperatura del material se eleva encima de la temperatura del bulbo húmedo del aire. La redistribución interna de la humedad, que es factor determinante de la velocidad de secado en esta fase, se acelera por elevación de la temperatura del material.

F. Velocidad del aire

El aire es el vehículo que transporta el vapor húmedo liberado por el alimento que esta secando. La velocidad del aire afecta la intensidad de secado ya que cuando mayor sea ésta, menor será el espesor de la película de aire estancado, adherido a la superficie del producto, y por lo tanto será menor la resistencia que el vapor encuentre para su difusión con el aire, así como la resistencia que dicha película presentará a la transmisión de calor desde el aire caliente al material.

6.5 EFECTO DE SECADO EN EL AJI PANCA

Los efectos que con mayor frecuencia se presentan en los alimentos al momento de secarse son:

A) Encostramiento

Como consecuencia de que la parte externa está sujeta a temperatura

mayores que el interior del producto y por mayor tiempo, así como también por migración de sólidos solubles hacia la superficie.

B) Oscurecimiento

Atribuible a la acción de ciertas enzimas, destrucción de pigmentos o a la reacción de los componentes (reacción de Maillard).

C) Pérdida de constituyentes

Como vitaminas, elementos volátiles, aceites, etc.

D) Disminución del volumen

Como consecuencia de la pérdida de agua del sólido.

6.6 TECNOLOGÍA DEL PROCESO

Flujo del Proceso de la Deshidratación de Aji Panca

6.6.1 Materia Prima

Para obtener un producto deshidratado de buena calidad es importante:

- Estado de madurez óptimo (Fruto maduro a los 120 -125 días del trasplante).
- La utilización del producto fresco
 - De 5 - 7 días en lugares frescos y ventilados
 - De 15-20 días en lugares refrigerados (7 °C y 90 % de humedad relativa).
- Fruto: Se utiliza la siguiente especie.
 - Capsicum Frutescens, variedad: aji panca, obtenida fresco del agricultor, fruto escogido para el proceso por ser de mayor producción y consumo nacional.
- Dodigen L.: Es un compuesto de amonio cuaternario con

50% de droga activa, es un desinfectante iónico bactericida, fungicida, desodorante, algicida; cuya composición es

Cloruro de benzalconio : 50%

Disolventes : 50%.

6.6.2 Recolección

La recolección generalmente es manual y cuando el fruto se encuentra en su madurez fisiológica, esta operación se realiza cortando el pedúnculo manualmente o con la ayuda de tijeras para evitar ocasionar daños al fruto.

En general el fruto se recolecta en canastas y con suficiente cuidado para evitar magulladuras y heridas de la piel.

Las canastas con los ajíes recién cosechados deben llevarse a la sombra, empacarse y transportarse a la planta de proceso lo más pronto posible.

6.6.3 Transporte

Para el transporte de materiales se debe tener en cuenta cinco elementos básicos:

Movimiento

- Tiempo
- Lugar
- Cantidad
- Espacio

Por lo tanto el transporte consiste en el movimiento que es eficiente y adecuado, hacia y desde el lugar correcto, en la cantidad requerida, con la máxima economía del espacio.

6.6.4 **Recepción de la Materia Prima**

Al recepcionarse la materia prima en la planta de proceso deberá tomarse el máximo cuidado, para evitar el deterioro del fruto por excesiva manipulación.

La materia prima recepcionada debe pesarse para comprobar el peso bruto de entrada y verificar si esta conforme con la guía de compra para la cual deberá disponerse de una balanza y luego pasar inmediatamente a la sección almacenaje de materia prima.

6.6.5 **Almacenaje de la Materia Prima**

La forma ideal de procesar la materia prima, es a medida que llega a la planta de proceso; sin embargo esto ocurre muy raramente por lo que es necesario disponer de almacenes adecuados para la materia prima.

La causa de los deterioros de productos vegetales:

Externas: Daños mecánicos, organismos vivos (insectos, hongos, bacterias, etc.); procesos físicos (fungicidas), productos químicos, etc.

Internas: Proceso metabólicos o actividad biológica propia del alimento (respiración, oscurecimiento enzimático y no enzimático, enranciamiento) que pueden con el tiempo disminuir su calidad y utilidad.

Las condiciones óptimas de almacenaje de ají son:

Temperatura : 10 - 12 °C

Humedad relativa : 85 - 90 %

Duración : 15 - 30 días

6.6.6 Selección y Clasificación

El único tratamiento previo al secado de ají es la selección de la materia prima en buen estado, el cual los frutos extremadamente dañados en la planta se retirará para evitar la putrefacción y subsecuente afectar a otros frutos.

La clasificación permite tener productos uniformes en tamaño, color, grado de madurez, etc., que permitan realizar tratamientos uniformes al producto.

6.6.7 Lavado

Es una operación que permite eliminar impurezas adheridas a la superficie; en el caso del ají, esta operación puede realizarse utilizando los siguientes métodos:

Lavado por Inmersión

Es el método más simple de limpieza, consiste en sumergir el vegetal a la acción del agua, en depósitos que pueden ser de metal, de cemento liso u otros materiales.

El ají se sumerge en la lavadora de frutas que contiene solución de Agua y Dodigen L. 0,1% (100 cc. en 100 litros de agua), con el objeto de desinfectar la superficie del fruto.

La tierra adherida al vegetal resultará ablandada y en parte desprendida y desechada junto a los materiales contaminantes.

Lavado por Aspersión

Probablemente sea este el método más utilizado, durante el mismo se exponen las superficies de alimento a duchas de agua.

La eficiencia del lavado por aspersión depende de:

- Presión del agua empleada

- Volumen
- Temperatura

La distancia del producto al origen de la aspersion, el tiempo de exposicion a la ducha y el numero de duchas utilizadas, el fruto ya desinfectado se lava con agua limpia para eliminar las ultimas trazas de suciedad y el olor caracteristico del desinfectante.

6.6.8 Cortado y trozado

El corte del ají panca tiene como finalidad facilitar su deshidratación en el menor tiempo posible. El fruto del Capsicum puede ser cortado por la mitad, longitudinal o en cuartos quitando parte del pericarpio, la semilla y el pedúnculo. Esta operación puede realizarse en forma manual con cuchillo de acero inoxidable.

6.6.9 Deshidratación

En algunos lugares del mundo se usa ampliamente el secado solar pero tiene inconvenientes obvios:

- Depende de las fuerzas naturales, y estas no se pueden controlar, es lento y no apropiado para muchos productos de alta calidad.
- Generalmente no reduce el contenido de humedad a menos del 15%.

Lo cual en un gran número de productos, es insuficiente para permitir la estabilidad en el almacenamiento y los alimentos expuestos al sol son susceptibles a la contaminación y a pérdidas debidas al polvo, insectos, roedores y otros factores.

- Hoy en día el término de deshidratación de alimentos se refiere al secado artificial bajo control.

La desecación o deshidratación de un cuerpo puede definirse como la expulsión del contenido agua dentro de un límite determinado, bajo determinadas condiciones de temperatura, humedad y progresión de secado debidamente controladas y por medio de una corriente de aire sobre el material en proceso.

6.6.10 Molienda

Es una operación de reducción del tamaño de un sólido en partículas. El molino adecuado para nuestro proceso es el molino de martillos que es un equipo especialmente diseñado para trabajo con alimento, productos químicos o farmacéuticos de gran robustez, fácil manejo, pronta limpieza y gran producción.

Equipo construido para la molienda fina para casi todo tipo de alimentos, todas las partes que están en contacto con el producto son de acero inoxidable quirúrgico y con acabado sanitario. Eje motriz con apoyo en chumaceras oscilantes conformada por un conjunto de martillos locos y espaciadoras debidamente balanceados. Tolva de carga manual con bisagra de protección y compuerta de ingreso graduable.

Descarga por gravedad o mediante un ventilador aspirador conectado a un ciclón recolector de polvo. Motor trifásico con transmisión mediante fajas y poleas para obtener la velocidad requerida de acuerdo al grado de molienda deseada.

Protector de fajas, llave de encendido, mesa de trabajo en fierro

negro con acabado epóxico. Malla de acero inoxidable (2) de diámetro diferente, de fácil intercambio. (Criterios de Selección para Molinos de Martillo. Ver anexo No. 3)

6.6.11 Cribado - Tamizado

Es la separación de una mezcla de diversos tamaños de granos de dos o más porciones, por medio de una superficie de tamiz que actúa como medidor múltiple de adaptación y rechazo. De las pruebas realizadas en el laboratorio para determinar un tamiz apropiado a nuestro producto nos permitió seleccionar un tamiz con las siguientes consideraciones:

A.S.T.M.				
DESIGNACION DE LA MALLA		ABERTURA DE MALLA	DIAMETRO NOMINAL DEL ALAMBRE	DESIGNACION EQUIVALENTE
ESTANDAR	ALTERNATIVA	mm	mm	A TYLER
595	No. 30	0,595	0,390	28 Malla

6.6.12 Envase y Rotulado

Envase:

Deberá ser en bolsas de polietileno de 0,5 mm de pulgada de doble densidad, medida con un micrómetro y selladas al calor eliminándose el aire del envase lo máximo posible.

Dichas bolsas son inertes al producto, y protege de

contaminaciones y que no comunica sabores y olores extraños.

Rotulado:

El rotulado deberá ser un material que pueda ser adherido al envase ó bien de impresión permanente sobre los mismos.

Las inscripciones deberán ser fácilmente legibles a simple vista, en idioma castellano y en otro idioma, si fuera necesario para la exportación, hechas en forma tal que no desaparezcan en condiciones de uso normal.

Deberá contener:

- a. Nombre, razón social o marca del fabricante y/o del distribuidor.
- b. El nombre del producto.
- c. El código o marca registrada del producto.
- d. El peso neto en el Sistema Métrico Decimal.
- e. Cualquier otro dato requerido por ley o reglamento.

6.6.13 Almacenaje

Las muestras se almacenarán a la temperatura y humedad relativa ambiente y en completa oscuridad:

- Humedad relativa promedio del ambiente = 84%
- Temperatura promedio del ambiente = 18 °C

Ver cuadro No. 6.1.

Cuadro No. 6.1

FLUJO DEL PROCESO PARA LA OBTENCION DEL AJI PANCA DESHIDRATADO EN POLVO

MATERIA PRIMA	
RECOLECCION	Fruto maduro
TRANSPORTE	Sacos de yute ó polipropileno
RECEPCION	Pesado
ALMACENAMIENTO	Ventilado: 24 horas
SELECCION Y CLASIFICACION	Eliminación de frutos deteriorados
LAVADO	Dodigen L. (0,1%)
CORTADO	Longitudinal
DESHIDRATADO	Túnel de aire caliente
MOLIENDA	Molinos de martillos
TAMIZADO	Malla Tyler No. 28
DOSIFICADORA	10 gr.
EMPACADO	Bolsas de polietileno
ALMACENAJE	

6.7 CONTROL DE CALIDAD

Determinación de la humedad:

Ají Panca Seco. Uso alimenticio

Objetivo:

La presente norma establece el método para determinar la humedad en el ají deshidratado.

Método de Ensayo:

La humedad de una muestra de ají se determina mediante el secado en estufa bajo condiciones específicas de tiempo, temperatura y vacío. La pérdida de peso se calcula como humedad.

Materiales y Aparatos:

- a. Estufa vacía con distribuidor uniforme de calor.
- b. Cápsula de aluminio con tapa, aproximadamente 37 mm de diámetro y 30 mm de altura.

Procedimiento:

Se toma una muestra de 5,0 g y se agrega en la cápsula de aluminio. Se seca en la estufa de vacío a 135 °C durante 3 horas. Se deja enfriar en el desecador aproximadamente 30 minutos y se pesa el residuo.

Cálculo:

$$\% \text{ humedad} = \frac{\text{Peso de la muestra} - \text{Peso del residuo}}{\text{Peso de la muestra}} \times 100$$

Se reporta lo más cerca al 0,1 %

Referencias: A.O.A.C. Ed. 1980

DETERMINACION DEL PH:

Principio:

Se basa en medir diferencia de potencial entre dos electrodos, sumergidos en una solución de aji panca.

Aparatos:

- Un potenciómetro
- Un vaso
- Una balanza analítica

Procedimiento:

Se ajusta el potenciómetro siguiendo las instrucciones del fabricante.

Se pesa a 20 g 0,1 g de muestra y se coloca en el vaso.

Se agrega 100 ml de agua destilada a temperatura ambiente.

Se agita la mezcla en forma moderada durante 5 minutos y luego se procede a su lectura en el potenciómetro previamente ajustado.

Determinación de Cenizas Totales:

Principio:

Obtención de un residuo por incineración a una temperatura de 550 ± 10 °C hasta combustión completa de la materia orgánica y obtención de un peso constante.

Material y Aparatos:

Crisoles no atacables en las condiciones del ensayo, con unas dimensiones mínimas de 40 mm de altura y 45 mm de diámetro superior.

Placa calefactora

Horno eléctrico (mufla) con dispositivo de control de temperatura

Desecador con deshidratante eficaz.

Balanza analítica con precisión de 0,1 mg.

Procedimiento:

Pesar con precisión de 1 mg alrededor de 5 g de muestra homogeneizada y previamente desengrasada en un crisol incinerado y tarado. Coloca el crisol y su contenido sobre una placa calefactora, teniendo cuidado de que la combustión no sea demasiado rápida de manera que no haya pérdidas de materia sólida por proyección.

Llevar a continuación el crisol a la mufla (a 550 ± 10 °C) hasta combustión completa de la sustancia (cenizas blancas o grises).

Enfriar a temperatura ambiente en un desecador, pesar seguidamente.

Cálculos:

Se calcula el tanto por ciento de cenizas totales de la muestra teniendo en cuenta que se partió de un producto desengrasado y, por tanto, al peso primitivo habrá que añadirle la parte proporcional de extracto etéreo.

$$\% \text{ de cenizas} = \frac{P_1 - P_2}{P} \times (100 - E)$$

Siendo:

P_1 = peso, en g, del crisol con las cenizas

P_2 = peso, en g, del crisol vacío

P = peso en g, de la muestra

E = tanto por ciento de extracto etéreo

Observaciones:

La diferencia de los resultados de un ensayo efectuado por duplicado no deberá ser superior al 2 por 100 del contenido en cenizas. Si es superior se repetirá a continuación.

Determinación de las Proteínas:**Principio:**

Determinación del nitrógeno convirtiendo el nitrógeno orgánico presente en sulfato amónico con ácido sulfúrico. Después de alcalinizar con hidróxido sódico, destilar, recogiendo el destilado sobre ácido bórico, titulando el amoniaco recogido con ácido N/10.

Procedimiento:

Pesar aproximadamente 0,5 - 2,5 g de ají, introducirla en el matríz Kjeldahl. Añadir unos 5 g de catalizador (mezclar 5 g de sulfato sódico o potásico con 5 mg de selenio), 20 ml de ácido sulfúrico (ácido sulfúrico 93 - 99 por 100 libre de nitrógeno). La cantidad varía según el contenido en proteínas y grasa de la muestra. Poner a digerir en un matríz generador de vapor, teniendo como cuidado al principio de no elevar demasiado la temperatura hasta que cese el desprendimiento de la espuma (añadir si fuera preciso, una pequeña parafina). Digerir hasta que la solución esté clara. Enfriar, diluir, añadir unas gotas de fenolftaleína (al 1% de alcohol etílico) y conectar al aparato destilador añadiendo hidróxido sódico al 40% hasta viraje.

En el matríz receptor poner 100 ml de ácido bórico al 4% con unas gotas de indicador Taschiro (mezclar 20 mg de rojo de metilo y 10 mg de azul metileno en 100 ml de alcohol etílico), cuidando que el extremo del refrigerante quede bien cubierto del líquido.

Mantener la destilación aproximadamente 15 min (o más si es preciso, hasta que no dé reacción básica), lavar el extremo del refrigerante y titular el destilado con ácido sulfúrico o clorhídrico N/10.

Cálculos:

El contenido de proteínas en materia natural vendrá dado por la siguiente fórmula:

$$p = \% \text{ proteínas} = \frac{0,14 \times 6,25 (V_1 - V_0)}{P}$$

Siendo:

V_1 = volumen, en ml, de ácido clorhídrico o sulfúrico utilizado en la determinación.

V_0 = volumen, en ml, de ácido clorhídrico o sulfúrico utilizado en blanco.

P = peso, en g, de la muestra.

El contenido de proteínas en materia seca vendrá dado por la siguiente fórmula:

$$\% \text{ proteína} = \frac{p \times 100}{100 - H}$$

Siendo:

p = % proteína

H = humedad

Determinación de Rendimiento.

Se obtuvo pesando las bayas, pulpa, semillas y pedúnculos. El rendimiento se expresa en porcentaje, en base al peso total de frutos.

Determinación de Color.

Las muestras para cada caso se tomaron de la siguiente forma:

- Producto fresco molido
- Pericarpio cortado en cuadrado de $\pm 3 \times 3$ cm. para la determinación del color de la cáscara.
- Producto deshidratado molido

Mediante el empleo del colorímetro Lovibond-Schofield, se procedió al análisis de los colores primarios substractivos que predominan en las bayas de los ajíes. Anotando la lectura instrumental de las unidades internacionales del color, longitud de onda dominante, densidad visual, brillantez y saturación.

Determinación de la Vitamina C.

Se determina de acuerdo al método del 2,6 dicloro fenol indofenol descrito por el manual de la A.O.A.C. Ed. 1980.

Determinación de la Fibra Cruda.

La determinación de la fibra cruda se realizó por el método gravimétrico de ataques sucesivo ácido-base descrito por el método de AACCC, 3032- (1979).

6.8 DETERMINACION EXPERIMENTAL DE LAS VARIABLES OPTIMAS DEL PROCESO PARA EL DISEÑO DEL SECADOR POR TUNEL DE AIRE CALIENTE

Para el diseño del secador por túnel de aire caliente para el ají panca es necesario obtener las variables óptimas del proceso como el tiempo crítico, velocidad de secado, humedad crítica y otros valores necesarios para el desarrollo del proceso tecnológico, por lo tanto se tendrá que realizar un estudio experimental en el laboratorio de secado del Centro de Energías Renovables (Laboratorio N° 5 de la Facultad de Ingeniería Mecánica).

6.8.1 Banco Experimental de Secado: Especificaciones Técnicas

El banco experimental de secado es un equipo diseñado y construido específicamente con fines de experimentar en laboratorio el comportamiento de una materia cuando se la somete a un flujo constante de aire bajo condiciones de velocidad, humedad y temperatura definidas en dirección de un objetivo predeterminado. Con este banco se simulan las condiciones de secado requeridas para un producto seleccionado a través del control de la temperatura, la velocidad, y la humedad relativa del aire de secado dentro de los siguientes rangos:

Temperatura : T_{amb} hasta 80° C,

Humedad relativa : 10% hasta 90%

Velocidad : 0 m/s hasta 2.5 m/s

Esta construido con planchas de acero galvanizado y posee accesorios necesarios para los fines señalados, los principales se describen a continuación. Ver Fig. 6.5, 6.6, 6.7 y 6.8.

Motor-Ventilador axial de 1/2 HP

Función: Impulsar el aire a través de los ductos componentes del Banco Experimental de Secado, instalado en el interior del equipo.

Condensador

Función: Condensar el agua del aire que circula a través del banco cuando supera los valores deseados para la experiencia que se realiza. Está conectado a un circuito electrónico que gobierna su funcionamiento.

Caldero

Se usa para producir el vapor de agua necesario para "humedecer" el aire hasta el nivel exigido por cada experimento.

Resistencias Eléctricas

Función: Calentar el aire que circula a través del banco hasta alcanzar el nivel de temperatura deseado; el banco cuenta con dos "paquetes" de resistencias, el primero de control manual está destinado para obtener en el aire calentamientos "gruesos"; el segundo, es controlado por un circuito electrónico y permite obtener calentamientos "finos" en un rango ± 1 °C, con lo que se alcanza el nivel de temperatura deseado en el aire de secado.



Fig 6.5

**Vista frontal del equipo experimental de secado :
En el laboratorio Nro. 5 de energía renovables de
de la Facultad de Ingeniería Mecánica de la
Universidad Nacional de Ingeniería.**



Fig 6.6

Muestra el momento en que se esta colocando la bandeja con la materia prima (aji panca) en la camara de secado



Fig 6.7

Controlando las Temperaturas del bulbo humedo y el bulbo seco en el equipo experimental de secado-UNI

Válvula de Control del Flujo de Aire

Es una válvula mecánica tipo mariposa en posición Air To Open. Su función es regular el caudal de aire que circula a través del banco de secado, reduciendo o aumentando el área de paso del flujo, está ubicada después del ventilador.

Bandejas de Secado

Es un conjunto de bandejas cuyo número puede ser variado entre uno y seis de acuerdo al tamaño y forma de la materia que se procesa; están formadas por un marco de aluminio y malla mosquitero de fibra de vidrio sobre la que se coloca la materia a secar.

Esta malla no es contaminante ya que pueden soportar altas temperaturas a 150 °C y no se degradan.

Equipamiento Instrumental

El funcionamiento del banco experimental que se describe precisa de instrumentos de medición para su operación y control respectivos, los principales son los siguientes:

Termo-Anemómetro

Instrumento electrónico con salida digital en pantalla

Marca : Therm

Modelo : Therm 2285-2

Características instrumentales, son:

1) Velocidad

Rango : 0 - 40 m/s

Aproximación : 0.05 m/s

Sensor : hélice de metal protegida

2) Temperatura

Rango : -20 °C a 1400 °C

Aproximación : 0.1 °C

Sensor : Termocupla Cromel-Alumel

Termómetro

Termómetro de Bulbo con Mercurio

Marca : A-Precisión

Características instrumentales, son:

Temperatura :

Rango : 0 -110 °C

Span : 110 °C

Precisión : 0.5 °C

Termo-Higrómetro

Indicador con salida digital en pantalla:

Marca : Higrotest

Modelo : 6400

Características instrumentales, son:

1) Humedad relativa

Rango : 2% a 98%

Aproximación : 1%

Sensor : Higrómetro de resistencia de una cinta conductiva que se altera con el contenido de la humedad.

2) Temperatura

Rango : -199,9 a 199 °C

Aproximación : 0.1 °C

Sensor : termistor

Termo-Multímetro (Para Control de Temperatura)

Marca : Keithley

Modelo : USA TMRS 132 C

Aparato electrónico de salida digital

Características instrumentales, son:

- 1) Corriente continua DC-V
Rango : 0 - 1000 V
- 2) Corriente alterna AC-V
Rango : 0 - 50 V
- 3) Temperatura
Rango : 0 - 200 °C
- 4) Resistencia
Rango : 0 - 300 ohmios

Balanza Electrónica

Sensor: Detector Piezoeléctrico, sellado, sensible a la presión ejercida sobre su centro geométrico generando una fuerza electromotriz.

La Operación del Banco requiere además los siguientes dos

Instrumentos:

Multímetro

Marca : Keithley

Modelo : 177 Microvolt DMM

Aparato electrónico con salida digital en pantalla

Características instrumentales, son:

- 1) Voltaje

Rango : 0 - 1 KV -max AC DC

2) Corriente

Rango : 0 - 0,2 A Max

3) Resistencia

Rango : 0 - 300 ohmios

Transductor

Marca : Burster-Prazisionsmesstechnik

Modelo : Talstrasse TD - 7562

Gernsbach

TYP : 9823

Anr : 204 384

Fnr : 25669

6.9 VARIABLES DEL PROCESO

Las condiciones operativas del secado, son los siguientes:

- Temperatura (T)
- Tiempo (θ)
- Velocidad de secado (ϕ)

Para obtener las condiciones operativas del proceso se realizaron una serie de corridas experimentales en el banco de secado.

Primera Serie:

Determinación experimental de la velocidad de secado:

1. Fijar la temperatura y tiempo de secado constante.
2. Tomar una muestra de materia prima (540 g.), despepada y cortada longitudinalmente con una humedad de 87,5% y se procede a colocar a la cabina del secador.

3. Como el aire es el vehículo que transporta el vapor humedo liberado por el ají panca, variamos la velocidad del aire de 1 m/s, 1,5 m/s y 2,0 m/s.
4. Al transcurrir el tiempo se observa que a la velocidad de 1 m/s podemos notar que el ají panca fresco no pierde mucha humedad debido a la formación de una película de aire estancado, adherido a la superficie del producto.
5. Al aumentar la velocidad del aire se observa que menor es la película de aire estancado adherido a la superficie del ají, por lo tanto menor será la resistencia que el vapor encuentra para su difusión.
6. En la Fig. 6.9 y 6.10, comparando las curvas obtenidas con las diferentes velocidades del aire, se observa que para la velocidad del aire ($\phi = 2$ m/s), presenta menor contenido de humedad en el transcurso del tiempo esto se debe a la eliminación del agua por vía térmica. Ver cuadro No. 6.2 (Datos Experimentales).

Segunda Serie:

Determinación experimental de la temperatura de secado:

1. Habiéndose fijado la velocidad de secado ($\phi = 2$ m/s); y el tiempo constante, variamos la temperatura a 50, 60 y 70 °C
2. La cantidad de ají panca a usar es la misma que el de la primera serie
3. Calentar el secador experimental hasta una temperatura T, y colocar la bandeja con el ají panca fresco en la cabina del secador.
4. Notaremos que a una temperatura de 50 °C, el aire no está caliente, y la temperatura de la superficie del producto sólo

depende de las características del aire, su temperatura y humedad.

En la prueba experimental hacemos lectura de la temperatura del bulbo seco del aire y temperatura del bulbo húmedo, cuando las diferencias de temperaturas son mínimas se alcanzan el equilibrio térmico.

5. En la Fig. 6.11 y 6.12 se observa que al transcurrir el tiempo la temperatura de 70 °C, el peso y el contenido de humedad del producto disminuyó en comparación a las otras temperaturas. Esto se debe a que existe una transferencia de calor y masa que se desdobla en una fase externa y en una fase interna.

- Transferencia de calor externa desde la fuente de calor hacia la superficie del ají.
- Transferencia de calor interna desde la superficie hacia el centro del ají.
- Transferencia de materia interna desde el centro hacia la superficie del ají.
- Transferencia de materia externa desde la superficie del ají hacia el medio exterior.

Ver cuadro No. 6.3 (Datos Experimentales)

FIGURA 6.9
PESO VS TIEMPO

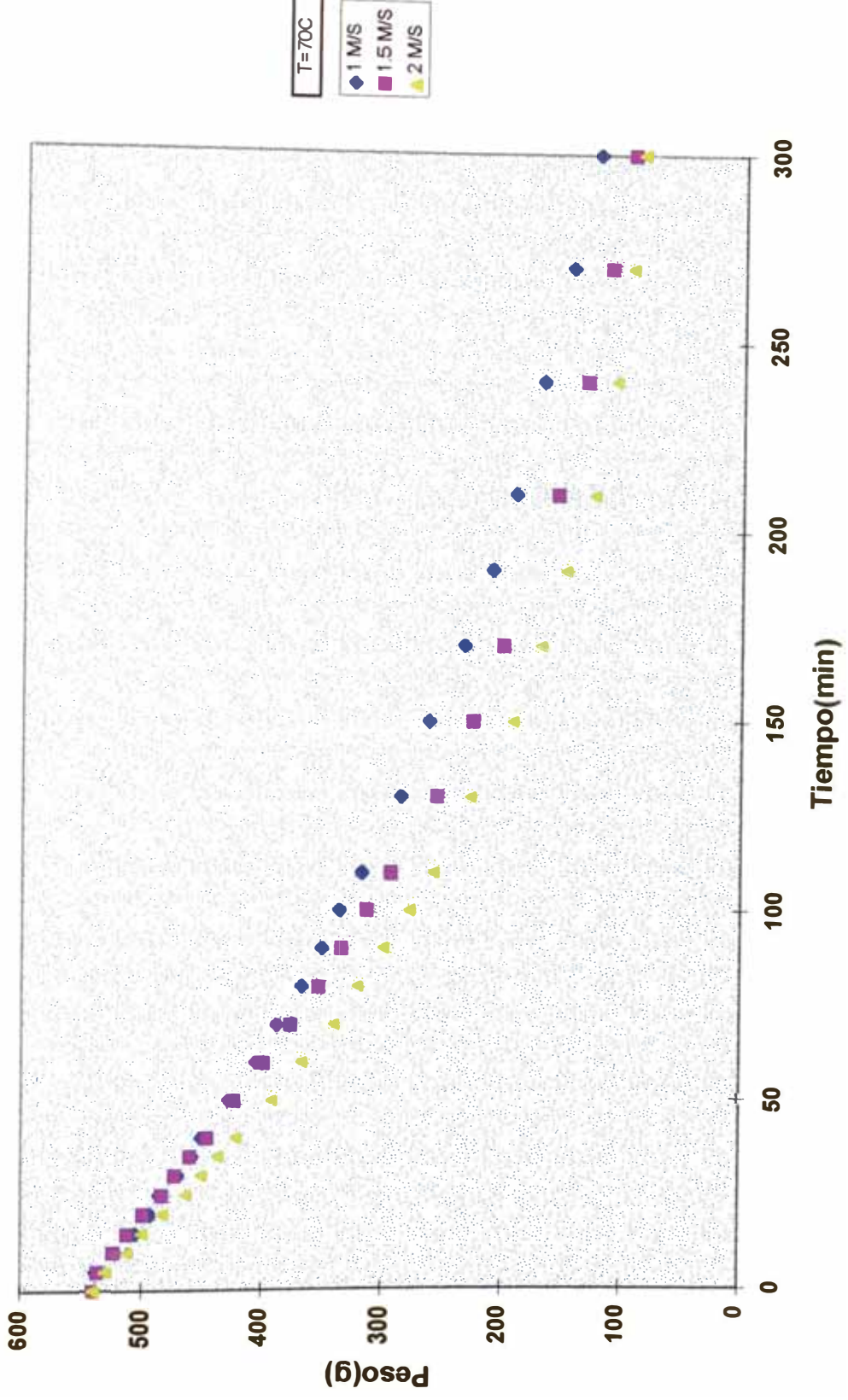


FIGURA 6.10
HUMEDAD VS TIEMPO

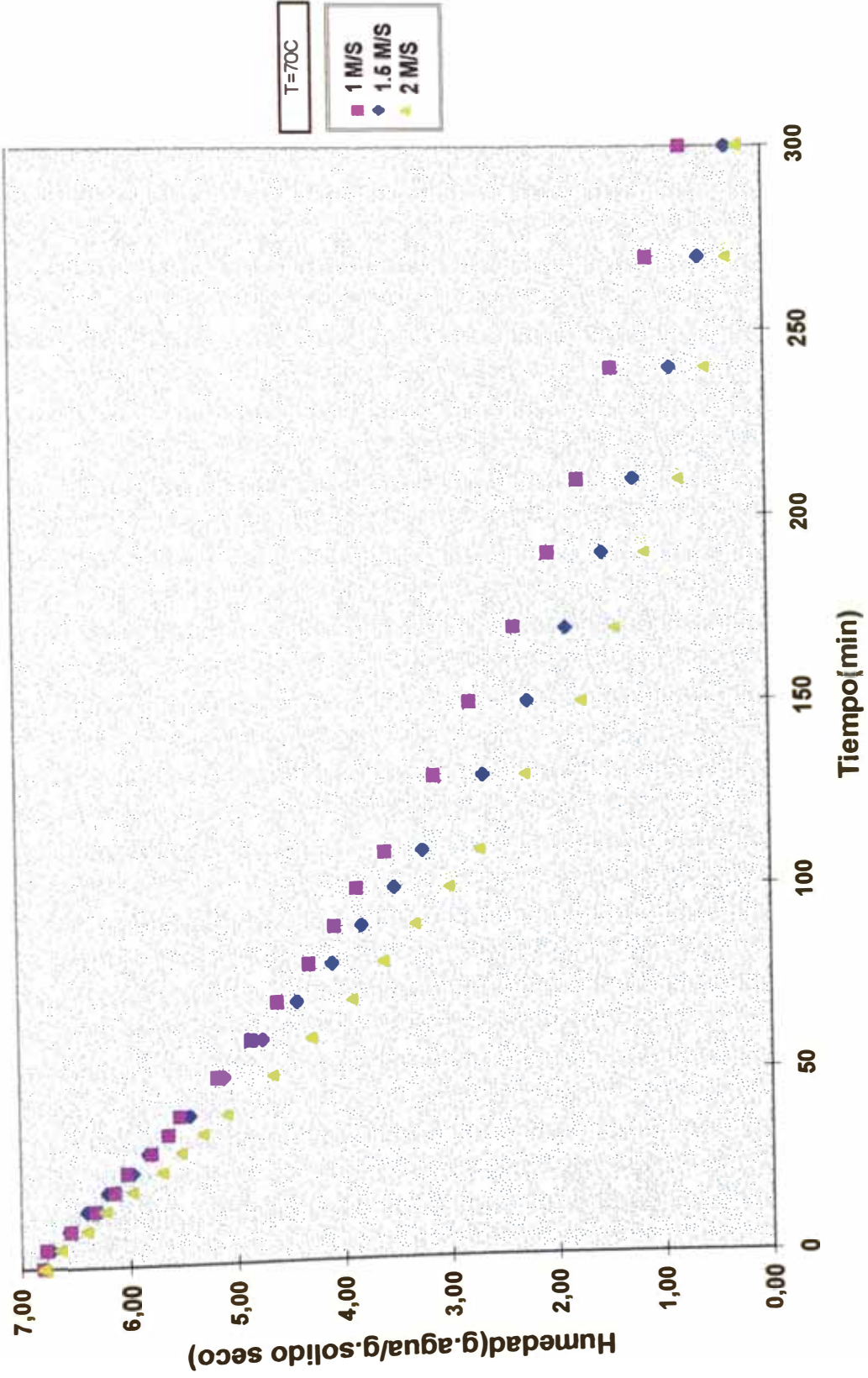


FIGURA 6.11
HUMEDAD VS TIEMPO

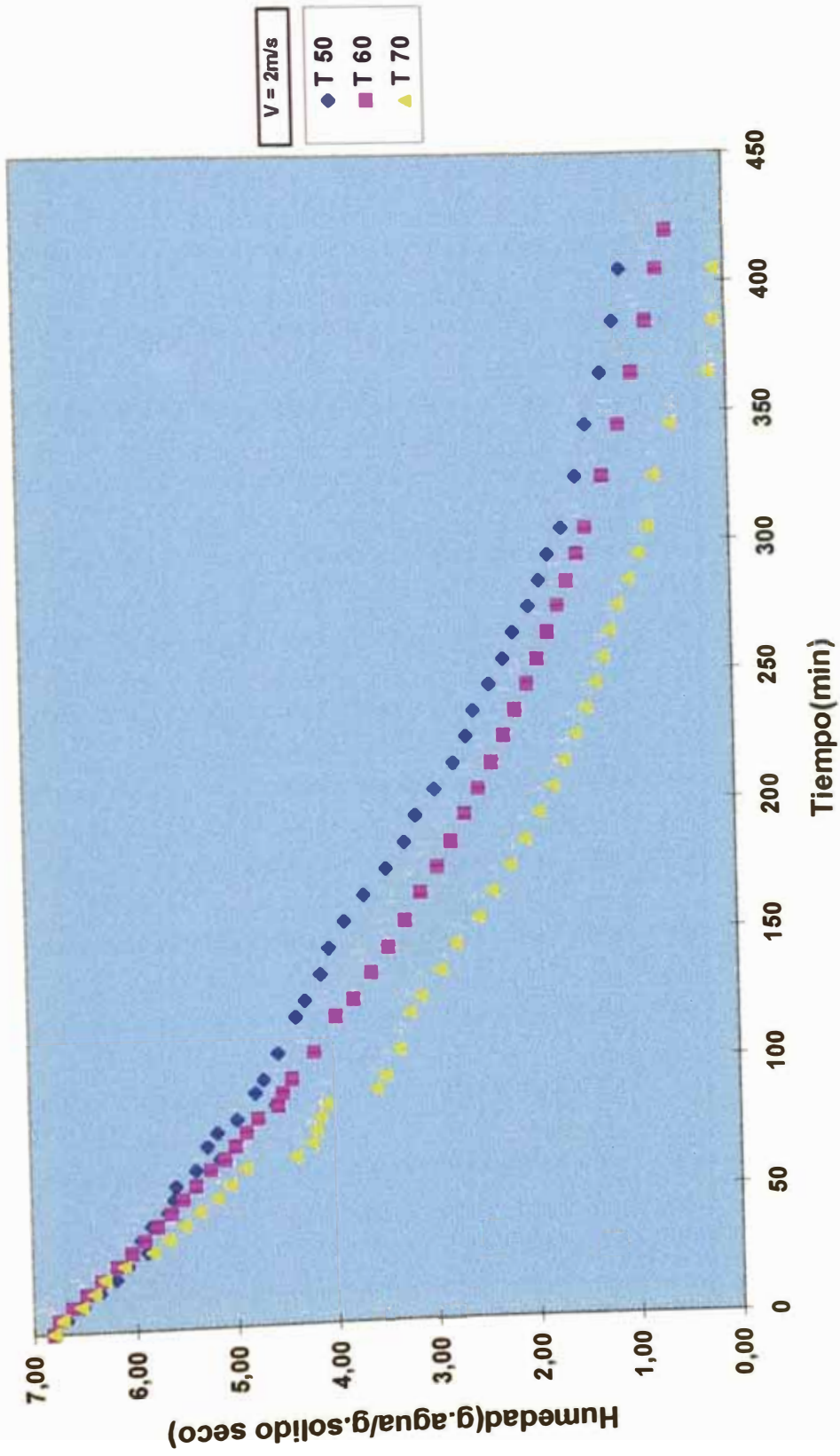
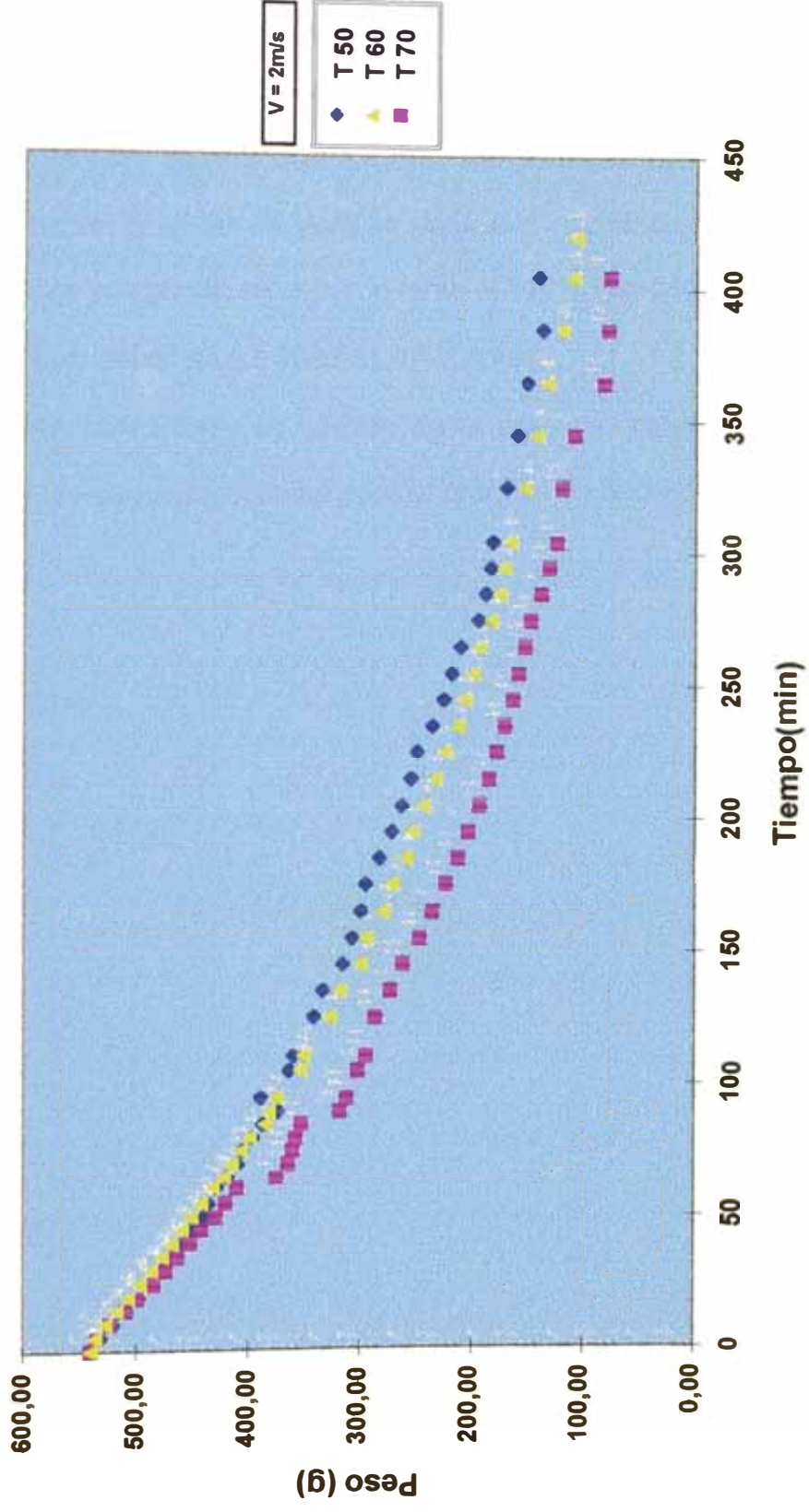


FIGURA 6.12
PESO VS TIEMPO



Tercera Serie:

Determinación de tiempo de secado.

Habiéndose fijados la temperatura y velocidad del aire variamos el tiempo de secado, se nota que a mayor tiempo existe menor contenido de humedad en el ají panca; esto se debe a lo explicado anteriormente en la primera y segunda serie por lo tanto el tiempo de secado al 7% de humedad final del ají panca seco es $\theta = 7$ horas.

Por lo tanto concluimos en función de la primera, segunda y tercera serie, que las variables óptimas para el proceso de secado del ají panca son:

$$\phi = 2\text{m/s}$$

■ $\theta = 7\text{h}$

■ $T = 70\text{ }^{\circ}\text{C}$

RESULTADO DE LA SELECCION DE VARIABLES PARA EL PROCESO

Tamaño de muestra	:	Corte Longitudinal
Humedad en Base húmeda	:	H = % peso de agua
Temperatura de secado	:	T (C)
Tiempo de secado	:	θ (horas)
Velocidad del aire		ϕ (m/s)
Peso de la muestra	:	540 g.

PRIMERA SERIE : T y θ Constantes , ϕ Variable

T	70 °C	70 °C	70 °C
θ	5 h	5 h	5 h
ϕ	1,0	1,5	2,0
H	43 %	26 %	19 %

SEGUNDA SERIE :

De los resultados anteriores para los fines creado resulta conveniente solo un $\theta = 7$ h.

Mantener las pruebas a θ y $\phi = \text{cte.}$ y T variable

T	50 °C	60 °C	70 °C
θ	7 h	7 h	7 h
ϕ	2	2	2
<hr/>			
H	42 %	36 %	10 %

TERCERA SERIE : De los resultados de la 1era. serie conviene :

Mantener $\phi = 2$ m/s fijo , T = cte y θ variable

T	70 °C	70 °C	70 °C
θ	5 h	6 h	7 h
ϕ	2	2	2
H	19 %	17 %	10 %

Las variables recomendables para el proceso son :

$$\phi = 2 \text{ m/s}$$

$$\theta = 7 \text{ h}$$

$$T = 70 \text{ °C}$$

DETERMINACION DE LAS CONDICIONES CRITICAS DE SECADO.

1. Con las variables óptimas obtenidas experimentalmente, en el secado del ají, se realizó varias pruebas con diferentes masa de ají panca fresco.
2. Se realizaron los cálculos para determinar la velocidad de secado, humedad y tiempo crítico que son parámetros a utilizar para el diseño del secador por túnel de aire caliente.

Para secar el ají se gráfica su contenido de humedad en función del tiempo (θ) y se obtiene la llamada curva de secado. Ver Fig. 6.13.

El gráfico de la velocidad de secado (R) en función del tiempo (θ) es típicamente como se muestra en la Fig. 6.14.

De la Fig. 6.13 y 6.14 al representar la humedad el sólido frente al tiempo y manteniendo constantes las condiciones de secado se puede observar

que la humedad del sólido disminuye con el tiempo y la velocidad de secado en ese período permanece constante (BC), hasta que la humedad del sólido alcance un valor crítico. El punto donde ocurre la transición del cambio de velocidad de secado se denomina contenido crítico de humedad (X_c). Ver Fig. 6.15.

A partir del cual la velocidad de secado y la humedad en el interior de nuestro producto decrece; es decir comienza a secarse la superficie hasta alcanzar el equilibrio con el aire.

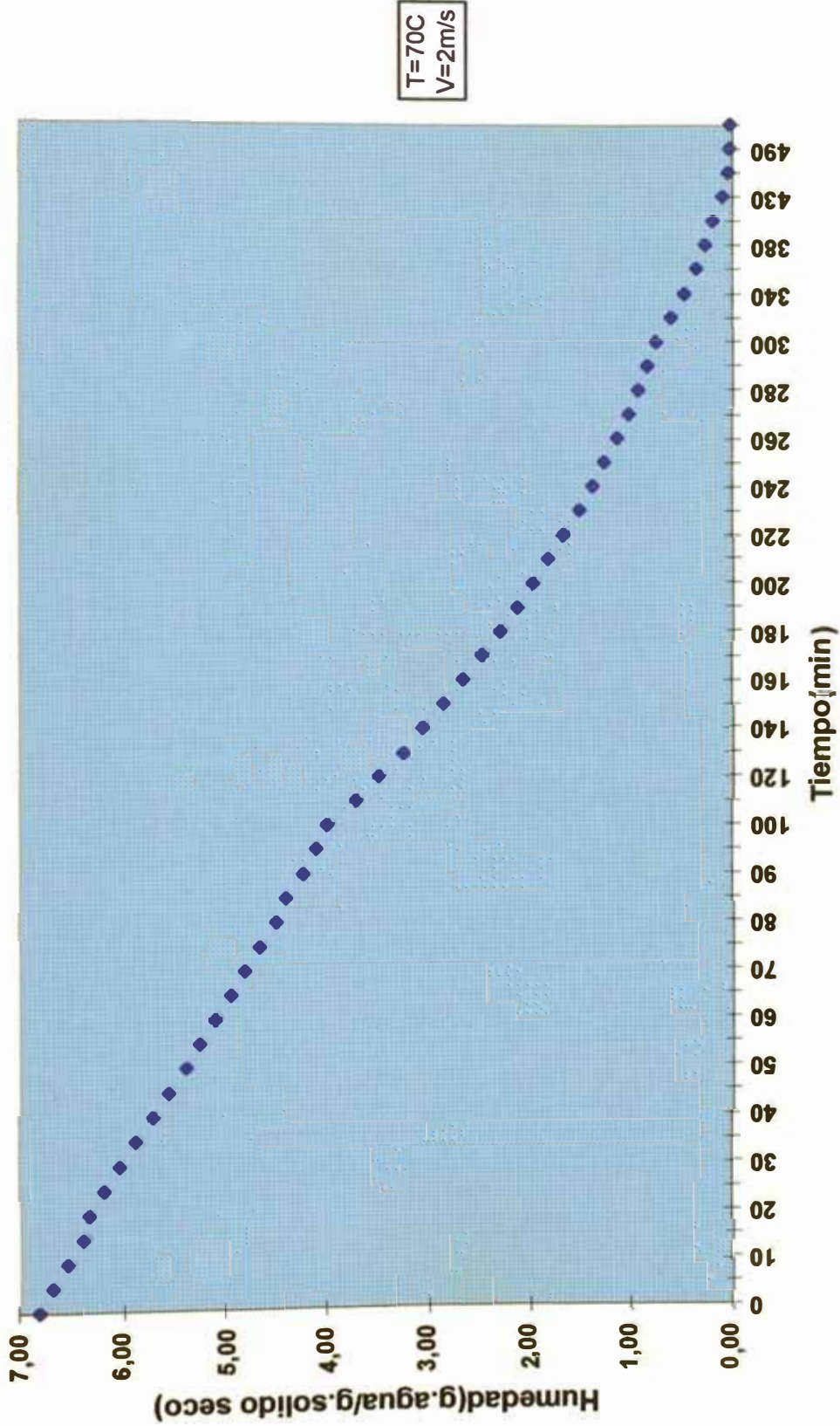
Una vez determinado dichas condiciones críticas, en la Fig. 6.14 se halla el tiempo crítico de secado, el cual es el tiempo en el instante en que la curva de secado se separa del comportamiento lineal.

Por lo expuesto anteriormente y analizando las curvas características de secado del ají panca y los datos experimentales del cuadro No. 6.4 se obtuvieron

$$\theta_c = 103 \text{ min.} \quad R_c = 0,72 \text{ Kg. H}_2\text{O/h. m}^2 \quad X_c = 3,70 \text{ Kg. H}_2\text{O/Kg sólido seco}$$

Cálculo de la Velocidad de Secado Experimental. Ver anexo 4.

FIGURA 6.13
HUMEDAD VS TIEMPO



ANALISIS EXPERIMENTALES DEL CONTROL DE CALIDAD DEL AJI

PANCA SECO (CAPSICUM FRUTESCENS)

Los análisis se efectuaron en materia seca.

REPORTE DE LOS RESULTADOS:

I.- ANALISIS FISICO-QUIMICOS

1	PORCENTAJE DE HUMEDAD	7,8 %
2.	EXTRACTO ETereo NO VOLATIL	16,4 %
3.	NITROGENO TOTAL	3,82%
4.	FIBRA CRUDA	25,97%
5.	VITAMINA C (expresado como ácido ascorbico)	58 ppm
6.	PORCENTAJE DE CENIZAS	7,83%

II.- ANALISIS BACTERIOLOGICO

1. CARACTERISTICAS DE LOS FILAMENTOS DE MOHOS.

- a) Estructura tubular
- b) Paredes paralelas de igual intensidad
- c) Extremos redondeados color oscuro
- d) Protoplasma general granular

NUMERACION MENOR DE 10^5 / g

2. CUENTA BACTERIANA

- a) Número de colonias
- b) Número de gérmenes por gramo

MENOR DE 10 / g

3. INVESTIGACION DE GERMENES COLIFORMES

a) Número de colonias

b) Bacilos coli / g

AUSENCIA TOTAL

Estos análisis se efectuaron (siguiendo las Normas Técnicas de INDECOPI) en el Laboratorio No. 12 de la Facultad de Ciencias de la Universidad Nacional de Ingeniería por la Msc. Otilia Acha De la Cruz. Ver Anexos.

Resultado del Análisis Espectrográfico de Cenizas de Ají Panca Seco (a Temperatura de 350 °C), presenta mayor contenido de Potasio, y en menor proporción Sodio, Calcio, Magnesio.

De los resultados del análisis cuantitativo del ají panca seco:

- Plomo (Pb) 1,5 ppb
- Cadmio (Cd) 0,1 ppb

Estos análisis se efectuaron en el Laboratorio de Espectrometría de la Facultad de Ingeniería Geológica Minera y Metalúrgica de la Universidad Nacional de Ingeniería, a cargo del Ing. Atilio Mendoza. Ver Anexos.

6.10 BALANCE DE MATERIA Y ENERGIA

Sabemos que los secadores de túnel de aire caliente en proceso discontinuo, en promedio de batch procesan de 10 a 50 Kg./h. Ver Fig. 6.1. Por eso asumimos 70 Kg./h. en la cual en 7 horas de proceso resulta ser 490 Kg., tomaremos 500 Kg. de materia prima despepada a deshidratar.

6.10.1 Estado Inicial de Aji Panca

Corte longitudinal:

Cantidad : $M = 500$ Kg. de aji panca

Humedad : $H_i = 87,2\%$ (Base húmeda)

Ver Figura 6.18.

$$X_i = 6,81 \frac{\text{Kg. agua}}{\text{Kg. sólido seco}} \quad (\text{Base seca})$$

6.10.2 Estado Final

Consumo directo : $H_f = 12\%$

Polvo : $H_f = 7\%$

Humedad final : $H_f = 7\%$ (Base húmeda)

$$X_f = 0,108 \frac{\text{Kg. agua}}{\text{Kg. sólido seco}} \quad (\text{Base seca})$$

6.10.3 Curvas de Secado, Tiempo de Secado

Las curvas de secado del aji panca se muestra en el gráfico No. 6.13, 6.14 y 6.15.

En ella podemos ver los datos y resultados obtenidos en el laboratorio de secado del Centro de Energías Renovables (Laboratorio No. 5 - Facultad de Ingeniería Mecánica de la Universidad Nacional de Ingeniería).

A continuación se muestra los valores críticos:

- Tiempo crítico : $\theta_c = 103 \text{ min.}$
- Velocidad de secado constante: $R_c = 0,72 \text{ Kg agua /h.m}^2$
- Contenido de humedad crítica : $X_c = 3,70 \frac{\text{Kg. agua}}{\text{Kg. sólido seco}}$

6.10.4 Procesos Térmicos seguidos por el Aire en el Equipo Secador

La masa de aire a utilizarse en los procesos de secado sigue los siguientes etapas:

1° Proceso de calentamiento a humedad específica constante.

El aire ingresa a condiciones ambientales (pto. 1 en Fig. 6.17) al equipo calefactor y sale a 70°C (pto. 2 en la Fig. 6.17).

2° Proceso de humidificación a Entalpia constante.

El aire ingresa a la cabina de secado a 70°C y a su paso sobre el sólido húmedo absorbe vapor de agua y sale saturado (pto. 3 en la fig. 6.17).

Las propiedades del aire cambian como consecuencia del vapor

agua durante los dos procesos. El uso de la carta psicrométrica nos permite conocer el valor de dichas propiedades.

Los valores que se muestran a continuación se hallaron usando la carta psicrométrica que se incluye en el anexo No. 5.

* Proceso de calentamiento (1 - 2)

$T_1 = 20,5^{\circ}\text{C}$; $T_2 = 70^{\circ}\text{C}$ (Temperatura de secado)

$T_{BH} = 18,88^{\circ}\text{C}$

$\phi_1 = 90\% \text{ HR}$; $\phi_2 = 6,5\% \text{ HR}$

$h_1 = 12,20 \text{ Kcal/Kg. aire seco}$

$h_2 = 25,6 \text{ Kcal/Kg. aire seco}$

$W_1 = 0,013 \text{ Kg. agua/Kg. aire seco}$

$W_2 = 0,013 \text{ Kg. agua/Kg. aire seco}$

* Proceso de humidificación (2 - 3)

$T_3 = 32^{\circ}\text{C}$

$\phi_3 = 100\% \text{ HR}$

$h_3 = 25,6 \text{ Kcal/Kg. aire seco}$

$W_3 = 0,029 \text{ Kg. agua/Kg. aire seco}$

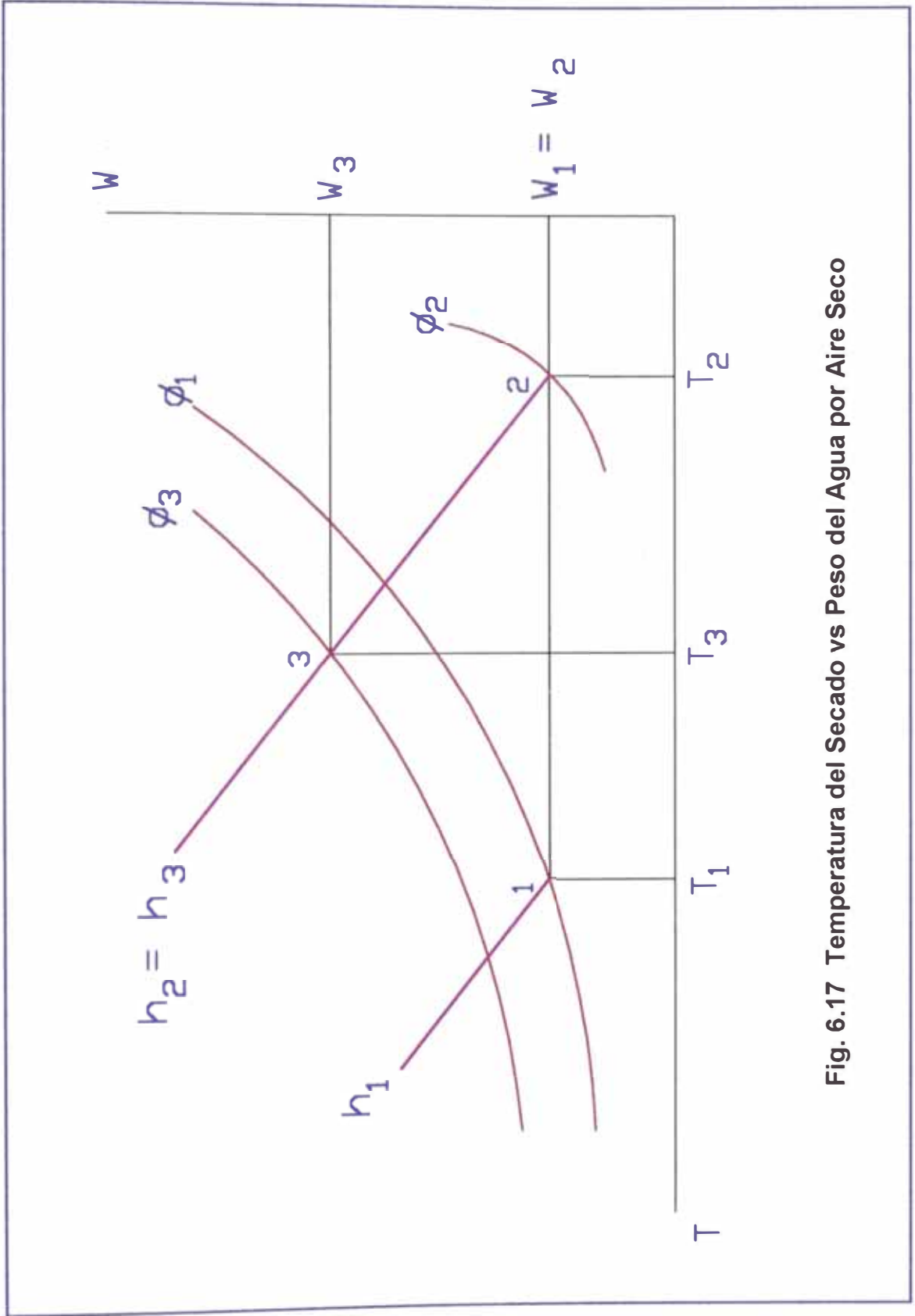


Fig. 6.17 Temperatura del Secado vs Peso del Agua por Aire Seco

BALANCE Y MATERIA Y ENERGIA

Materia Prima: 600 Kg. de Aji Panca Entero

Materia Prima de Proceso: 500 Kg.

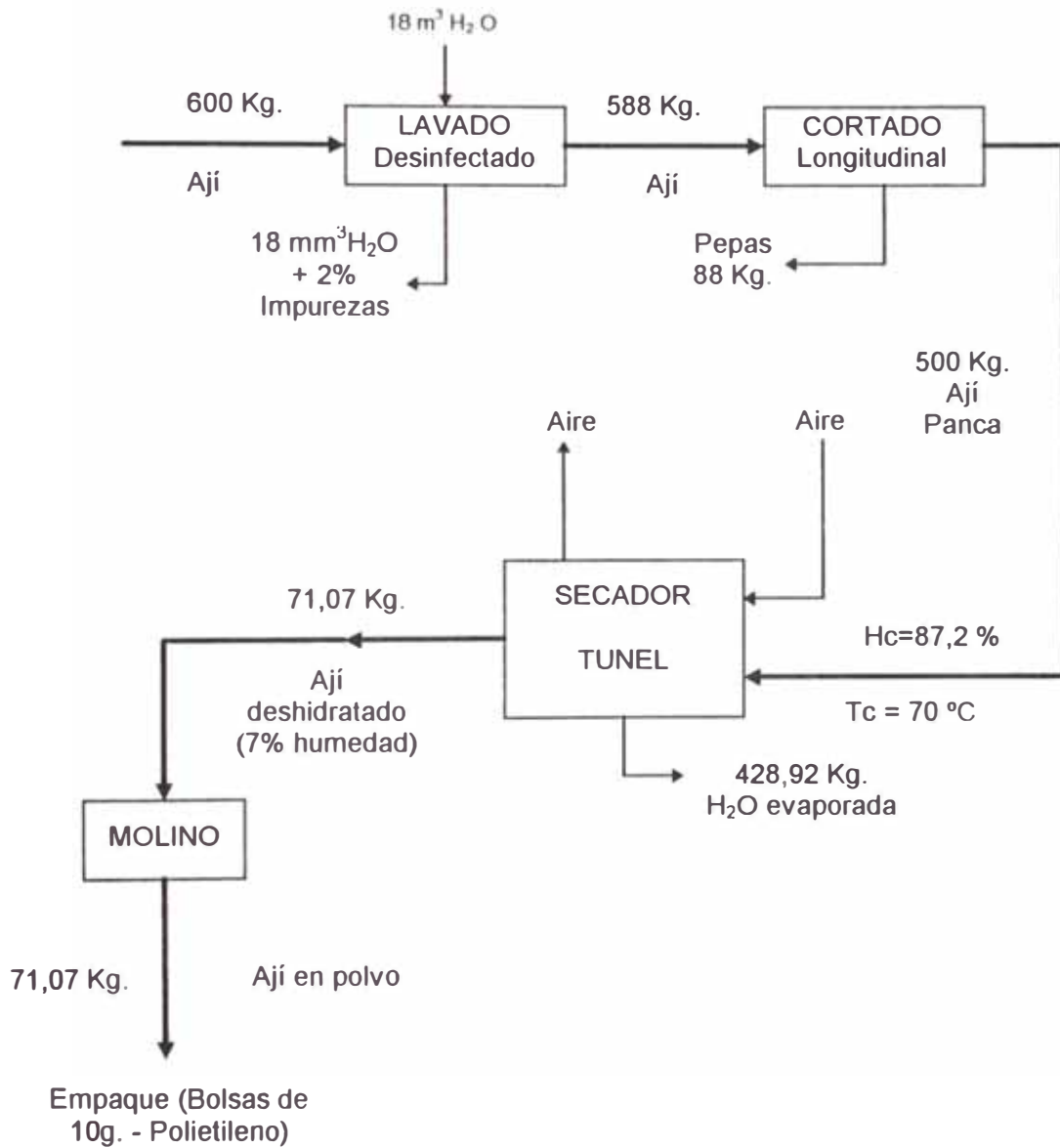


Fig. 6.18

6.10.5 Cálculo de los parámetros de diseño

A. Cálculo de la cantidad de sólido secos (L_s)

$$L_s = M (1 - H_i)$$

$$L_s = 500 (1 - 0,872) = 64 \text{ Kg. sólidos secos}$$

B. Cálculo de la masa de agua que se debe extraer del producto

$$W = L_s (X_i - X_f)$$

$$W = 64 (6,81 - 0,108) = 428,9 \text{ Kg. agua}$$

$$\text{Sea: } W = 428,92 \text{ Kg. agua}$$

C. Cálculo de la capacidad de absorción de 1 Kg de aire seco (M_w)

$$M_w = W_3 - W_2$$

$$M_w = 0,029 - 0,013 = 0,016 \text{ Kg. agua/Kg. aire seco}$$

D. Cálculo de la masa de aire seco necesario para extraer el vapor de agua (M_s)

$$M_s = \frac{W}{M_w}$$

$$M_s = \frac{428,92}{0,016} = 26\,807 \text{ Kg aire seco}$$

E. Cálculo de la masa de aire ambiental necesario para el proceso de secado (Ma)

En la carta psicrométrica se puede observar que se tiene 0,013 Kg de vapor de agua por cada Kg de aire seco (a condiciones ambientales).

Entonces a 26 807 Kg. de aire seco le corresponderá:

$$0,013 \times 26\,807 = 348,49 \text{ Kg. vapor de agua}$$

Por lo tanto:

$$Ma = (348,49 + 26\,807) = 27\,155,49$$

Tomaremos : Ma = 27 155,49 Kg. aire ambiental

F. Cálculo del volumen de aire (V)

$$V = Ma \times v \quad (v = \text{volumen específico en m}^3/\text{Kg})$$

$$v = \frac{2,17(t + 273)}{p} \left[1 + \frac{W}{623} \right]$$

Donde:

t = temperatura de bulbo seco (°C) - t = 20,5°C

p = presión barimetrica (mmHg), p = 760 mmHg

W = contenido de humedad del aire (g por Kg aire seco)

W = 13 g/Kg aire seco

Reemplazando en la expresión anterior:

$$v = 0,8555 \frac{\text{m}^3}{\text{Kg aire}}$$

Luego:

$$\forall = 27\,155,49 \times 0,8555 = 23\,231 \text{ m}^3 \text{ aire}$$

G. Tiempo de funcionamiento del equipo (t)

Tomando en cuenta el tiempo de operación de secado óptimo experimental

$$\theta = 7 \text{ horas}$$

H. Cálculo del calor necesario para calentar el aire ($Q\alpha$)

$$Q\alpha = Ms \frac{(h_2 - h_1)}{t}$$

$$Q\alpha = 26807 \frac{(25,6 - 12,20)}{420 \times 60} = 14,25 \text{ Kcal/s}$$

$$Q\alpha = 14,25 \times 4,1868 = 59,66 \text{ Kw}$$

I. Cálculo del calor perdido a través de las paredes de la cabina de secado (Qp)

Por conducción y por radiación aproximaremos a 5% de la energía tomada por el aire, lo que se verifica más adelante, una vez dimensionada la cabina de secado.

$$\text{Sea: } Qp = 5\% Q\alpha$$

$$Qp = 0,05 \times 59,66 = 2,98 \text{ Kw}$$

J. Cálculo del calor que debe ganar el aire a su paso por el equipo calefactor ($Qproc$)

$$Qproc = Q\alpha + Qp$$

$$Q_{\text{proc}} = 59,66 + 2,98$$

$$\text{Sea: } Q_{\text{proc}} = 62,64 \text{ Kw}$$

K. Cálculo del flujo de aire para el proceso (\dot{V}_{aire})

$$\dot{V}_{\text{aire}} = \frac{\dot{V}}{t}$$

$$\dot{V}_{\text{aire}} = \frac{23\ 231}{420 \times 60} = 0,925 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$m_{\text{aire}} = \frac{27\ 155,49}{420 \times 60} = 1,077 \text{ Kg/s}$$

6.11 DISEÑO DE EQUIPOS

6.11.1 Introducción de diseño de equipo

La etapa denominada DETERMINAR LA TECNOLOGIA merece explicarla más ampliamente y lo haremos dando una idea de lo que aquí estamos entendiendo por tecnología.

En forma muy concreta diremos que es la concurrencia de los procedimientos técnicos, los procesos y métodos de fabricación y, el conjunto de máquinas y herramientas necesarias.

De estos tres factores, nos interesa precisar el primero en tanto acciones a realizar para el caso que nos ocupa y fundamentalmente, este aspecto incluye las tareas de cálculo,

diseño y planificación (organización de actividades sucesivas), precisando un poco más, dentro del cálculo y diseño debe procederse a realizar las siguientes tres actividades genéricas.

1. Señalar condiciones de funcionamiento, tales como:
 - a) El modo de circulación del fluido (libre o forzada).
 - b) El período de funcionamiento durante el año (mensual, estacional, temporal, etc.).
 - c) Ubicación física relativa (características específicas del lugar de instalación).
2. Fijar valores para los parámetros meteorológicos considerados.

Esta tarea implica la necesidad de arribar a un valor numérico para cada uno de los parámetros, radiación solar, temperatura del ambiente, velocidad del viento y humedad relativa. Estos valores servirán para realizar los cálculos que corresponda, por lo que deberán ser suficientemente representativos de los fenómenos que los originan y concordantes con las condiciones generales de diseño que se hayan planteado.

3. Determinar los parámetros térmicos, termodinámicos y de flujo. En esta etapa del diseño se efectúan todas las tareas de cálculo, de selección, de búsqueda de propiedades y/o constantes representativas, etc., necesarias para concretar la idea-solución planteada. En esta parte se incluiría, cuando fuera necesario actividades relacionadas con el mecánico del sistema tales como, desgaste, corrosión, presencia de esfuerzos, etc.

Estas tres actividades genéricas se interrelacionan tanto entre sí

como son las tres primeras etapas el procedimiento de diseño especificado en el curso del desarrollo de la etapa nominada como de "determinación de la tecnología"; el producto global son las dimensiones, los componentes, los materiales adecuados y la capacidad del equipo diseñado.

Llegados a este punto, tal vez quede por hacer algún otro cálculo complementario o de afinamiento, hecho esto, enfocaremos la tarea restante, es decir realizar el análisis técnico económico y la optimización correspondientes, con lo cual habríamos terminado nuestro trabajo de diseño.

El primer paso en el diseño es fijar el nivel tecnológico del secado, éste depende fundamentalmente de la rentabilidad del secado y, también, del acceso a talleres así como del nivel tecnológico promedio empleado en la unidad de producción donde será usado el secador.

Particularidades del Secado.

La aplicación del procedimiento de diseño acabado de detallar a un caso particular como el secado de productos agrícolas y alimenticios exige el conocimiento de algunos aspectos pertenecientes o derivados del producto que deseamos secar, los más importantes son:

- Características del producto seco, especialmente su humedad final.
- Isotermas de sorción o datos sobre la humedad relativa ambiente máxima que permite secar a temperatura ambiente.
- Curvas de secado a variadas condiciones de temperatura,

humedad relativa ambiente y velocidad del flujo de aire o información sobre la duración del secado en dichas condiciones.

Al seleccionar el tipo de secador debe tenerse en cuenta que en algunos casos el secado puede realizarse por etapas en diferentes tipos de secadores, a fin de lograr una mayor eficiencia.

6.11.2 Diseño del Equipo Modular de Secado para el Aji Panca

El ají panca tanto en mojado como en seco es un material fibroso no corrosivo, no tóxico, no inflamable, no abrasivo, presenta un alto contenido de humedad crítica (84%) y el sólido a secarse será de corte longitudinal.

El ají panca es un material higroscópico con (87,2%) de humedad inicial. En ensayos realizados en el laboratorio de CER(FIM-UNI) se obtuvo un tiempo de secado igual a 7,0 h. para una humedad final de 7%.

Procesaremos un lote de 500 Kg. de ají panca por cada ciclo de secado (ciclo = 7,0 horas), en otros términos : 71 Kg./hr.

Durante los ensayos se observó que el producto se contrae, hacia el centro, según este centro se encuentra en el interior del producto o sobre las capas exteriores. En un primer caso se produce una cavidad en el interior del producto y en el segundo caso, una contracción en las superficies planas, dejando espacios vacíos entre cada corte longitudinal del ají.

Con el que área del contacto gas-sólido aumenta y por ende disminuye el tiempo de secado o la instalación de la planta de

secado debe ocupar un espacio físico mínimo provisto de energía eléctrica, agua, desagüe.

Según el punto 6.1 del presente proyecto se tiene que los tipos de secadores que se ajustan a nuestros requerimientos son: bandejas, túnel, congelación al vacío (Liofilización) infrarrojo, dieléctrico. Descartamos a los secadores infrarrojos y dieléctricos debido a su alto consumo de energía eléctrica; también descartamos el método de congelación al vacío (Liofilización) por requerir espacio físico de contacto con el refrigerante muy grande.

Los secadores tipo túnel son muy usados para el procesamiento de materiales en pequeña o gran escala.

El contenido de humedad inicial y crítico del ají panca es muy elevado por lo que se buscará una disposición adecuada del producto dentro del secador para disminuir el tiempo total de permanencia del producto dentro de ésta.

Se debe elegir un secador que nos permita secar otros productos con características similares al ají panca.

El factor decisivo en la elección de un secador continuo o discontinuo es la escala de producción.

La cantidad de material que se va a procesar no justifica la inversión de un equipo más costoso. Ello es justificable para operaciones farmacéuticas.

Por esta razón debido a la escala de producción a la operación manual. (Carga y descarga de bandejas) y principalmente al tipo de producto es que se va a diseñar un secador de bandejas pertenecientes al tipo de secadores discontinuos o por lotes.

6.11.3 Descripción General del Equipo Modular de Secado para Aji Panca de Corte Longitudinal

Este equipo es conocido también con el nombre de secador deshidratador por túnel de aire caliente con flujo forzado.

Este equipo consta de dos unidades, una unidad acondicionadora de aire (calienta hasta 70°C) y una unidad deshidratadora (deshidrata el producto hasta 7%).

La unidad deshidratadora (secadora de bandejas) esencialmente consiste de una ó más cámaras o compartimentos, donde se ubican las bandejas que contiene el material húmedo a secarse.

Generalmente las bandejas se colocan sobre bastidores que pueden moverse como unidades independientes para colocarlos en la cámara o ser retirada de ellos.

La unidad acondicionadora de aire caliente consta de un grupo de resistencia que eleva la temperatura del aire a través de ellas y la cámara de secado.

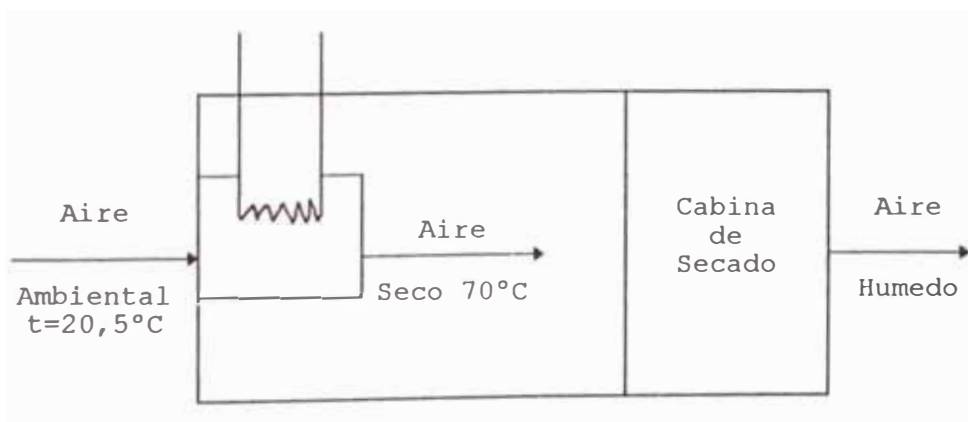


Fig. 6.19 Esquema representativo del equipo

6.11.4 Diseño del Secador

Esquema del secador. Ver Fig. 6.20.

6.11.5 Determinación del Número de Bandejas

Sabemos que:

$$A_T = \frac{L_s}{R_c} \frac{X_i - X_c}{\theta_c} \quad (4.1)$$

Dónde:

$$L_s = 64 \text{ Kg sólido seco}$$

$$R_c = 0,72 \text{ Kg agua/h.m}^2$$

$$X_i = 6,81 \text{ Kg agua/Kg sólido seco}$$

$$X_c = 3,7 \text{ Kg agua/Kg sólido seco}$$

$$\theta_c = 103 \text{ min} = 1,71 \text{ h.}$$

Reemplazando:

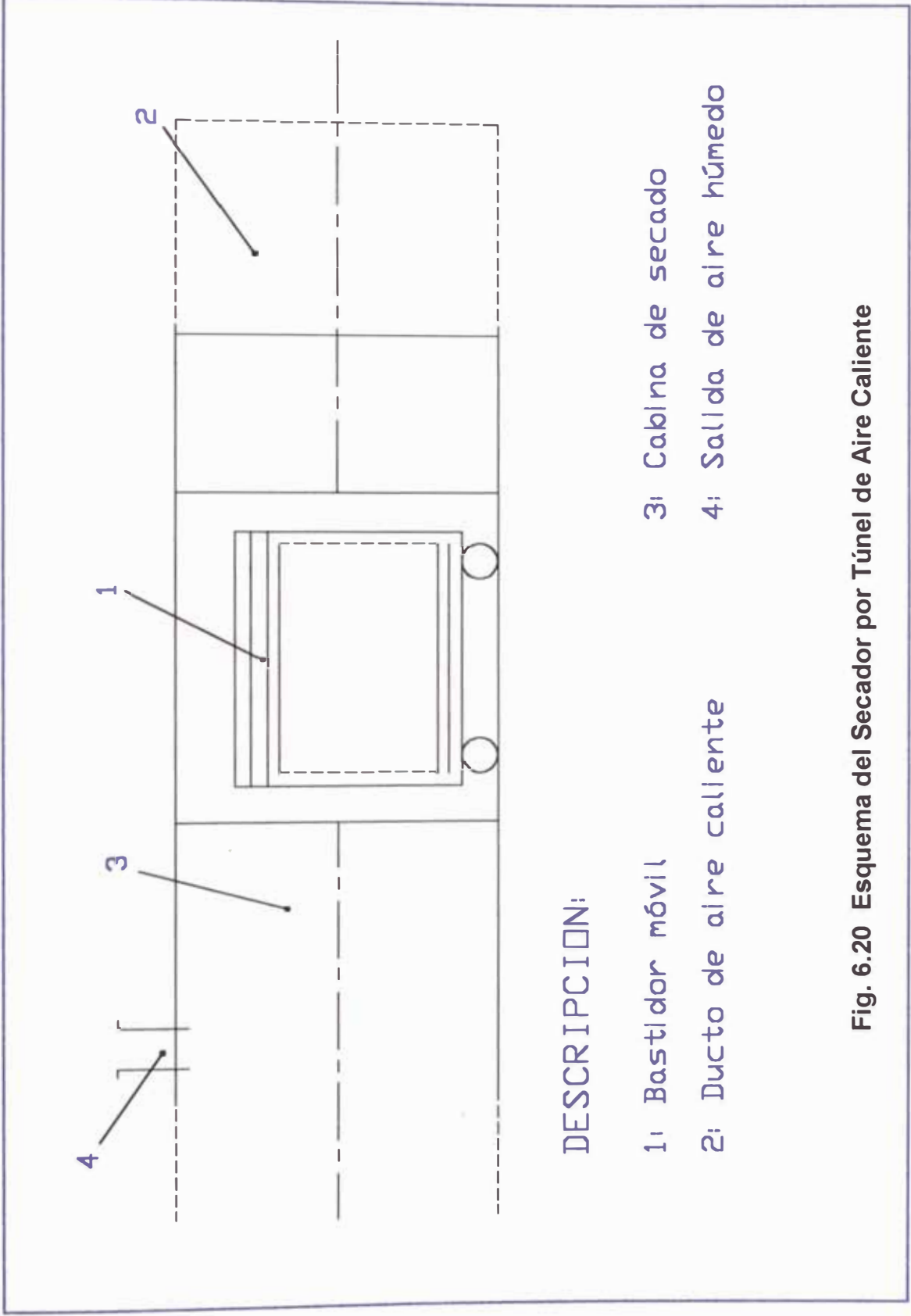
$$A_T = 161,6 \text{ m}^2$$

Se requiere un total de 161,6 m² de superficie de contacto entre el aire y el producto húmedo.

El contacto superficial se presenta por ambas caras, por lo cual solamente se necesitarán la mitad del total, es decir 80,83 m² de área de bandejas.

Debemos secar 500 Kg de ají fresco por batch, para lo cual colocaremos 9 Kg en cada bandeja, es decir densidad de carga es: 9 Kg/bandeja.

Por lo tanto necesitaremos $500/9 = 55,5$ bandejas.



DESCRIPCION:

- 1: Bastidor móvil
- 2: Ducto de aire caliente
- 3: Cabina de secado
- 4: Salida de aire húmedo

Fig. 6.20 Esquema del Secador por Túnel de Aire Caliente

Como 55,5 es un número de bandejas impar, y en nuestro proyecto estimaremos 4 cabinas, entonces asumiremos 60 bandejas, cuyas dimensiones se calculan en el siguiente punto.

6.11.6 Cálculo de las Dimensiones de las Bandejas:

Se debe tener 80,83 m² de área de las bandejas, puesto que necesitamos 60 bandejas; entonces el área de cada bandeja será:

$$A = \frac{80,83}{60} = 1,34 \text{ m}^2/\text{bandeja}$$

Además sabiendo que:

$$\dot{V} = N \times V_{aire} \times a \times d$$

$$\dot{V} = 0,925 \text{ m}^3/\text{s}$$

N = 15 número de filas

V_{aire} = 2 m/s

d = 0,03 m = 3 cm

a = 1,027 m

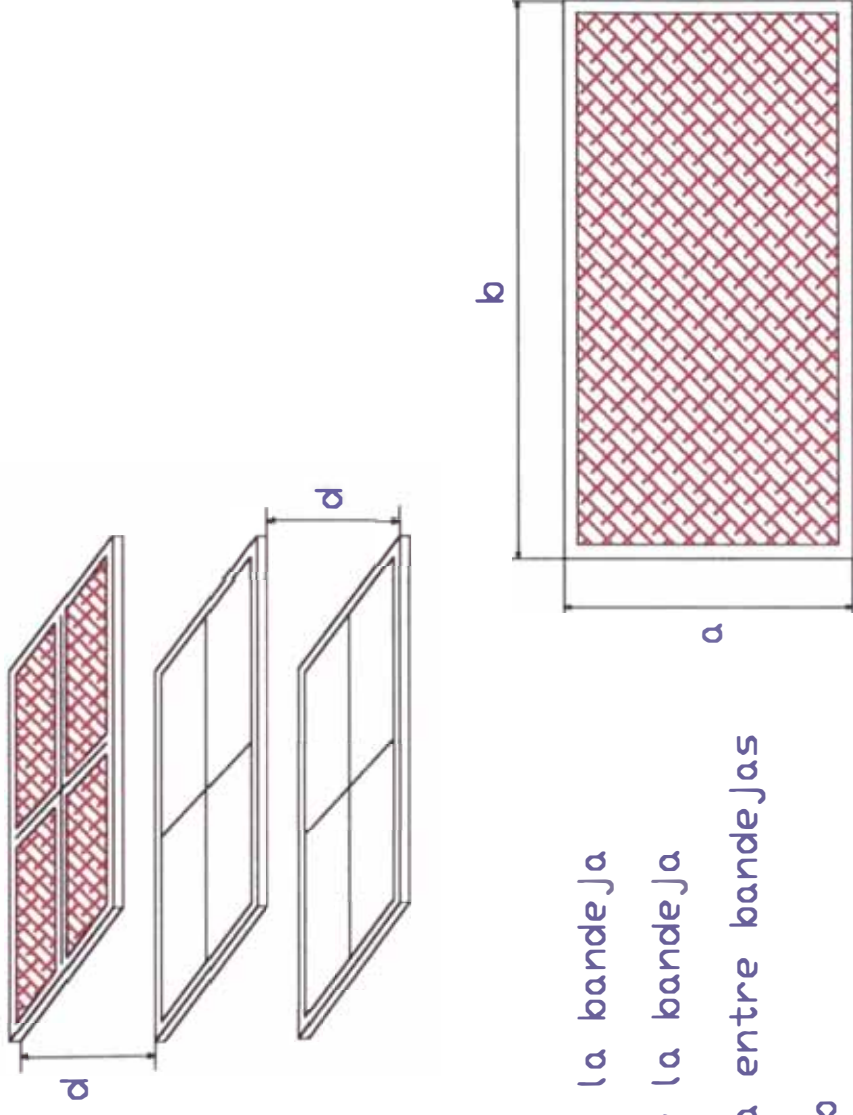
Luego:

$$b = \frac{1,34}{1,027} = 1,30$$

b = 1,30 m

Por lo tanto la bandeja tendrá dimensiones:

a = 1,027 m. b = 1,30 m.



a : Ancho de la bandeja

b : Largo de la bandeja

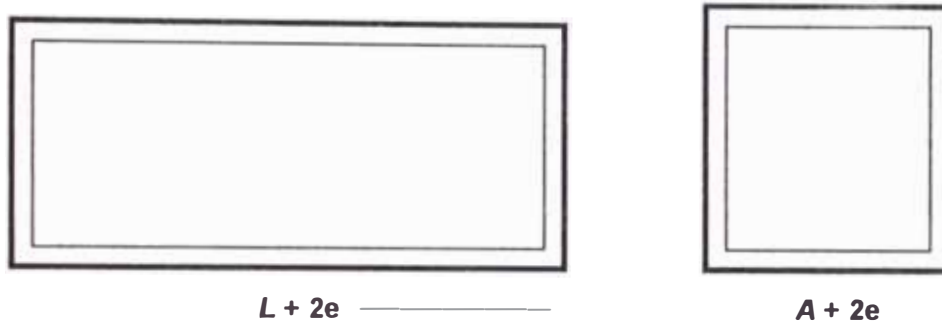
d : Distancia entre bandejas

$$A = a \times b$$

Fig. 6.21 Dimensiones de la Bandeja

6.11.7 Cálculo de las Dimensiones de la Cabina de Secado

Para el cálculo no basaremos en el número de bandejas (determinará la altura) y su dimensión para determinar el ancho de la cabina.



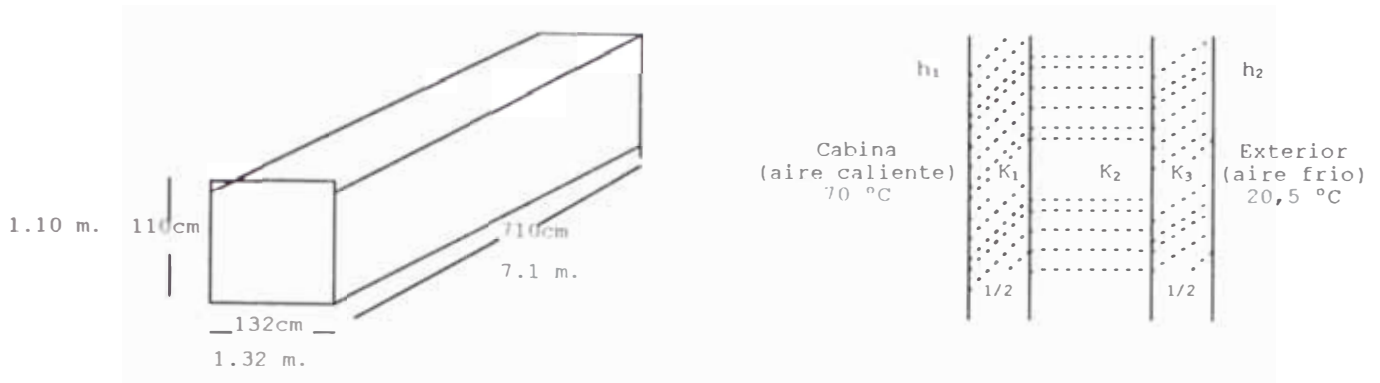
e : espesor del aislante

d : distancia entre bandejas

Fig. 6. 22: Dimensiones de la Cabina de Secado

Para conocer las dimensiones de la Cabina de Secado es necesario conocer el valor de "e".

6.11.8 Cálculo del Espesor de Aislante Térmico



Consideramos conducción y convección

Q_p = calor perdido a través de las paredes

$Q_p = 2.98 \text{ Kw}$

ASUNCIONES.

1. Despreciando pérdida de calor en los vértices
2. Flujo de calor constante:
Temperatura interna 70°C constante
Temperatura externa 20,5°C constante
3. Area interna = Area Externa = Area constante
4. Hay pérdidas de calor a través de todas los paredes (laterales, techo, piso, cara anterior y posterior).
5. Objetivo. Determinar espesor del aislante para disminuir las pérdidas de calor.

a) Caso óptimo; $Q_p = 0$

Area de paredes laterales = $(1.10 \times 7,1) \times 2 = 15.62 \text{ m}^2$

Area de piso y techo = $(1.32 \times 7,1) \times 2 = 18.744 \text{ m}^2$

Area cara anterior y posterior = $(1.32 \times 1.10) \times 2 = 2.904 \text{ m}^2$

Area total de transferencia = 37.268 m^2

Espesor de las Paredes Sólidas: 0.005 m .

Coefficientes de convención para el aire:

■ Interior: Aire caliente 70°C $h_1 = 28,51 \text{ watt/m}^2 \text{ K}$

■ Exterior: Aire frio $20,5^\circ\text{C}$ $h_2 = 11 \text{ watt/m}^2 \text{ K}$

Ecuación combinando conducción y convección

$$q = \frac{T_1 - T_2}{\frac{l}{h_1 A_1} + \frac{\Delta x_1}{K_1 A_1} + \frac{\Delta x_2}{K_2 A_1} + \frac{\Delta x_3}{K_1 A_1} + \frac{l}{h_2 A_2}}$$

$$T_1 = 70^\circ\text{C} = 343 \text{ K}$$

$$T_2 = 20,5^\circ\text{C} = 293.5 \text{ K}$$

$$A_1 = A_2 = \text{Area total de transferencia} = 37,268 \text{ m}^2$$

$$\Delta x_1 = 0.5 \text{ cm} = 0.005 \text{ m}.$$

$$\Delta x_3 = 0.5 \text{ cm} = 0.005 \text{ m}.$$

$$K_2 : \text{Lana de vidrio } 0,03819 \text{ watt/m. K}$$

$$\Delta x_2 = \text{espesor del aislante}$$

$$K_1 = K_3 \text{ } 70^\circ\text{C} = 15,4068 \text{ watt/m. K}$$

Reemplazando los datos en la ecuación:

$$q = \frac{37,68(343 - 293,5)^\circ\text{K}}{\frac{l}{28,51} + \frac{0,005}{15,4068} + \frac{\Delta x_2}{0,03819} + \frac{0,005}{15,4068} + \frac{l}{11}} = 2.98 \times 1000 \text{ Watt}$$

Para verificar espesor con datos asumidos:

$$\frac{1865.16}{S_1 + S_2 + S_3 + S_4 + S_5} = 2980$$

$$\frac{1865.16}{S_1 + S_2 + S_4 + S_5 + S_3} = 2980$$

$$\frac{1865.16}{0.1266335671 + S_3} = 2980$$

$$1865.16 = 2980 (0.1266335671 + S_3)$$

$$S_3 = 0.499$$

$$S_3 = \frac{\Delta x_2}{0,03819} = 0.499$$

$\Delta x_2 = 0,0190$ m. \rightarrow 1.9 cm (espesor del aislante asumido (lana de vidrio)).

Entonces podemos verificar que el valor asumido para el espesor del aislante (lana de vidrio) en las dimensiones de nuestro equipo es aceptable debido a los cálculos efectuados, teniendo como dato la pérdida de calor del secador. Ver Fig. 6.23.

Cálculos para el Coeficiente de Conductividad, convención, de lana de vidrio. Ver anexo 6.

SECADOR

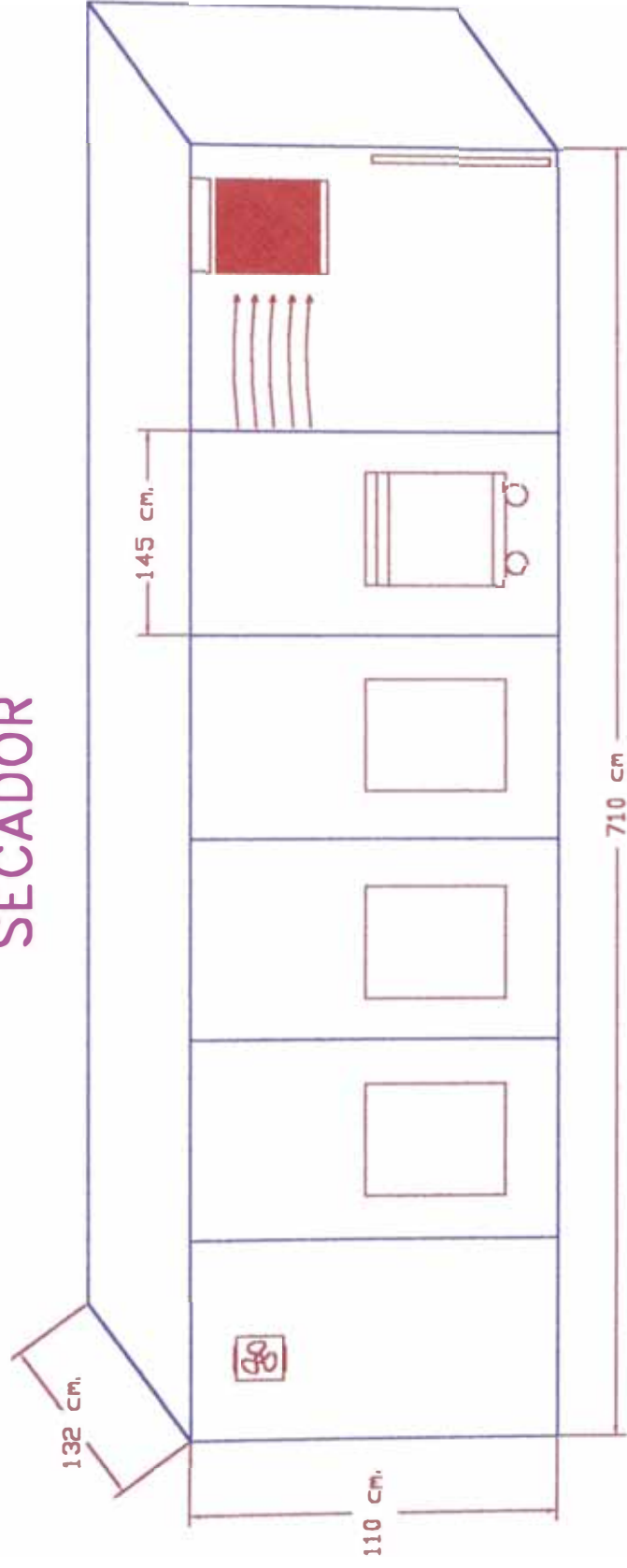
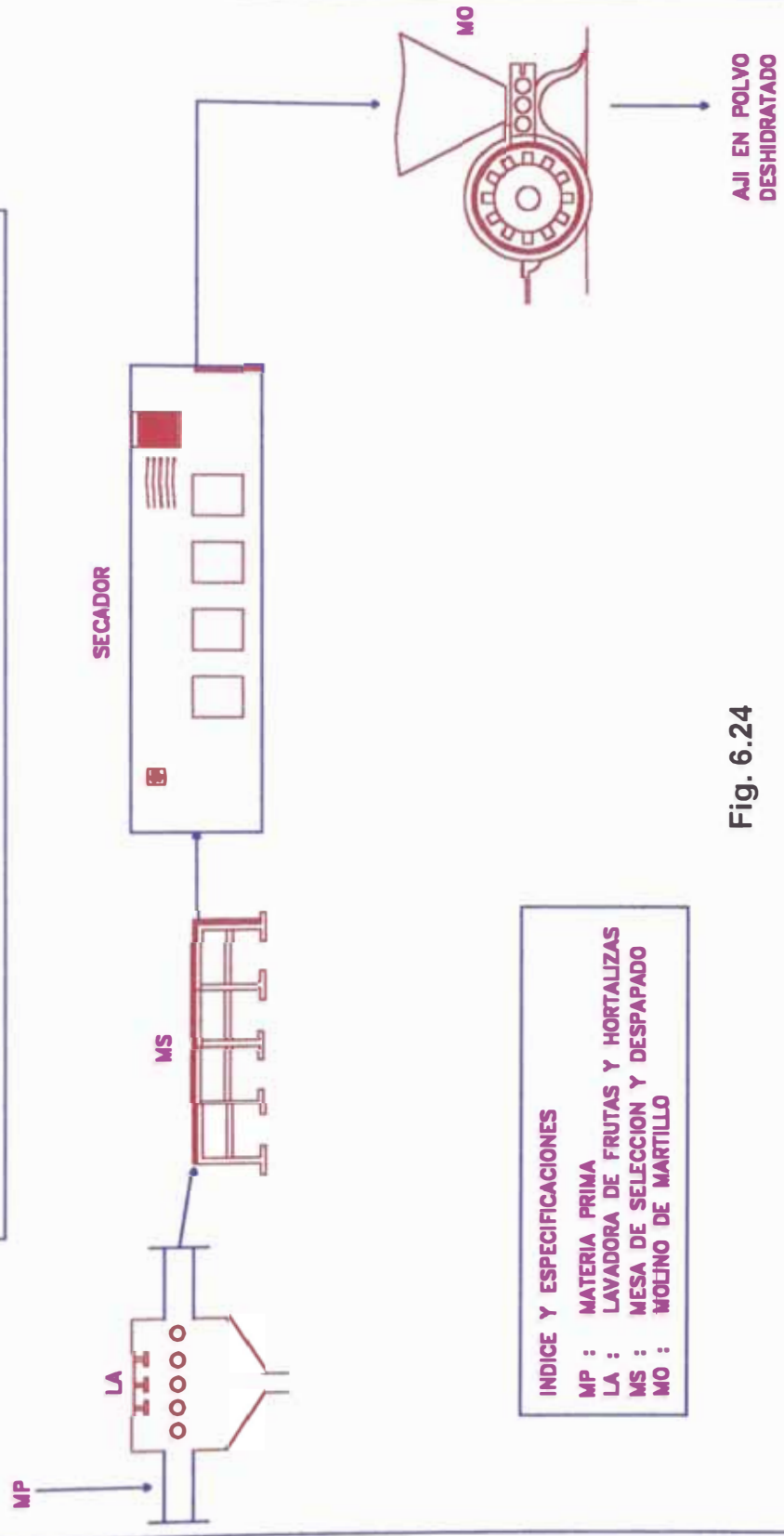


Fig. 6.23 Dimensiones de Equipo P opues:o

PROYECTO DE PRE-FACTIBILIDAD PARA LA INSTALACION DE UNA
 PLANTA DESHIDRATADORA DE AJI PANCA
 DIAGRAMA DEL PROCESO TECNOLOGICO



- INDICE Y ESPECIFICACIONES
- MP : MATERIA PRIMA
 - LA : LAVADORA DE FRUTAS Y HORTALIZAS
 - MS : MESA DE SELECCION Y DESPAPADO
 - MO : MOLINO DE MARTILLO

Fig. 6.24

6.12 CLASIFICACION DE MAQUINARIAS Y EQUIPOS

VENTILADOR CENTRIFUGO:

Procedencia	: Nacional
Caudal	: 3 000 CFM
Diámetro	: 11/2" ϕ con chumaceras oscilantes
Motor	: 4,8 HP - 1800 RPM
Material	: Plancha de fierro de 3mm.
Energía	: 220V - 60 HZ
Transmisión directa	: Por fajas y poleas
Precio	: \$ 390

SISTEMA CALEFACTOR:

El medio calefactor está comprendido por:

- Un quemador automático Diesel N°2
- Tubo de caldero de 1 1/4" de ϕ a todo lo ancho de la cabina
- Caja colectora de humo y chimenea de tiro de 1.80mt. de alto
- Salida de calor : 200 000 BTU/hr - 60 KW
- Calor de aire : 1850 cfm
- Capacidad del tanque : 91 lts.
- Consumo de combustible : 7,2 lt/hr
- Corriente eléctrica : 220V - 50HZ
- Corriente : 4 A
- Largo de la máquina : 62 pulg ó 1575 mm
- Ancho de la máquina : 28 pulg - 711 mm
- Alto de la máquina : 41,5 ó 1054 mm
- Precio** : \$ 7 200

CAMARA DE SECADORA

Cabina metálica de doble pared, con aislamiento central de lana de vidrio de 1 1/2", construido en plancha de 1/16" de espesor, con estructuras de perfiles de largo 1,70 mm de ancho 1,70 m y de fondo 1,70 mt y de alto 1,20 mt con estancia para soportar 15 bandejas por módulo, puerta metálica, cierre manual y empaquetadura para su hermeticidad. En un extremo lleva una panel recolector de aire y en el otro un distribuidor de aire para el ingreso del producto.

Acabado de la cámara: Recubrimiento con pintura térmica interior y pintura epóxica exterior para evitar la corrosión.

Bandejas: Se considera para nuestro diseño

Total de Bandejas : 60 en 4 módulos

Dimensiones : 1,60 x 1,60 x 0,05 mt

Material : Marco de aluminio con malla de nylon con estanteria angular fija en la cámara.

Coches : 4 coches galvanizados

Precio : \$ 23 128

EMPAQUE:

- 01 dosificadora para polvos

capacidad de 0,5 gr - 20 gr.

Marca EDMON \$ 6 490

- 01 selladora para laminados de 30 cm. \$ 531

MOLINO DE MARTILLO:

Modelo : M1

No. Martillo : 16

Eje : 1"

Material acero inox. : 3/32"
Potencia : 34 HP
Producción : 30/50 Kg
Precio : \$ 2 242
BALANZA: \$ 700

CUBA LAVADORA DE FRUTAS Y HORTALIZAS:

Dimensiones : 1 m. de largo por 80 cm ancho
Número de rodillos : 08 rodillos de madera con fibras de nylon de 4" de diámetro, accionadas por un sistema común de piñones y cadenas de 1/2"
Estructura : material fierro negro con patas tabulares
Acabado : En pintura epóxica, doble juego de duchas de 4 boquillas cada uno tiene recolectora de 20 cm de alto.
Motor : Accionado por un motor eléctrico de 1,5 HP
Precio : \$ 6 844
TAMIZ : \$ 3 000

6.13 CONSIDERACIONES TOMADAS PARA EL ESCALAMIENTO DEL BANCO EXPERIMENTAL DE SECADO A PLANTA PILOTO

Para escalar el equipo del laboratorio a planta piloto, se tiene en cuenta los siguientes datos:

Las variables que se mantienen constantes son:

Velocidad del aire = 2 m/s

Tiempo se secado = 7h

Humedad final = 7%

Temperatura de secado = 70 °C

Tiempo crítico de secado = 103 min.

Velocidad de secado = 0,72 Kg. agua / h. m²

Pasos a Considerar:

1. Materia Prima: 0,540 Kg. a 500 Kg. (planta piloto)
2. El tamaño del secador lo determina el flujo de aire, el área total de las bandejas y la cabina del secador.

$$A = f(L_s, X_i, X_c, R_c, \theta_c) \text{ Area total (m}^2\text{)}$$

$$\dot{V} = f(N, \phi, a, d) \text{ Flujo de m}^3\text{/s}$$

3. Balanza de materia energía y determinación del espesor

Con los tres requerimientos; dimensionaremos el secador para determinar la razón de escalamiento se tiene la siguiente relación:

$$\text{Razón de Escalamiento} = \frac{\text{Razón de producción planta piloto}}{\text{Razón de producción experimental}}$$

Ver cuadro No. 6.5.

CUADRO No. 6.5

CUADRO N ^o REQUERIMIENTO	BANCO EXPERIMENTAL	PLANTA PILOTO	RAZON DE ESCALAMIENTO
∇ (m ³ /s)	9,9 x 10 ⁻⁴	0,925	934
Q α (Kcal/s)	0,062	14,25	229,8
Peso del agua (Kg.)	0,463	428,9	926
Area de las bandejas (m ²)	0,0776	1,34	17
Potencia (Kw-hora)	17,5	59,66	3,5
Masa de M. P. (Kg.)	0,540	500	925

Cálculo de los Requerimientos para el Banco Experimental de Secado.

Ver anexo 7.

CAPITULO VII

EVALUACION ECONOMICA

El diseño de una planta debe presentar un proceso capaz de operar en condiciones que lleve a la obtención de una utilidad o ganancia.

Para todo proceso industrial es necesario invertir capital y la determinación de la inversión necesaria constituye una parte importante para la instalación de la planta el mismo que en el transcurso del tiempo va a permitir tener flujos de beneficios.

Debido a la diferente naturaleza física de los bienes y servicios, la determinación de su cuantía relativa para fines de evaluación se expresa mediante un denominador común, que es la unidad monetaria.

La tarea de evaluar económicamente requiere medir objetivamente ciertas magnitudes resultantes y combinarlas en operaciones aritméticas a fin de obtener los coeficientes de evaluación. La objetividad no implica desconocer que existen diferentes criterios de evaluación sin embargo, definido un criterio y reconocidas como válidas sus premisas, deberá expresarse en cifras.

7.1 COSTO DE LA PLANTA

Los requerimientos monetarios para la instalación de la planta se pueden agrupar en dos grandes rubros: uno la inversión fija y el otro capital de trabajo.

7.1.1 Estimación de la Inversión Fija

La inversión fija incluye el capital necesario para:

1) Equipos adquiridos. Para el cálculo del costo de los

equipos se ha utilizado los índices de costo y de algunos equipos fueron dados por el fabricante. El costo ha sido expresado en dólares a Agosto de 1996.

(1 US. \$ = S/. 2,50). Ver cuadro No. 7.1.

- 2) **Instalación del equipo adquirido.** La instalación del equipo adquirido requiere mano de obra, soportes, plataformas, gastos de construcción y otros factores relacionadas con los mismos. Se estima que el costo de instalación de los equipos varia desde el 35 al 45 por ciento del costo de adquisición del equipo.
- 3) **Instrumentación y controles.** El costo total de la instrumentación depende de la cantidad de controles necesarios y puede ser del orden del 6 al 30 por ciento del costo de adquisición de todos los equipos.
- 4) **Tuberías y accesorios.** Incluye mano de obra, válvulas, tuberías, demás accesorios y otros que se relacionan directamente con el tendido de tuberías que se utilizan en el proceso. El costo de tuberías y accesorios pueden llegar al 100 por ciento del costo de los equipos adquiridos o al 20 por ciento de la inversión de capital fijo.
- 5) **Instalaciones eléctricas.** Se tiene en cuenta los materiales necesarios para las instalaciones de potencia e iluminación, transformadores y otros. El costo de las instalaciones eléctricas llega a ser del 10 al 15 por ciento del valor total de los equipos adquiridos.

CUADRO No. 7.1

COSTO DE EQUIPOS ADQUIRIDOS

ITEM	DESCRIPCION	COSTO U\$
LH	Lavadora de frutas y hortalizas	6 844
MS	Mesa de selección	200
SB	Secador de bandejas	23 128
MM	molino de martillo	2 242
TA	Tamiz	3 000
DS	Dosificadora y selladora	7 021
B	Balanza	700
TOTAL US \$		43 135

6) Obras civiles. El costo de las obras civiles, incluyendo servicios para el proceso es de 5 al 18 por ciento del costo de adquisición de los equipos.

7) Instalaciones de servicios. Las instalaciones para proveer vapor, agua, potencia, aire comprimido, combustible, protecciones contra incendios, etc.

El costo total de éstas suele encontrarse, en general entre el 30 y el 80 por ciento del costo de adquisición de los equipos.

8) Terreno. La planta requiere 1200 m² de terreno y estará ubicado en el Valle de Barranca (Norte de la Región Lima) donde el costo del terreno es \$ 1,5 por m².

9) Ingeniería y supervisión. Este costo representa aproximadamente el 10% de la totalidad de los costos directos de la planta de procesos.

10) Gastos de construcción y puesta en marcha. Se considera aproximadamente el 12% de la totalidad de los costos directos de la planta.

11) Eventualidades. Generalmente se incluye para contrarrestar los efectos de los eventos imprevisibles. Se encuentran entre 8 y 20% de la inversión de capital fijo.

Para definir el proyecto y el tiempo generalmente a futuro al cual se le aplica un estimado, requiere información preliminar.

7.1.2 Capital de Trabajo

Es el que se debe invertir para que la producción de la planta sea productiva, esto es, que el dinero invertido anteriormente sea un producto que se venda.

Para estimados de pre diseño, es aceptable un valor supuesto entre 10 y 20% del capital fijo. Este valor deberá ser lo más próximo a 10% cuando la materia prima sea barata, el 15% es una para una operación normal.

7.1.3 Capital Total

Es la suma de capitales fijos y de trabajo, representa la cantidad de dinero que deben proporcionar los inversionistas.

Las cifras del costo de capital sirven no sólo para identificar y caracterizar el proyecto sino que también influyen en los costos de operación en diversas formas directas e indirectas. Ver Cuadro No. 7.2.

7.2 GASTOS DE FABRICACIÓN

Los costos en el renglón de fabricación se compone de los debidos a materiales o mano de obra que están físicamente en un producto o que han estado en contacto tangible con el producto durante su evaluación.

CUADRO No. 7.2
INVERSION TOTAL DE CAPITAL

COSTOS DIRECTOS (CD)	US \$	
- Equipos adquiridos	43 135	
- Instalación	15 100	
- Instrumentación y controles	2 590	
- Tuberías y accesorios	12 940	
- Instalaciones eléctricas	4 315	
- Obras civiles	2 160	
- Instalaciones de servicio	13 000	
- Terreno	30 000	

Total (CD)	123 240	123 240
 COSTOS INDIRECTOS (CI)		
- Ingeniería y supervisión	12 325	
- Gasto de construcción y puesta en marcha	14 790	
- Eventualismo	13 075	

Total (CI)	40 190	40190

INVERSION DE CAPITAL FIJO		163 430
CAPITAL DE TRABAJO (10% DE CF)		16 343

INVERSION TOTAL DE CAPITAL (ITC)		179 773

7.2.1 Gastos de Fabricación Directos

Materia Prima.

Están entre los costos de fabricación directos más evidentes. Los precios de materias primas suelen proporcionarse como parte de la asignación del proyecto por las empresas. El ají panca comprada de la chacra a los agricultores se trasladará a la zona Industrial de Huayto (Valle de Barranca). La planta operará el primer año al 90% de su capacidad instalada y a partir del segundo año al 100%.

Se procesará anualmente 300 TM de ají panca por año (0,82 \$/Kg.) y 35,57 TM de ají panca deshidratado en polvo por año (\$18,0 por Kg.).

MANO DE OBRA DE OPERACION.

Se refiere a la gente que opera en realidad el equipo. Los gastos de mano de obra integrado en este renglón en el resumen del costo son los salarios directos basados en el sueldo por hora.

Los beneficios al margen y el reembolso de mano de obra indirectos se consideran posteriormente.

El sueldo por año será (US \$ 1 956,0 por año por obrero.

Número de obreros = 10

SUPERVISION DIRECTA.

Se basan con bastante lógica en la mano de obra de operación y se requiere siempre un supervisor directo en planta (US \$ 8 400 por año por supervisor)

Número de supervisores = 2

SERVICIOS AUXILIARES.

Entre los servicios característicos se incluyen electricidad, vapor de proceso, refrigerantes, agua comprimido, agua de enfriamiento, agua de proceso, etc. asciende a un 10% del costo total del producto.

MANTENIMIENTO Y LA REPARACION.

Constituyen una partida del presupuesto importante y necesario en cualquier operación de fabricación saludable. Suponiendo que la planta esta bien diseñada y construida, los costos de mantenimiento serán proporcionales a la magnitud de la operación escala y complejidad. De acuerdo con esto, se establecen los costos anuales de mantenimiento como una fracción que suele ser de 2 a 10% del capital fijo.

SUMINISTRO DE OPERACION.

Incluyen materiales sustituibles, como tablas de instrumentos, aceites lubricantes, suministro de seguridad y otras partidas que no se consideran como parte del mantenimiento regular. Se recomienda un valor para mantenimiento entre 10 y 20%.

GASTOS DE LABORATORIO.

Proviene de pruebas de control de calidad y de análisis químicos o físicos necesarios para certificar la pureza del producto y viabilidad o para identificar procesos defectuosos. Los costos de laboratorio característicos varían de 10 a 20% de la mano de obra de operación.

LOS COSTOS POR PATENTES Y DERECHOS.

Se acumularán en cualquier proceso que este autorizado por otra firma se da un valor de 0 al 6% del gasto total.

7.2.2 Gastos de Fabricación Indirectos

La suma de los costos mencionados anteriormente de los costos de fabricación directos.

IMPUESTOS LOCALES.

En las zonas densamente pobladas, los impuestos son del orden de 1 a 2% de la inversión de capital fijo.

SEGUROS.

Estos gastos suelen ser de 0,4 a 1 % de la inversión de capital fijo.

LOS GASTOS INDIRECTOS GENERALES.

Son parte importante de los gastos de manufactura indirectos. Lo sobresaliente en este renglón son los beneficios al margen, seguridad social, seguro contra el desempleo, y otras compensaciones pagados indirectamente al personal de la planta. Esto equivale aproximadamente a 60% de los salarios directos un margen de 50 a 70% de esta suma representan adecuadamente gastos generales y diversos.

7.3 DEPRECIACIÓN

Se refiere a una pérdida del valor aunque la depreciación rápida no suele reflejar una realidad física como elemento financiero, es extremadamente importante en los procesos económicos.

7.4 GASTOS GENERALES

Además de los costos de fabricación directos e indirectos, debe financiarse a partir de los ingresos de la planta determinada parte de costos de dirección general, gastos por ventas e invertir ganancias.

COSTOS ADMINISTRATIVOS.

Son proporcionales para el personal de la planta y pueden escalarse de manera conveniente como una fracción de aproximadamente 25% de los gastos generales.

DISTRIBUCION POR INVESTIGACION DESARROLLO Y LOS PRESUPUESTOS DE VENTAS.

Se basan generalmente en el valor del producto. El 10% del gasto total para la distribución y los costos de ventas más 5% para investigación y desarrollo representan estimados realistas para la mayoría de los productos químicos.

7.5 COSTO DEL PRODUCTO

CUADRO No. 7.3

TITULO DE TRABAJO	:	PLANTA DESHIDRATADORA DE AJI PANCA
LOCALIZACION	:	ZONA INDUSTRIAL DE HUAYTO (VALLE DE BARRANCA)
CAPACIDAD ANUAL	:	35 570 Kg./año
CAPITAL FIJO	:	\$ 163 430
CAPITAL DE TRABAJO (10 - 20% DEL C_{CF}) C_{WC}	:	\$ 16 343
INVERSION DE CAPITAL TOTAL C_{TC}	:	\$ 179 773

COSTO DE FABRICACION	US \$	
DIRECTOS:		
- Materia Prima	246 000	
- Mano de Obra de la Operación	19 560	
- Supervisión Directa	16 800	
- Servicios Auxiliares	48 710	
- Mantenimiento y Reparación (2% C_{FC})	3 269	
- Suministro de la Operación (10% de mantenimiento y reparación)	327	
- Cargos de Laboratorio (10% de la mano de obra de la operación)	1 956	
- Patentes y Derechos (3% A_{TE})	14 613	

Total, A_{IME}	351 235	351 235
INDIRECTOS		

- Generales (nómina y planta), empackado y almacenamiento (50% de la suma de la M.O. de operación, supervisión y mantenimiento)	19 815	
- Impuestos Locales (1% de C _{CF})	1 635	
- Seguros (0,4% del C _{CF})	652	

Total A_{DME}	22 102	22 102

GASTOS DE FABRICACION TOTAL		373 337
(no incluye depreciación) A _{ME}		
DEPRECIACION (10% del C_{CF}) A_{BD}		16 343
GASTOS GENERALES		
- Costos administrativos (25% de gastos generales)	24 355	
- Distribución y costo de venta (10% del gasto total)	48 710	
- Investigación y desarrollo (5% del gasto total)	24 355	

Total de A_{GE}	97 420	97 420

GASTO TOTAL A_{TE}		487 100

COSTO UNITARIO DEL PRODUCTO:

$$\frac{\$/\text{año}}{\text{Kg./año}} = \frac{487\ 100}{35\ 570} = \$/\text{Kg. } 13,69$$

7.6 EVALUACIÓN ECONÓMICA FINANCIERA

7.6.1 Valor Actual Neto

Este criterio plantea que debe aceptarse la inversión si su Valor Actual Neto (VAN) es igual o superior a cero, donde el VAN es la suma de los valores actualizados del flujo Neto de Fondos generados durante su horizonte de evaluación:

$$VAN = \sum_{t=0}^n \frac{FNF_t}{(1+i)^t}$$

Dónde:

FNF_t : representa el flujo neto de fondos en el período t

i : la tasa de descuento

7.6.2 Tasa Interna de Retorno

El criterio de la tasa interna de retorno (TIR) evalúa en función de una única tasa de rendimiento por período que iguala a cero el valor actualizado del Flujo Neto de Fondos.

$$\sum_{t=0}^n \frac{FNF_t}{(1+r)^t}$$

Dónde:

r : es la tasa interna de retorno.

La tasa así calculada se compara con la tasa de descuento de la empresa. Si la TIR es igual o mayor que ésta, la inversión debe aceptarse y si es menor debe rechazarse.

7.6.3 Rentabilidad

De los cálculos efectuados para una vida útil de 10 años se tiene:

- Inversión total de capital : M US \$ 179,773
- Flujo Neto de Fondos : Ver cuadro No. 7.4
- Tasa de descuento : 10%

Reemplazando valores tenemos:

$$\text{VAN (US \$)} = 645,52$$

$$\text{TIR (\%)} = 70$$

Se observa que el VAN es mayor que cero y la TIR es mayor que la tasa de descuento por lo tanto, la inversión se considera rentable.

CUADRO No. 7.4
FLUJO NETOS DE FONDOS
(M US \$)

CANTIDAD : 35 570 Kg./año
PRECIO : 18,0 US

CONCEPTO	AÑO			
	0	1	2/9	10
INVERSION (INGRESOS)	0	640,260	640,260	640,260
COSTOS				
INVERSION FIJA	163,430	0	0	0
COSTO DE OPERACION	0	373,337	373,337	373,337
GASTOS				
GASTOS GENERALES DE VENTA	0	97,420	97,420	97,420
CAPITAL DE TRABAJO	16,343	0	0	(163,43)
TOTAL DE COSTOS	179,773	470,575	470,575	307,327
INGRESOS - COSTOS	(179,773)	181,671	181,671	345,101
IMPUESTOS				
SUNAT 3% RESERVA LEGAL UTILIDAD RETENIDA Y OTROS	0	54,50	54,50	103,5
FLUJO NETO DE FONDOS				
IMPUESTOS - COSTOS	(179,773)	127,17	127,17	241,57

VAN = 645,72

TIR = 0,70

CONCLUSIONES

Después de realizado el estudio de prefactibilidad para la instalación de una Planta Piloto Deshidratadora de Ají Panca (*Capsicum Frutescens*) en el Perú podemos llegar a las siguientes conclusiones:

1. La materia prima disponible en Barranca, es suficiente para producir ají panca seco en polvo, capaz de satisfacer la demanda en el mercado nacional e internacional en el presente y el futuro. El precio de la materia prima de Barranca es menor al de Huacho y Huaral, la calidad de los frutos en Barranca se adaptan mejor a las necesidades tecnológicas.

La puesta en funcionamiento de la planta incentivará a los agricultores a una mayor producción de ají panca fresco y a mejorar la calidad de los mismos, para beneficio común.

2. Una vez seleccionado la materia prima se hace el lavado con agua y dodigen L. para desinfectar las bacterias propias del sistema de regadío, evitándose así fermentaciones y malos olores.
3. Una vez lavado, es cortado en forma longitudinal y despepado para que durante el secado tenga mayor área de contacto entre la superficie del ají panca y el aire caliente que ingresa.
4. De las pruebas experimentales realizadas en el Laboratorio de Energía Renovable de la Facultad de Ingeniería Mecánica de la Universidad Nacional de Ingeniería, "Banco de Secado Experimental ", tomando en consideración parámetros de flujo, velocidad de secado, temperatura,

tiempo y variando estos parámetros, siguiendo una serie de corridas experimentales para fijar las variables óptimas del proceso.

(Desarrollado en el capítulo VI).

Las variables recomendables para nuestro proceso:

$$\phi = 2,0 \text{ m/s}$$

$$\theta = 7 \text{ horas}$$

$$T = 70^\circ\text{C}$$

$$H = 7\% \text{ (Humedad final)}$$

Estos valores se determinaron en base al contenido de humedad final de la muestra.

5. La velocidad de secado constante sólo depende de las condiciones en la superficie del material y por lo tanto el espesor no influye en este valor. Sin embargo en el período de velocidad decreciente, la velocidad de secado está controlada por la velocidad de migración del agua a la superficie, donde se produce la evaporación y es evidente que un incremento en el espesor provocará una disminución en la velocidad media de secado. (También puede tener el efecto de aumentar la humedad crítica, con la consiguiente disminución de la velocidad de secado total).
6. De la localización de planta analizado en el capítulo 5, por el método de puntajes ponderados, se determinó que la planta se instale en el Valle de Barranca, en la Zona Industrial de Huayto, por que cuenta con agua, excelente carretera y energía eléctrica.
7. El secador diseñado se puede usar para deshidratar otros productos (ajo, piña, algas, maca, etc.). En el cual se requiere hacer pruebas experimentales para cada producto para así obtener las variables óptimas del proceso, ya que cada alimento tiene su característica propia

para ser deshidratado.

8. El ají panca seco en polvo "Doña Carmen", tiene un costo de producción de 0,34 soles/10g., y para venta al distribuidor a 0,46 soles/10g.; comparando con el precio de venta al público consumidor (Pág. 48 del capítulo 3), como podemos observar el producto Doña Carmen tiene mejor precio y por lo tanto puede competir en el mercado.
9. Analizando la Evaluación Económica, la rentabilidad obtenida de la inversión se encuentra

$$\text{VAN} = \text{en U.S. \$} = 645,52$$

$$\text{TIR (\%)} = 0,70$$

El cual nos indica que la instalación de la Planta resultaría rentable.

10. Se espera que el equipo diseñado para deshidratar 500 Kg. de ají panca despepado por cada ciclo de secado trabaje con 87% de eficiencia.

RECOMENDACIONES

1. El ají panca en polvo obtenido es un producto higroscópico y por lo tanto se debe envasar en vacío o en un gas inerte.
2. Las semillas del ají panca se pueden procesar en la obtención de aceites.
3. El ají por su naturaleza es picante, por eso es necesario manipularlo con guantes en la selección y trozado.
4. El corte longitudinal del ají es el más apropiado para ser deshidratado al menor tiempo (7 Horas) ya que entero demora 22 horas para el secado.
5. La temperatura debe ser 70°C ya que si se excede este valor el producto empieza carbonizarse por los bordes.
6. Se sugiere que al comenzar el proceso de secado la temperatura de aire caliente sea de 60°C y aumentar su valor progresivamente hasta 70°C ya que este procedimiento evitara la formación de costras superficiales estas impiden que el contenido de agua interna (en dicho sólido) sea removida.
7. Se sugiere también evaluar las condiciones operativas de secado, temperatura, humedad y velocidad.
8. Se recomienda también deshidratar ají panca entero para su comercialización en el mercado, en el cual se usa también para pasta de ají panca.
9. En nuestro secador también se pueden deshidratar diferentes tipos de productos cambiando las condiciones de operación (hortalizas y frutas).

NOMENCLATURA TECNICA

A : Area (m^2)

ϕ : Velocidad del aire (m/s)

θ : Tiempo (h)

H : Humedad en base húmeda

A_w : Actividad del agua

R : Velocidad de secado

R_c : Velocidad crítica de secado

L_s : Peso del sólido seco

X : Humedad en base seca

X_c : Humedad crítica

X° : Humedad límite o equilibrio

X_i : Humedad inicial

X_f : Humedad final

θ_a : Período anticrítico

K_y : Coeficiente de transporte de materia

Y : Humedad en el secado del aire

Y_i : Humedad en la interfase

U : Coeficiente global de transmisión de calor

λ_i : Calor latente de vaporización del líquido a la temperatura t_i

t_i : Temperatura en la interfase

t : Temperatura en el seno del aire

Y_i : Humedad de saturación a t_i

Y : Humedad en el seno de aire a t

L : Espesor del material húmedo

K : Conductividad térmica

γ : Peso específico del sólido seco (Kg./m^3)

Z : Espesor (m)

D : Difusividad (m^2/h)

T_w : Temperatura húmeda

C : Calor específico para la mezcla aire-agua

e : Espesor de la capa seca

P_s : Presión de vapor de agua a la temperatura de la superficie

P_a : Presión parcial del vapor de agua en el aire

hc : Coeficiente de transferencia de calor por convección

T_a : Temperatura del bulbo seco del aire

T_s : Temperatura de la superficie de secado

C_{WC} Capital de Trabajo

C_{FC} Capital Fijo

K_p y K_h : Coeficiente de secado

C_{TC} Inversión de Capital Total

BIBLIOGRAFIA

1. BRENNAN, F. Operaciones de la Ingeniería de los Alimentos. Editorial Acribia - Zaragoza, España 1970.
2. GRANGER, G. Operaciones Básicas de la Ingeniería Química. Editorial Marin S. A. Barcelona 1970.
3. TREYBALL, R. Principios de Operaciones de Transferencia de Masa. Editorial Calipso S.A. 1980.
4. VAN ARSDEL, W. Food Dehydrati3n, Drijing Methods and Phenomena. Editorial Lippincot 2nd. Edition. 1973.
5. PSS. 1985, Informe T3cnico PSS - 11: Experiencias de Secado en Laboratorio, Proyecto de Secado Solar. Universidad Nacional de Ingenier3a, Lima - Per3.
6. COZ, A.F. y ESPINOZA, R.L., 1984. Dise1o de Acumuladores de Calor Sensible en Piedras, Facultad de Ingenier3a Mec3nica. Universidad Nacional de Ingenier3a, Per3.
7. BAN WART, G. 1982. Microbiolog3a B3sica de los Alimentos. Editorial Balletera. S.A. Barcelona.
8. BOQUET, R.; CHIRIFE, JR. IGLESIAS, H.A. 1978. Equation for fitting water sorption isotherms of foods. II Evaluation of various two - parameter modelo. J. Food Technology. Vol. 13. 319-327pp.

9. CHEFTEL, J.C. y CHEFTEL, H. 1976. Introducción a la Bioquímica de los Alimentos. Editorial Acribia. Zaragoza.
10. CHIROFE, J. e IGLESIAS, H. 1978. Equation for fitting water sorption isotherms of food. I. a Review. J. Food Technology. Vol. 13. 159-174pp.
11. FENNEMA, O.R. 1985. Introducción a la Tecnología de los Alimentos. Tomo I. Editorial Reverté, S.A. España.
12. IGLESIAS, H. y CHIRIFE, J. 1984. Correlation of B.E.T. monolayer moisture content in foods with temperature. J. Food Technology 19:503.
13. JAMIESON, M.S. y JORBER, P. 1974. Manejo de los Alimentos. Vol. I. Ecología del Almacenamiento. Editorial Pax. México.
14. JAY, J. M., 1979. Microbiología Moderna de los Alimentos. Editorial Acribia. Zaragoza.
15. LABUZA, T. P., 1980. The Effect of Water Activity on Reaction Kinetics of Food Deterioration. F. Technology. Abril 36:40.
16. LANG, K.W. y STEINBERG, M.P., 1981. Predicting Water Activity from 0,3 to 0,95 of a multicomponent food formulation. J. Food sci. 46:670-672.
17. MARTINEZ, F., 1967. Estudio de la Relación Humedad Actividad de Agua en Alimentos. Anuales Científicos 5 (3).
18. ROMAN, G.N., URBICAIN, M. y ROSTEIN, E., 1982. Moisture Equilibrium in Apples at Several Temperatures: Experimental Data and Theoretical Considerations. J. Food. sci. 47:1484-1488.

19. VIDAL, B. D.; GIMENO, A. V.; FITO M. P. y TARRAZO, M. J.; 1986. La Actividad de Agua en los Alimentos. Alimentación: Equipos y Tecnología. Octubre: 37-45.