

Universidad Nacional de Ingeniería

FACULTAD DE INGENIERIA QUIMICA
Y MANUFACTURERA



“ Estudio Experimental del la Obtención de Naranja en Polvo y Diseño de una Planta en Chanchamayo ”

T E S I S

PARA OBTENER EL TITULO PROFESIONAL DE:
INGENIERO QUIMICO

SILVIA JUDITH LOZANO RIOS
RUTH ELENA MALDONADO ALATA

LIMA . PERU . 1992

A NUESTROS PADRES Y
HERMANOS QUE NOS APOYARON
CONSTANTEMENTE.

SILVIA LOZANO
RUTH MALDONADO

INDICE

	Página
CAPITULO I	
INTRODUCCION	7
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	9
CAPITULO II	
ESTUDIO DE LA MATERIA PRIMA:	
2.1. Antecedente histórico	12
2.2. Naturaleza botánica	14
2.2.1. Principales constituyentes del jugo de naranja	
2.2.2. Componentes orgánicos	21
2.2.3. Vitamina C	24
2.2.4. Otras vitaminas	28
2.2.5. Carotenoides	29
2.2.6. Antocianos	30
2.3. Usos	30
2.4. Producción de naranjas en el Perú	34
CAPITULO III	
ESTUDIO DEL PRODUCTO:	
3.1. Generalidades	36
3.2. Importancia	37
3.3. Producción de naranjas en polvo en el Perú	37

CAPITULO IV

TECNICA DEL PROCESO DE OBTENCION DE JUGOS DE FRUTAS EN POLVO:

4.1. Selección y preparación de la fruta	40
4.2. Extracción del jugo	40
4.3. Pasteurización del jugo	41
4.4. Concentración del jugo	43
4.5. Deshidratación del jugo concentrado	44
4.6. Métodos empleados para el secado	44
4.6.1. Secado por congelamiento o liofilización	45
4.6.2. Secado por rociado o aspersion	46
4.6.3. Secado al vacío	46
4.7. Secado por aspersion (Atomización)	47
4.7.1. Principio de operación	50
4.7.2. Deshidratación	51
4.7.3. Ventajas y desventajas	52
4.7.4. Aplicaciones	55
4.7.5. Secado por aspersion de jugos de frutas	56
4.7.5.1. Problemas en el secado por atomización de jugos de frutas	57
4.7.5.2. Uso de aditivos o encapsu- lantes	61

CAPITULO V

LOCALIZACION:

5.1. Generalidades	64
5.2. Factores a considerar	64
5.3. Evaluación y calificación	68
5.4. Ubicación de la planta	68

CAPITULO VI

OBTENCION EXPERIMENTAL DE LA NARANJA EN POLVO:

6.1. Material empleado	70
6.2. Equipo empleado	72
6.3. Preparación de la materia prima	73
6.4. Extracción del jugo	75
6.5. Concentración del jugo	77
6.6. Secado del jugo concentrado	77
6.7. Resultados experimentales	79
6.8. Discusión de resultados	80

CAPITULO VII

INGENIERIA DEL PROYECTO:

7.1. Descripción del proceso	89
7.2. Capacidad de la planta	93
7.3. Plan de Producción	95
7.4. Balance de materia	96
7.5. Diseño de equipos	97
7.5.1. Tolva de almacenamiento	97
7.5.2. Lavadora de frutas	98
7.5.3. Mesa de selección	99
7.5.4. Extractor de jugos	100

7.5.5. Tamiz	101
7.5.6. Pasteurizador	103
7.5.7. Concentrador a vacío	104
7.5.8. Mezclador	106
7.5.9. Secador por atomización	107

CAPITULO VIII

EVALUACION ECONOMICA:

8.1. Costo de la planta	111
8.1.1. Estimación de la inversión fija	112
8.1.2. Estimación del capital de trabajo	115
8.1.3. Inversión total de Capital	116
8.2. Costo total del producto	116
8.2.1. Costo de fabricación	116
8.2.2. Gastos generales	120
8.2.3. Costo total del producto	121
8.3. Rentabilidad	122
8.3.1. Flujo neto de fondos	122
8.3.2. Valor actual neto	124
8.3.3. Tasa interna de retorno	125
8.3.4. Rentabilidad	126

BIBLIOGRAFIA

APENDICE

Apéndice A: Análisis del jugo de naranja Valencia

Apéndice B: Análisis de la naranja en polvo

Apéndice C: Unidad de secado por atomización

Apéndice D: Encapsulantes o aditivos de secado

Apéndice E: Preservantes

CAPITULO I

INTRODUCCION, CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

INTRODUCCION

El cultivo de los cítricos en el Perú ha alcanzado gran importancia debido a que muchas zonas de nuestro país presenta condiciones ecológicas favorables.

Uno de estos cítricos, de mayor abundancia, es la naranja. La variedad "Valencia" se presta para la industrialización por tener muy buena producción, pocas semillas, buen rendimiento de jugo en calidad y en cantidad; el centro de mayor producción de esta variedad es la zona de Chanchamayo.

Sin embargo gran parte de los frutos se pierden por el escaso medio de transporte, inadecuada comercialización y escasas industrias de transformación.

En nuestro país se han realizado estudios experimentales del secado por atomización del jugo de limón, de maracuyá y de la cocona. Además se tiene conocimiento que en México procesan el jugo de naranja para obtener NARANJA EN POLVO.

El objetivo de la presente tesis es realizar un estudio experimental de las condiciones operativas para la obtención de la Naranja en Polvo, tratando de encontrar una tecnología adecuada que se adapte a nuestra realidad, aprovechando de esta manera la producción de

naranjas ya que es materia prima disponible en el Perú.

Además la naranja en polvo presenta las siguientes ventajas:

- a) Reduce el costo de envase, transporte y almacenaje con respecto a los jugos y concentrados.
- b) Menor pérdida durante su uso en la industria.
- c) Fácil transporte y manipuleo.
- d) Apropiado para utilizarlo en mezclas secas, evitando la necesidad de nuevas deshidrataciones durante la manufactura de ciertos productos.

Estas ventajas hacen que la naranja en polvo adquiera importancia en la industria.

Además otra gran ventaja de la naranja en polvo es que es un producto natural. En la actualidad se está buscando reemplazar los productos artificiales, ya que estudios realizados han demostrado que a la larga perjudican a la salud causando diversas enfermedades; por eso la recomendación de usar en lo posible productos naturales.

CONCLUSIONES

- 1.- Durante la etapa de concentrado se debe tener presente que el tiempo que esté sometido el jugo a esta operación, debe ser lo menos posible; además el jugo debe estar en constante movimiento para romper la película adherida y evitar la cristalización del azúcar.
- 2.- Para realizar el secado por aspersion del jugo de naranja es necesario usar un encapsulante; con la finalidad de evitar la plastificación del azúcar que contiene el jugo y quede totalmente adherida a las paredes del secador, hasta el punto de resultar difícil su remoción.
- 3.- De los ensayos realizados se encontró que empleando pectina, como encapsulante, se obtuvieron mejores resultados que empleando otros tipos de encapsulantes.
- 4.- Se obtuvo mejor resultado en el secado, empleando una temperatura dentro del rango de 110 a 120°C; además a la temperatura de 110°C se obtuvo una mayor retención del ácido ascórbico, por lo que debemos tener muy en cuenta este parámetro.
- 5.- Se determinó que la planta se ubique en la zona de

Chanchamayo por tener la mayor producción de naranjas (materia prima del proceso); además cumple con los otros factores que se han tenido en cuenta para la localización. Las condiciones que ofrece son similares a la zona de Huaral.

6.- La instalación de la planta incentivará a los agricultores de la zona, a una mayor producción de cítricos y a mejorar la calidad de los mismos para beneficio común.

7.- La rentabilidad obtenida de la inversión es favorable, ya que de los cálculos realizados se obtiene los siguientes valores:

VAN (en U.S. \$) = 87,304

TIR (%) = 10.87

los cuales nos indican que la instalación de la Planta en la zona de Chanchamayo resulta rentable.

8.- Como se ha visto la instalación de la planta para producir naranja en polvo, resulta rentable con inversión propia, entonces se obtendría mayor rentabilidad si se trabajará con financiamiento.

RECOMENDACIONES

- 1.- Para la naranja en polvo obtenido, como es un producto higroscópico, se debe emplear un transportador cerrado para llevar el producto hasta el lugar de envasado. El envasado debe hacerse a vacío o con un gas inerte.
- 2.- Con los desechos que quedan de la fruta, luego de ser procesada, se pueden obtener productos secundarios tales como pectina, aceite esencial, forraje para animales; además al procesar estos productos secundarios pueden generar más ingresos a la planta.
- 3.- Se debe realizar un estudio para obtener la pectina de la cáscara de naranja, ya que sería ventajoso por ser este producto materia prima del proceso principal.
- 4.- Se debería ensayar este proceso de secado de jugos con otras frutas cítricas, ya que el procedimiento es similar.

CAPITULO II

**ESTUDIO DE LA MATERIA
PRIMA**

ESTUDIO DE LA MATERIA PRIMA

2.1. Antecedente Histórico (1)

Etimológicamente la palabra "naranja" procede del árabe "naranch", y ésta del persa "narang" (2).

El origen de la mayoría de las especies de cítricos no se conoce con exactitud, debido principalmente a que se han utilizado y diseminado por el hombre desde hace muchos años, sobre todo en Asia que es considerado el continente de origen (3).

Se sabe que el naranjo dulce ha sido cultivada en China durante siglos, alcanzando este cultivo en aquel país un gran desarrollo y perfección antes de que fuera conocido en Europa.

Generalmente, se atribuye la importación del naranjo dulce a los portugueses, quienes tras de descubrir la ruta del Cabo de Buena Esperanza, alcanzaron la China y la India en donde debieron encontrar el naranjo dulce que trajeron a su país, extendiéndose desde allí al resto de Europa.

Establecidos los agrios en Europa, su transporte y propagación en el Nuevo Mundo corre a cargo de los portugueses y españoles.

Cristóbal Colón en su segundo viaje a América, llevó entre otras cosas, semillas de naranjas, limones y cidras que debieron ser sembradas en los establecimientos de la Española y la Isabela(1493). La implantación de los agrios en América se hizo al mismo ritmo que el descubrimiento y la conquista.

Puede decirse que a mediados del siglo XVI los agrios se habían extendido por todas las Antillas y territorios de Centroamérica siendo introducidos en la Florida alrededor del año 1565.

Aunque el descubrimiento del Brasil tuvo lugar el año 1500, se cree que la llegada del naranjo a aquellos territorios debió ser sobre el año 1530, en que puede decirse que comenzó la colonización del país por los portugueses.

Los cítricos fueron introducidos de España al Perú a mediados del siglo XVI. Fueron plantados inicialmente en el Valle del Río Rímac y en algunos otros valles de la Costa Norte; luego se llevaron a valles cálidos interandinos y de allí a los vertientes orientales de los Andes (Selva Alta), y finalmente en épocas relativamente recientes algunas áreas de la Selva Baja en la cuenca del río Amazonas. Durante la mayor parte de este tiempo todos los árboles cítricos eran de pie franco, pero

durante los últimos cincuenta años ha aumentado considerablemente la cantidad de árboles injertados de variedades conocidas (4).

2.2. Naturaleza Botánica (5)

Los cítricos pertenecen a la familia de las Rutáceas, sub-familia Aurantioideas y presentan un sin número de géneros y especies, siendo el que nos interesa el género Citrus. Dentro de este género se encuentra la especie Citrus Sinensis que es la naranja dulce.

La naranja presenta una cáscara exterior (Ver Figura N° 1), que sirve principalmente como cobertura para la pulpa interior o las partes jugosas de la fruta.

En el interior se encuentran gajos distribuidos alrededor de un corazón blando que forma el eje central de la fruta que tiene la misma estructura que la del ovario. Las partes jugosas de la fruta madura son vesículas en forma de bastón, que se encuentran muy unidas, llenando completamente los gajos y fijados a las membranas por pequeñas papilas que parecen pelos. Estas vesículas multicelulares en su estructura, tienen una membrana muy delgada que además del jugo poseen cromatóforos que dan el color amarillo. Además, los

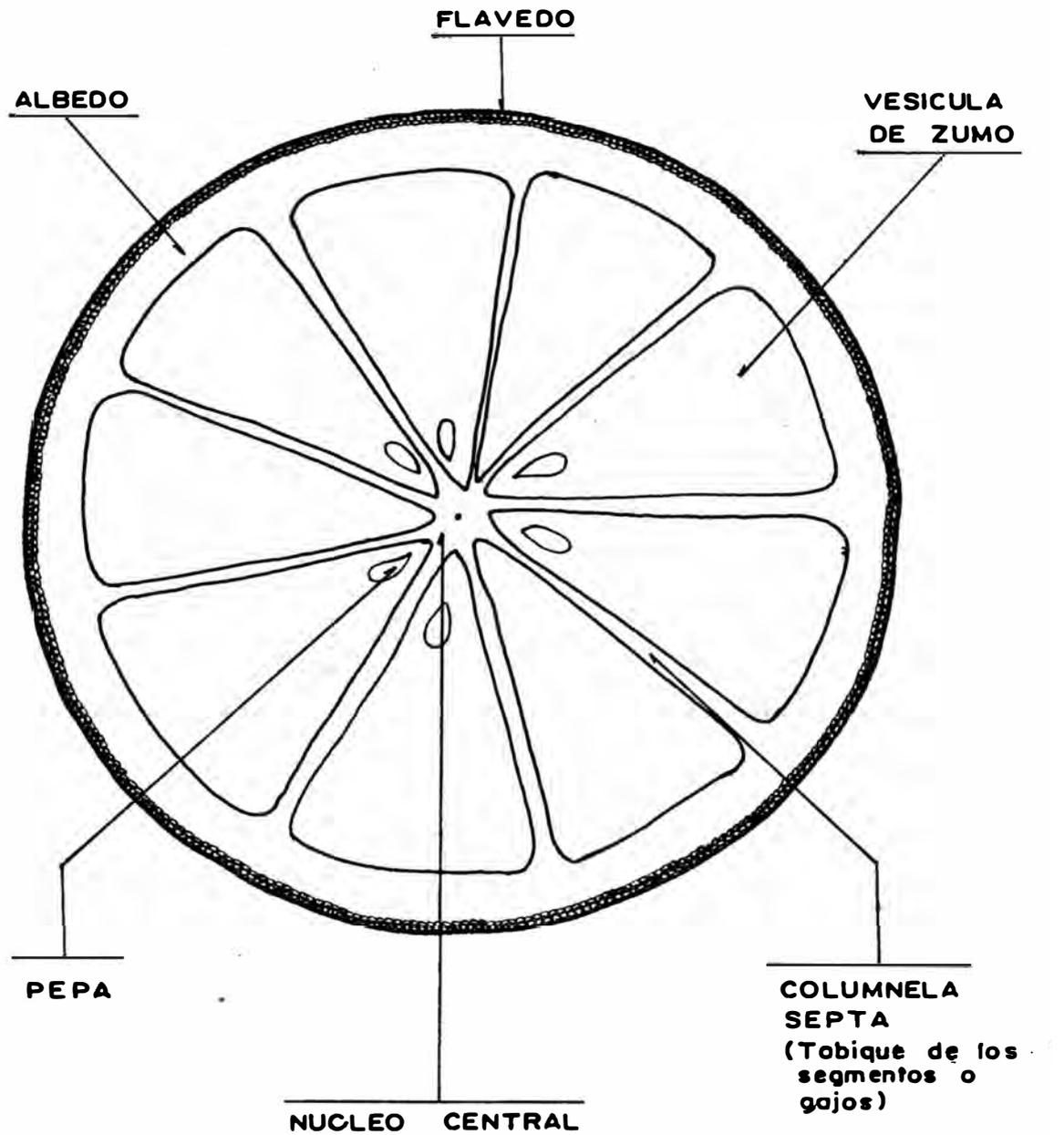


Figura N° 1: Corte transversal de la naranja (*Citrus Sinensis*) mostrando sus diferentes partes.

FUENTE: Praloran, 1979

gajos de la mayoría de las variedades contienen semillas fijadas a las membranas por placentas, ubicadas en el encuentro con el corazón de la fruta.

La cáscara consiste en una parte exterior coloreada (flavedo) y una interior blanca y esponjosa de células parenquimáticas (albedo) que se adhieren a las membranas exteriores de los gajos. La capa epidermal de células que componen el flavedo contienen numerosas vesículas de aceite y cromatóforos.

Las sustancias que dan la acidez al jugo se encuentran principalmente en las membranas capilares, en los grupos vasculares, en el meollo esponjoso y en los tejidos interiores del albedo. Las semillas contienen limonin, que comunican un sabor amargo. Las sustancias y enzimas pécticas se encuentran principalmente en la cáscara exterior. La enzima oxidante peróxidasa se encuentran también, principalmente, en los grupos vascuales de la cáscara. En el Cuadro N° 3 se da la composición química del jugo de naranja.

Existen dos variedades principales dentro de esta especie que son (6):

- a) WASHINGTON NAVEL.- Es en realidad la única variedad sin semilla que se cultiva en la Costa Central. La fruta es redondeada y ligeramente achatada, con un peso promedio de 200 gr; el porcentaje de jugo varía de 40-45 %, aunque esta característica así como su color y contenido de sólidos solubles varía bastante con el porta injerto utilizado y las condiciones climáticas.

El zumo recién exprimido de la naranja Navel tiene un agradable sabor, pero a los pocos minutos, comienza a adquirir un sabor amargo que es debido a una sustancia llamada limonina. La presencia de limonina impide el uso extenso de esta variedad en la industria del zumo (7).

- b) VALENCIA.- Considerada hasta hace pocos años, la segunda variedad de naranja en importancia en el país y la más cultivada en la Selva.

La fruta es casi redonda y pesa un promedio de 220 gr. La naranja tiene un promedio de cuatro a seis semillas, aunque buen número de ellas no presenta ninguna. La pulpa es de color anaranjado, el porcentaje de jugo varía de 46-55 % del peso del fruto, sus sólidos solubles son en promedio del 10 % y la acidez expresada en ácido cítrico total varía

alrededor del 1 %.

En la variedad Valencia la sustancia limonina, que origina el sabor amargo, desaparece cuando viene a alcanzar la madurez comercial (7).

Esta variedad ocupa una posición dominante en la industria de los cítricos, por su buen rendimiento de jugo tanto en calidad como en cantidad.

2.2.1.PRINCIPALES CONSTITUYENTES DEL JUGO DE NARANJA (8)

Los principales constituyentes del jugo de naranja son los sólidos solubles totales y los ácidos orgánicos.

a) SOLIDOS SOLUBLES TOTALES.- Se puede decir que los sólidos solubles están constituidos por los azúcares solubles (63-80%) y ácidos orgánicos (5-22%), el 15 % restante lo forman compuestos inorgánicos: aminoácidos, ácido ascórbico, pequeñas cantidades de pectinas, aceites esenciales, ésteres glucósidos y otros compuestos orgánicos.

La concentración de sólidos solubles del zumo de naranja se expresa en grados Brix. Originalmente los grados Brix son una

medida de densidad. Un grado Brix es la densidad que tiene a 20 °C una solución de sacarosa al uno por ciento y a esta densidad corresponde también un determinado índice de refracción (7).

Así, pues, se dice que el zumo de naranja tiene una concentración de sólidos disueltos de un grado Brix, cuando su índice de refracción es igual al de una solución de sacarosa al uno por ciento.

Los refractómetros comerciales, para este objeto, están graduados en una escala de grados Brix aunque suele llevar otra escala en I.R.

Como los sólidos disueltos no son sólo sacarosa, sino que hay otros azúcares, ácidos y sales, en el zumo de naranja, un grado Brix no equivale a una concentración de sólidos disueltos de 1g / 100ml.

Los grados Brix son, por tanto, un índice comercial aproximado de esta concentración que se acepta, convencionalmente, como si todos los sólidos disueltos fueran sacarosa (7).

b) AZUCARES TOTALES.- Los azúcares presentes en el jugo de naranja proviene en parte directamente de las hojas, así también de la descomposición de los ácidos orgánicos y de las sustancias tónicas, en parte de la sacarificación del almidón. Esta sacarosa, derivada del almidón, en contacto con la invertasa se desdobla en glucosa y levulosa. En la naranja este desdoblamiento no es total.

Existe tres clases de azúcar en los frutos cítricos: sacarosa, glucosa (dextrosa) y fructuosa (levulosa). La sacarosa representa más de la mitad del total de azúcares, después de que la fruta es cosechada, se presenta una disminución gradual de la sacarosa, y por ende el incremento de los otros azúcares.

Las naranjas inmaduras poseen un mayor porcentaje de azúcares reductores y las maduras un mayor porcentaje de azúcares no reductores, esto explica la acidez más o menos del jugo, ya que el grado de inversión de la sacarosa será mayor cuanto más ácido sea el jugo.

c) ACIDEZ TOTAL.- El ácido orgánico predomi-

nante en el jugo de naranja es el ácido cítrico, sin embargo, se encuentran otros ácidos orgánicos como: ácido málico, ácido tartárico, ácido oxálico y ácido malónico.

El ácido cítrico se forma a partir de los azúcares reductores y las pentosanas durante el período frío del invierno.

La acidez en la naranja "Valencia" disminuye una vez alcanzado su mayor tamaño, hasta la completa maduración, por dos razones: dilución del ácido con el jugo, y el empleo del ácido en el proceso metabólico de la respiración.

La acidez de los zumos cambia, según la variedad, la zona, el cultivo y la maduración, entre límites muy amplios.

Cada especie de fruta tiene un ácido orgánico especial, sin embargo rara vez se encuentra un ácido sólo.

Cítricos.....	Acido Cítrico
Manzanas.....	Acido Málico
Uvas.....	Acido Tartárico

2.2.2.COMPONENTES ORGANICOS (7)

Tenemos los siguientes:

- a) PECTINAS.- Presentes en el endocarpio en pequeña cantidad de naturaleza coloidal que al pasar al jugo la enturbian.

La turbiedad está estabilizada por la cantidad y estado de no degradación de las pectinas presentes. La viscosidad depende de la concentración y grado de polimerización de la pectina y del pH y las sales existentes.

- b) SUSTANCIAS NITROGENADAS.- La cantidad de proteínas contenidas en los frutos es baja. En la pulpa de naranja los principales aminoácidos son: arginina, lisina e histidina (8).

En frutos enteros maduros el N total varía entre 0.05 y 0.10 %, siendo mayor en las naranjas y menor en los limones. Sin embargo existen variaciones muy grandes según las prácticas de cultivo, fertilización, madurez y otras circunstancias.

En el zumo, la proporción de N total es de 50-220mg / 100ml. La mayor parte es N de aminoácidos (40-70%); las proteínas, el N inorgánico y algunas bases nitrogenadas

integran el resto.

- c) ENZIMAS.- Las oxidantes y las pectinas son las que más se conocen, son de acción específica. Así en la hidrólisis de la sacarosa, para originar glucosa y fructuosa, interviene la invertasa (8).



- d) LIPIDOS.- Los lípidos de las vesículas y del zumo exprimido influyen en las características de éste. Las vesículas están recubiertas de una capa cerosa, cuya composición es semejante a la de la cera de la piel. Además, contienen otros lípidos que pasan al zumo, cuando éste es exprimido, quedando emulsionados o formando parte de las partículas sólidas en suspensión. Todo ello da lugar a una especial complejidad de los lípidos del zumo.

El contenido en lípidos del zumo es del orden de 0.07-0.10 % (70-100mg / 100ml). Está formado por monoglicéridos, diglicéridos, triglicéridos, ácidos grasos libres, fosfolípidos, glicolípidos e

La vitamina C, en el zumo de naranja aparece con una notable estabilidad. Valorado el zumo, según los métodos oficiales, varias horas después de exprimida, se encuentran valores constantes. A pesar de esto, en la fabricación industrial se adoptan precauciones cuidadosas para evitar la degradación del ácido ascórbico: pasteurización rápida, concentración a temperaturas pocos superiores a la ambiental, conservación a bajas temperaturas, etc..

La oxidación de la vitamina C tiene lugar en presencia de oxígeno molecular y es muy acelerada incluso por vestigio de metales, especialmente cobre. Esta oxidación es también catalizada por una enzima específica: la ascorbinasa (ácido ascórbico-oxidasa). La ascorbinasa es una de las enzimas del grupo de las polifenolasas y contiene como grupo próstetico Cu (9).

La primera fase de la oxidación de la vitamina C en los alimentos, tales como los jugos de frutas, implica la formación de peróxido de hidrógeno (Agua Oxigenada).



CUADRO N° 1

CONTENIDO DE VITAMINA C EN DISTINTAS PARTES DE LOS
FRUTOS CITRICOS (mg/100 g)

	ZUMO	PULPA	ALBEDO	FLAVEDO
Naranjas	40-80	50-70	100-200	150-300
Limonos	30-40	40-50	80-150	100-200
Pomelos	40-60	50-80	100-150	100-250

FUENTE: Primo Yúfera, 1979

CUADRO N° 2

VITAMINAS EN ZUMO DE NARANJA

Tiamina	50-100	µg/100g
Riboflavina	20- 40	µg/100g
Piridoxina	25- 50	µg/100g
Nicotinamida	150-100	µg/100g
Acido Pantoténico	150-250	µg/100g
Acido Fólico	40-200	µg/100g
i-Inositol	100-150	mg/100g
Tocoferoles	100-125	mg/100g

FUENTE: Primo Yúfera, 1979

CUADRO N° 3

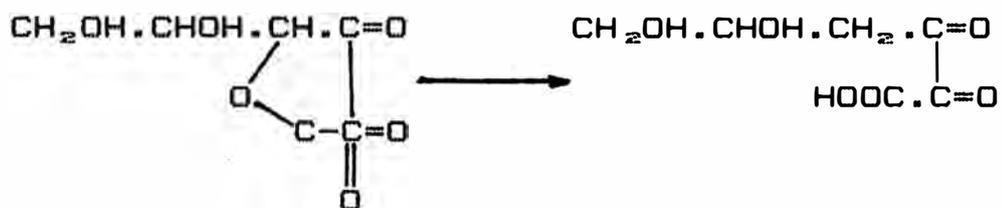
COMPOSICION QUIMICA DEL JUGODE NARANJA (POR 100g)

Sólidos Solubles	7.10 - 14.40
Calorías	49.00 - 70.00
Acido Cítrico	0.40 - 2.20
pH	2.80 - 4.30
Lípidos	0.05 - 0.30
Vitamina C	0.29 - 0.80
Azúcar Total	5.40 - 10.50
Proteínas	0.50 - 0.80
Agua	85.60 - 92.80
Cenizas	0.70 - 0.95
Minerales	0.50 - 0.90

FUENTE: Montoya Ugarte, 1967

Sin embargo, incluso en condiciones totalmente anaeróbicas y después de la inactivación completa de la ascorbinasa, la autoxidación del ácido ascórbico se verifica lentamente (9).

La siguiente fase consiste en la rotura irreversible del ácido deshidroascórbico con pérdida total de la actividad vitamínica C. En medios neutros, el anillo lactónico del ácido deshidroascórbico es completamente destruido en 10 minutos a 60 °C. Tal degradación no es un fenómeno oxidativo ya que se ha demostrado que acaece también en condiciones anaeróbicas (9).



Acido
deshidroascórbico

Acido 2-ceto-3-
cetohecurónico

Los grandes cambios, especialmente en color y sabor, que tiene lugar durante el almacenamiento de las frutas y hortalizas corren paralelos con la disminución progresiva del ácido ascórbico que poseen. Por ejemplo, el oscurecimiento de los jugos cítricos durante su almacenamiento se ha visto que se produce después que todo al ácido ascórbico ha sido

irreversiblemente oxidado.

La vitamina C se valora, usualmente, por su poder reductor frente al 2-6-diclorofenol - indofenol.

2.2.4.OTRAS VITAMINAS (7)

Aparte del β -caroteno, que es provitamina A, y de los flavonoides, que son factores de antipermeabilidad capilar, las demás vitaminas están en cantidades mucho menos importantes que la vitamina C. En el Cuadro N° 2 están los límites entre los que se encuentran las concentraciones más normales, en la parte comestible.

La proporción de ácido fólico es interesante, porque un vaso de zumo puede suministrar el 25 % de la dieta diaria recomendada (R.D.A. = 400 μ g). El ácido fólico escasea en muchas dietas y se destruye en la cocción de los alimentos. Su presencia en la naranjas, por su consumo fresco, es importante. El inositol y los tocoferoles están en proporciones importantes pero, en general, no constituyen problema en las dietas normales.

Es interesante señalar que la proporción de vitaminas a calorías es muy alta en las naranjas, lo que permite un suministro mayor en dietas de baja energía.

2.2.5.CAROTENOIDES (7)

El color amarillo o anaranjado de la piel, pulpa y zumo de los frutos cítricos, se debe a los carotenoides que están localizados en cromoplastos.

El color rojo de las naranjas sanguinas se debe a antocianos, además de los carotenoides. La mayor cantidad de carotenoides está en el flavedo y aumentan con la maduración, al mismo tiempo que se degrada la clorofila. En las naranjas de variedad Valencia Late, que se mantienen en el árbol después de la maduración, se produce una nueva síntesis de clorofila con reverdecimiento de la corteza.

En el flavedo de los cítricos está alrededor del 70 % del total de los carotenoides del fruto. En los pomelos y limones hay alrededor de 1mg / 100g de tejido y en las naranjas y mandarinas entre 10 y 30 mg/100 g. En el zumo de naranja se encuentran, con la mayor frecuencia, entre 1 y 2mg/100ml;

en el zumo de pomelo, entre 0.5 y 1 mg/100 ml; y en el zumo de limón, entre 0.05 y 0.1 mg/100ml.

2.2.6 ANTOCIANOS (7)

En las naranjas sanguinas, además de los carotenoides, que dan el color anaranjado, existen manchas rojas en la piel y pigmentación roja en la pulpa y en el zumo, que son debidas a antocianos.

Estos colorantes son menos estables que los carotenoides y, en los zumos almacenados, van degradándose con el tiempo, perdiéndose la coloración debida a ellos. Así, aunque los zumos de sanguina en mezclas con variedades pálidas aumentan el color, esta ventaja desaparece durante el almacenamiento.

2.3. Usos (3)

Desde sus comienzos, la industria de los agrios ha sido orientado de muy diversas maneras. Desde algunos años estas industrias, como la industria de la naranja, se orientan tomando como base fundamental los jugos, considerando las esencias, huesos, pulpa y corteza como subproductos. De las cortezas se obtiene un excelente pienso, repre-

sentando los demás subproductos buenos ingresos en la explotación (10).

Así, en la industria de la naranja, se obtiene diversos productos (Ver Figura N° 2) como los siguientes:

a) ZUMO CONCENTRADO: Producto obtenido a partir del zumo de naranja, mediante la eliminación por procedimiento físico, de una parte de su agua de constitución.

El zumo concentrado enlatado generalmente son usados para la manufactura de bebidas dulces o como jugo reconstituido.

b) ZUMO DE NARANJA DESHIDRATADO: Es la conversión del zumo de naranja a un polvo instantáneo mediante la eliminación total del agua que contiene el zumo. Es utilizado en la elaboración de mermeladas, refrescos y gelatinas.

c) ACEITE ESENCIAL: Es un producto odorífico de naturaleza oleosa que se encuentra localizado irregularmente en la corteza de la fruta y cuyo principal componente es el D-limoneno (11). Los aceites esenciales, se utilizan principalmente como saborizantes en la fabricación de bebidas carbonatadas, productos de pastelerías, carame-

lería y similares.

- d) ENLATADO DE LA FRUTA EN SECCIONES: La naranja se adapta muy bien para ser enlatadas en secciones.
- e) ELABORACION DE MERMELADAS Y JALEAS: La elaboración de mermeladas a partir de los cítricos y especialmente de naranja, constituye una forma importante de aprovechamiento de estas frutas. Las mermeladas pueden prepararse exclusivamente a partir de naranja o en mezclas con otras frutas.

Las mermeladas se diferencia de las jaleas en que las primeras incluyen parte de la pulpa y cáscara de la fruta, mientras que la segunda se fabrican a partir del jugo refinado.

- f) FABRICACION DE PECTINA: Los residuos de la industrialización de la naranja, constituye una de las materias primas de mayor importancia en la fabricación de pectinas. Tomando como base la fruta fresca, la cáscara de los cítricos contiene alrededor de 3 % de pectina.
- g) FORRAJE CITRICO DESHIDRATADO (11): Es obtenido por tratamiento de los desechos de la extracción del jugo y aceites, tales como la corteza, pulpa y semillas de la naranja. Es un

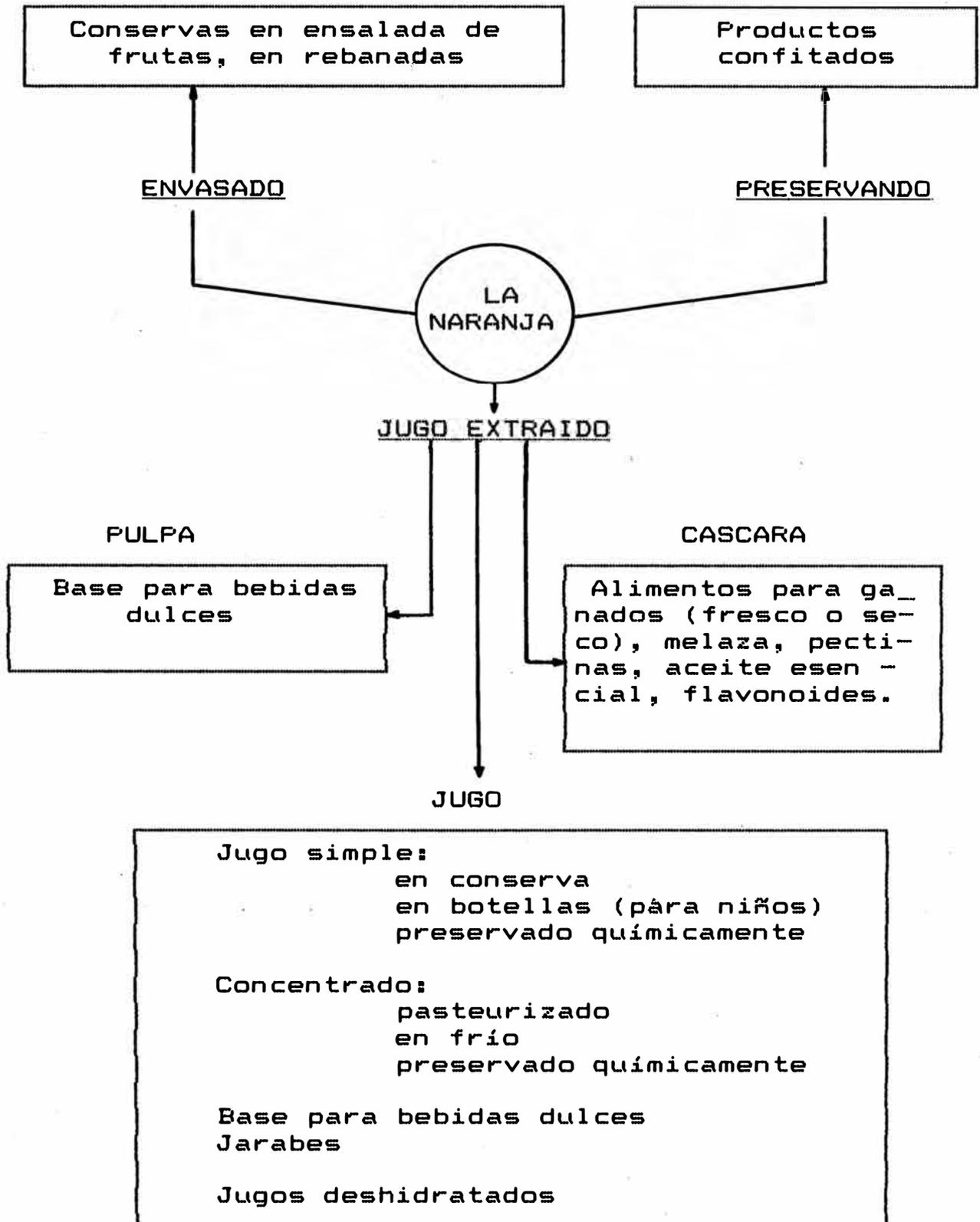


FIGURA N :2 Productos obtenidos, los más comunes, en industrias de procesamiento de naranjas.

producto utilizado en la alimentación de ganado por su contenido en carbohidratos, azúcares y pectinas, además del alto coeficiente de digestibilidad que es superior a otros forrajes.

2.4. Producción de Naranjas en el Perú

En el Perú los departamentos de Lima y Junín son los de mayor producción, seguido de Puno e Ica. Los valles de mayor producción son: Chanchamayo, San Ramón y Satipo en Junín; mientras que en Lima son: Huaral, Chancay y Cañete.

Como podemos apreciar (Cuadro N° 4), la producción en Junín en el año de 1988 se ha incrementado en un 80 % con respecto al año 1986; además en el año de 1988 su producción corresponde el 49 % de la producción nacional. Mientras que la producción en Lima en el año de 1988, disminuyó en un 25% con respecto al año de 1986 y su producción representó el 21% de la producción nacional.

La producción de naranjas de la variedad Valencia, en la zona de Chanchamayo, fue como sigue:

Año 1989.....47,270 TM/año

Año 1990.....19,400 TM/año

(Dato obtenido en la Oficina de Estadística del Ministerio de Agricultura en Junín).

CUADRO N°4

PRODUCCION NACIONAL DE NARANJAS

AÑO	1 9 8 6		1 9 8 7		1 9 8 8	
	PROD.	PREC	PROD.	PREC	PROD.	PREC
NACIONAL	151,257	2.82	136,197	6.52	176,727	247.38
NORTE	8,649	2.07	5,498	3.69	9,458	17.17
Tumbes	186	1.97	174	3.50	126	28.00
Piura	0	0.00	0	0.00	5,635	20.60
Lambayeque	1,478	2.62	599	6.13	533	18.72
La Libertad	64	3.00	150	6.28	0	0.00
Cajamarca	3,811	2.38	1,817	5.58	474	6.99
Amazonas	3,110	1.43	2,758	1.79	2,690	10.73
CENTRO	111,143	3.39	100,010	7.66	138,432	23.78
Ancash	0	0.00	0	0.00	0	0.00
Lima	49,224	5.59	47,652	11.71	36,975	50.92
Ica	7,257	3.46	6,972	7.69	6,889	24.71
Huánuco	4,185	1.61	3,660	2.75	4,598	23.98
Pasco	1,892	0.90	1,008	2.89	2,008	10.51
Junín	48,585	1.41	40,718	3.49	87,962	11.82
Huancaavelica	0	0.00	0	0.00	0	0.00
SUR	26,980	0.86	24,533	3.06	22,494	7.34
Arequipa	0	0.00	0	0.00	0	0.00
Moquegua	0	0.00	0	0.00	0	0.00
Tacna	0	0.00	0	0.00	0	0.00
Ayacucho	1,214	2.24	1,974	2.58	786	7.81
Apurímac	0	0.00	0	0.00	0	0.00
Cuzco	4,986	0.62	5,084	3.64	4,147	12.29
Puno	18,830	0.69	17,475	2.94	15,951	5.68
Madre de Dios	1,950	2.27	0	0.00	1,610	10.82
ORIENTE	4,485	1.68	6,156	4.31	6,343	6,630.54
San Martín	3,435	1.46	4,257	2.60	4,943	19.74
Loreto	668	3.47	1,249	11.72	1,260	43.79
Ucayalí	382	0.50	650	1.19	140	285,731.60

PROD. : Producción, TM

PREC. : Precio (en chacra), I/Kg.

FUENTE: Ministerio de Agricultura, Oficina de Estadística.

CAPITULO III

ESTUDIO DEL PRODUCTO

ESTUDIO DEL PRODUCTO

3.1. Generalidades

Las tentativas para producir comercialmente naranja en polvo se iniciaron en los Estados Unidos, después de la última guerra mundial aprovechando la disponibilidad de instalaciones de liofilización que habían sido necesarios para la preparación de antibióticos, de suero sanguíneo o de los productos biológicos, para lo cual el precio de costo era un factor importante.

Sin embargo hay que subrayar, que los polvos obtenidos en los Estados Unidos por otros procedimientos (secado a vacío o por lecho fluidizado) no parecen obtener gran éxito y su tonelaje ni siquiera aparece en las estadísticas. Es difícil promover la venta de productos que, a pesar de ser baratos, todavía no son técnicamente perfectos (12).

El método de secado por rociado, desde que fue descubierto su uso, se incrementa en los procesos industriales debido a sus múltiples ventajas. Una de las aplicaciones de éste método es la deshidratación de jugos de frutas, particularmente del jugo de naranja, el cual da lugar a un producto de natu-

raleza pulverulenta; este producto presenta como atributo una retención de las características de calidad en un alto porcentaje, una rápida reconstitución y una estabilidad en su relativo prolongado almacenaje (debido al bajo contenido de humedad final del polvo) (13).

3.2.Importancia

La naranja en polvo, además de ofrecer la ventaja en la reducción que se consigue en su peso, en su volumen y la economía en el envase, proporcionaría jugo de naranja fuera de temporada.

Este producto podría ser utilizado en las diversas industrias como saborizante en la elaboración de productos de pastelería, helados, gomas de mascar, caramelos, galletas, gelatinas, otros postres y; también podría ser aplicado en la industria farmacéutica como saborizante de jarabes o como sustituto alimenticio.

Como podemos apreciar el producto naranja en polvo tendría una gama enorme de usos y aplicaciones, de allí su importancia comercial.

3.3.Producción de Naranja en Polvo en el Perú

En la actualidad, en nuestro país no se produce naranja en polvo por lo que se importa, ya sea de México, Suiza, etc..

Pero se están realizando estudios experimentales para producir este producto en nuestro país y, tal vez en un futuro ya estemos produciendo naranja en polvo.

CAPITULO IV

TECNICA DEL PROCESO DE OBTENCION DE JUGOS DE FRUTAS EN POLVO

TECNICA DEL PROCESO DE OBTENCION DE JUGOS DE FRUTAS EN POLVO

En los años posteriores a la Segunda Guerra Mundial hubo un gran interés en los diversos productos deshidratados, incluyendo jugos de frutas y de vegetales.

La deshidratación de algunos productos alimenticios tienen como objetivo ideal un producto que cuando sea rehidratado sea igual en calidad al producto original. Y un requerimiento complementario, es que el producto sea estable durante el almacenaje.

Los métodos de preparación pueden alterar, por pequeño que sea, el aroma o sabor de la fruta fresca. El ácido y las sales minerales presentes en la fruta, usualmente no son afectados por el procedimiento ya que son más estables que las vitaminas (14).

La deshidratación ha demostrado ser una de las técnicas de preservación más difíciles de aplicar a jugos de frutas. Estos productos son sensibles al calor y contienen una proporción alta de sustancia higroscópica tal como azúcares, que conducen a ciertos problemas durante el secado. En la Figura N°3 se muestra el diagrama de flujo para la obtención de jugos en polvo.

De los métodos existentes, el secado por congela-

ción y el secado al vacío muestran ser las técnicas más conveniente entre las aplicables a los jugos de frutas. Sin embargo estos dos métodos generalmente son antieconómicos, además que el producto final puede fallarle propiedades tales como su estructura conformada por partículas finas y de flujo libre. Los productos secados por rociado ó atomización generalmente poseen estas propiedades.

4.1. Selección y Preparación de la Fruta

Las frutas maduras de la mejor calidad, de la variedad adecuada y desarrolladas bajo las mejores condiciones son necesarias para la obtención de un buen jugo.

La fruta, muchas veces, llega a la fábrica lleno de polvo y contaminado con varias sustancias extrañas. Lavándolo no sólo mejora el olor y apariencia del producto, sino que facilitaría la preservación por la eliminación de microorganismo, polvo u otras materias extrañas adheridas a la cáscara (14).

4.2. Extracción del jugo

En general, el jugo es extraído de la fruta fresca por un proceso de compresión, donde la presión se modifica de acuerdo a las condiciones

requeridas para cada fruta.

Durante la extracción del jugo los diferentes tejidos son rotos mezclándose con el jugo, como resultado puede absorber los productos indeseables que estos contienen. Por lo tanto, el jugo podría ser extraído por métodos en los cuales la contaminación con constituyentes indeseables, que se encuentran presentes en los tejidos que cubren las celdas o vesículas jugosas, resulte mínimo.

No sólo la técnica usada de extracción es importante sino también la manera en la cual se desarrolla. Evitándose la exposición del jugo al aire y, de su contaminación con metales durante la extracción es esencial para la preservación de la calidad del jugo original.

Los jugos de frutas, luego de extraídas, puede contener sustancias suspendidas y que son pedazos grandes de partículas de la fruta, obtenidas de los tejidos que cubren o contienen al jugo, tales como: semillas, cáscaras u otras sustancias extrañas que producen una deterioración más rápida. Estas partículas ásperas son eliminados generalmente tamizando el jugo, sedimentándolo o filtrándolo.

4.3. Pasteurización del Jugo

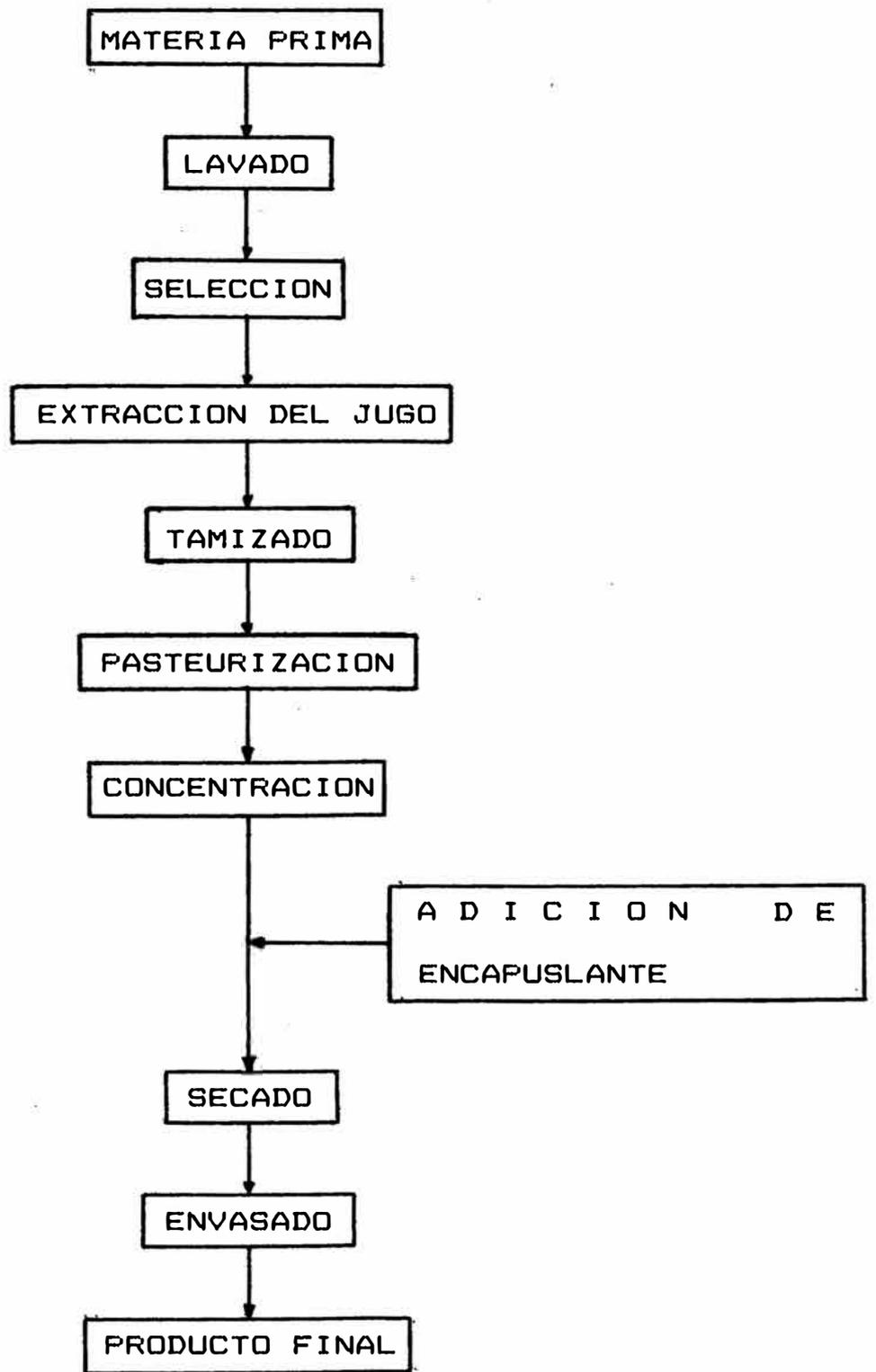


FIGURA Nº 3 : Diagrama de flujo para la obtención de jugos de frutas en polvo.

La pasteurización del jugo consiste en someter a temperaturas elevadas al mismo por breves segundos y, enfriándolo rápidamente ya que con un calentamiento prolongado el jugo tomaría cierto gusto a cocido.

La pasteurización se lleva a efecto para eliminar los microorganismos capaces de hacer fermentar los jugos y a su vez, para lograr la esterilidad y por tanto la clarificación.

4.4. Concentración del Jugo (14)

El jugo concentrado se obtiene eliminando el agua que contiene el jugo extraído como vapor de agua, mediante la evaporación; ya sea a presión atmosférica o a bajo vacío, o por la eliminación del agua como hielo mediante la congelación y la subsecuente separación del hielo del jugo concentrado.

El grado de concentración a ser obtenido en la preparación de concentrados líquidos depende de las características del jugo y del uso que se dará al producto.

Para preservar mucho mejor el sabor del concentrado, es deseable que la concentración no sea muy alta.

4.5. Deshidratación del Jugo Concentrado

El jugo una vez concentrado es sometido a la operación de deshidratación, para reducir aún más el contenido de agua en el jugo por evaporación y, obtener un producto pulverulenta o granular con un contenido de humedad bajo, alrededor de 1 a 3%, de acuerdo al método aplicado y a las condiciones de procesamiento.

En la deshidratación de jugos de frutas y de vegetales es esencial que los procedimientos empleados sean los adecuados para producir un producto de alta calidad, con un poco o nada de pérdida de las características del producto durante el procesamiento.

El secado por congelamiento y la deshidratación bajo presiones reducidas ofrece grandes probabilidades de obtener este objetivo.

Otros métodos, tales como el secado por tambor, secado de túnel y el secado por atomización a presiones atmosféricas emplean altas temperaturas, pero pueden obtenerse tiempos de secado muy cortos, así que el daño que causa el calor al producto será minimizado (14).

4.6. Métodos empleados para el Secado

Para la obtención de jugos de frutas y de verduras deshidratados se emplean los siguientes métodos de secado:

- a) Por congelamiento o liofilización
- b) Por rociado o aspersion
- c) Al vacío

4.6.1.SECADO POR CONGELAMIENTO O LIOFILIZACION (14)

El jugo que se va a secar generalmente se congela mediante la exposición a aire muy frío y se coloca en una cámara a vacío, en donde se sublima y se bombea mediante eyectores de vapor o bombas mecánicas de vacío.

El problema principal es proporcionar el calor necesario para la sublimación.

Cuando termina la sublimación el jugo queda con un contenido de humedad de 5%, agua que prolonga el ciclo de secado por estar fuertemente ligada a los sólidos del jugo.

Como el jugo congelado permanece rígido durante el secado, entonces el agua retirada deja una estructura porosa. Así, los jugos secados por congelamiento pueden ser reconstituidos rápidamente.

Debido a la dificultad de controlar este proceso, el cual es caro y requiere alto vacío y refrigeración, el secado por congelamiento parecía tecnológicamente factible para preparar jugos deshidratados de alta calidad; pero no comercialmente práctico.

4.6.2.SECADO POR ROCIADA O ASPERSION

En este proceso el vapor del jugo atomizado finamente es secado dentro de una cámara de aire caliente, en la cual las gotas individuales son rápidamente evaporados y caen en el fondo como partículas de material seco.

Este método ofrece la ventaja de producir una forma de jugo deshidratado más estable, de fácil maniobrabilidad y almacenaje. Además de un costo de operación relativamente bajo, en especial en el caso de secadores de capacidad grande.

El secado por rociado o aspersion es el método más rápido para deshidratar jugos.

4.6.3.SECADO AL VACIO

El vacío se usa en combinación con la desecación u otras operaciones químicas, cuando

es preciso mantener temperaturas bajas; tal es el caso de los jugos, debido a que el calor puede causar daños o transformar su naturaleza cuando el jugo se combina con el aire al ser calentado provocando su oxidación.

En el secado al vacío el objetivo es reducir la presión interna del procesamiento, de tal modo que el jugo que se está separando hierva a una presión de vapor menor.

Sin embargo, no siempre resulta económico reducir la presión interna a niveles extremadamente bajos, debido a los grandes volúmenes de vapor que se originan con ello.

Es necesario llegar a un término medio en lo que respecta a la presión de operación, tomando en cuenta las fugas, los problemas de condensación, así como el sistema de bombeo.

Hay muy pocos secadores al vacío que operan por debajo de 5 mmHg de presión a escala industrial (15).

4.7. Secado por Aspersión (Atomización)

Entre los métodos de deshidratación tenemos el secado por aspersión o por atomización (Figura N°3), que ha despertado interés desde que fue

puesto en práctica, debido a los éxitos obtenidos por la adopción de este método en diferentes industrias y, en especial la industria alimenticia como: la elaboración de leche en polvo, café instantáneo, té solubles, jugos de frutas en polvo, etc..

El método de secado por aspersion se entiende como una transformación de cualquier solución o suspensión a una consistencia en polvo, efectuada en una sola operación.

Un secador por aspersion consta de las siguientes partes básicas (16):

- a) Cámara de secado.
- b) Alguna forma de atomizar el material de alimentación dentro de la cámara de secado.
- c) Alguna forma de introducir aire caliente dentro de la cámara de secado.
- d) Alguna forma de sacar el aire de la cámara de secado en algún punto alejado de la zona de alimentación y de la entrada de aire caliente.
- e) Alguna forma de separar el producto del aire de salida.

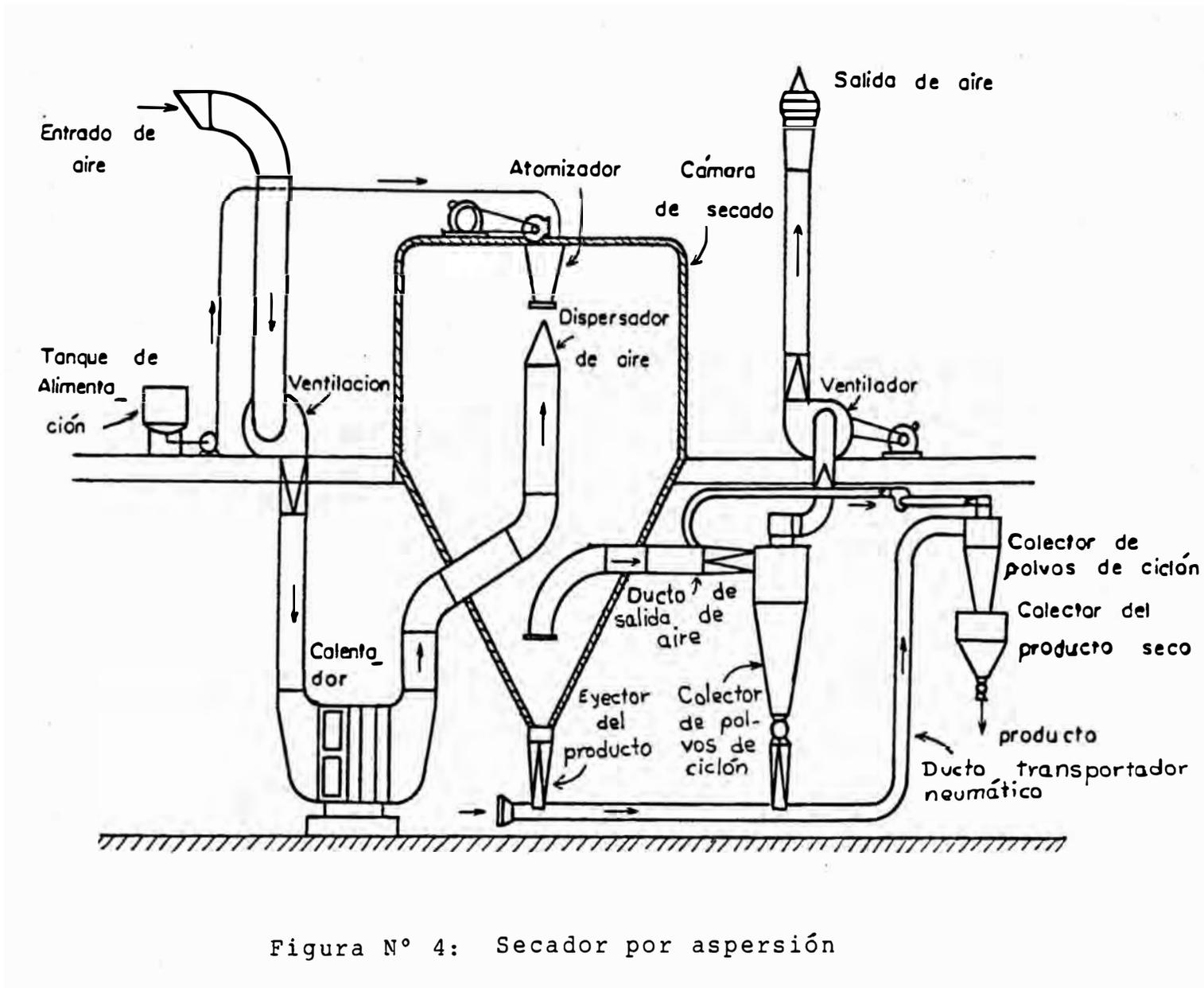


Figura N° 4: Secador por aspersión

Se usan tres formas de atomizar la alimentación (16):

- a) Boquillas en las cuales la alimentación líquida es forzada a presión a través de orificios pequeños.
- b) Boquillas en las cuales la atomización es provocada por un fluido secundario, como puede ser aire comprimido.
- c) Discos giratorios.

El producto presenta como atributo una retención de las características de calidad en alto porcentaje, una rápida reconstitución y, debido al bajo contenido de humedad final del polvo, una estabilidad en su relativo prolongado almacenaje (13).

4.7.1.PRINCIPIO DE OPERACION

Con el método de secado por aspersion se logra la disminucion rápida del contenido de humedad del material, en un tiempo mínimo sin que se produzcan deterioros en el producto.

En los procesos de secado por aspersion el material de alimentación, que es líquido o tienen alguna fluidez, es atomizado dentro de

una gran cámara en la cual se introduce aire caliente (u otro gas) que basta para abastecer el calor necesario para completar la evaporación del líquido.

La transmisión del calor y la transferencia de masa, se logran mediante el contacto directo del aire caliente con las gotitas dispersadas. Las partículas del líquido atomizado se evaporan rápidamente y se secan antes de que puedan llegar a las paredes del secador, el polvo seco que se obtiene cae al fondo cónico de la cámara y luego es extraído mediante una corriente de aire hasta un colector de polvos (17).

La función principal de la atomización es la producción de una gran superficie de contacto, debido al tamaño de las gotas que se forman, lo que favorece una gran transferencia de masa y de calor produciendo una rápida evaporación (16).

4.7.2.DESHIDRATACION

Para lograr los más bajos costos de operación el material alimentado deberá poseer un contenido de sólidos máximo, lo que significa que una evaporación parcial debería

preceder a la deshidratación (18). Dicha concentración se tiene que llevar a cabo teniendo en cuenta las características del alimento, su deterioro por exposición al calor y sobre todo la fluidez del producto.

La deshidratación de las partículas atomizadas constituyen una operación simultánea de transferencia de masa y calor. Dicha operación se encuentra influenciada directamente por la temperatura, humedad relativa del aire, el tamaño de las gotas atomizadas y su distribución y, las propiedades intrínsecas del alimento que se va a deshidratar (17).

El secado debe ser lo suficientemente completo antes que la partícula alcance las paredes del secador para prevenir su adherencia.

Para obtener una humedad baja en polvo, es necesario un secado drástico del producto alimentado. Esto quiere decir que se debe asegurar que el contenido de humedad final del polvo no sea mayor, en ningún caso, del 3% sobre el peso total.

4.7.3.VENTAJAS Y DESVENTAJAS (16)

Las principales ventajas del secado por aspersión, son las siguientes:

- a) Puesto que los tiempos de secado son muy cortos y muchos materiales termosensibles pueden ser secados satisfactoriamente.
- b) En este secado el material no está en contacto con las paredes del secador hasta que esté seco y, además las paredes se encuentran aproximadamente a la temperatura del aire de salida; por lo tanto se reducen los problemas de pegado y corrosión en el equipo.
- c) El producto es obtenido como un polvo fluido finamente dividido y en forma fácilmente soluble en un disolvente apropiado.
- d) El tamaño de partículas de algunos productos es ajustable dentro de ciertos límites, variando las condiciones de atomización.
- e) El proceso es adecuado para el secado continuo de cantidades relativamente grandes de material.

- f) Las condiciones de limpieza y semiesterilidad son más fáciles de obtener que en la mayoría de los otros equipos de secado.

Algunas de las desventajas del secado por aspersión son:

- a) El calor requerido por unidad de peso del producto es alto, pues:
- i) El contenido de humedad en la alimentación puede ser grande comparado con la mayor parte de los otros tipos de secadores.
 - ii) El rendimiento térmico es bajo debido a las restricciones en la temperatura de entrada del aire y la temperatura relativamente alta del aire de salida.
- b) El costo del equipo es alto con respecto del tonelaje anual del producto secado, particularmente en el caso de equipos de pequeña capacidad.
- c) El equipo requiere mucho espacio.
- d) No se puede usar el secador con productos tóxicos, a menos que se tomen precauciones especiales.

- e) Todas las impurezas de la alimentación quedan retenidas en el producto.

4.7.4.APLICACIONES

Si la literatura es algún criterio, desde que el secado por aspersion es descubierto, su uso se incrementa en los procesos de las industrias.

Tratamiento extensivo de este método de secado puede ser encontrado en el trabajo de Seltzer y Settelmeyer, quienes resumieron el arte de secado por aspersion como una aplicación en la industria alimenticia.

Entre los productos alimenticios que se pueden deshidratar mediante este método, tenemos entre ellos los siguientes:

- a) Secado del café : En la manufactura del café, el secado por aspersion es el que mejores resultados ha dado, en lo que se refiere a la calidad del producto instantáneo, así como en la economía de su obtención.
- b) Secado del té :Té instantáneo solubles, en agua caliente o fría, ha sido objetivo de mucha investigación pero el más adecuado

resultó ser el método de deshidratación por atomización.

- c) Secado de la leche : En la actualidad, el secado por aspersion se utiliza exitosamente en la deshidratación de leche tanto entera como descremada.
- d) Secado de jugos de frutas : Los jugos de frutas son en general, como todo alimento, bastante sensibles al calor; es por esto que su procesamiento debe realizarse utilizando condiciones adecuadas de temperatura, a fin de evitar el deterioro de sus características.

4.7.5.SECADO POR ASPERSION DE JUGOS DE FRUTAS

El secado por aspersion de la mayoría de jugos de frutas presentan problemas, debido a los bajos puntos de fusión y a la naturaleza higroscópica de sus sólidos (14).

Estos rápidamente absorben humedad del aire y pronto se convierten en una masa pegajosa que dificulta su remoción y, su proporción de solubilidad es tan baja que crea problemas en la reconstitución del jugo (19).

4.7.5.1. Problemas en el Secado por Atomización de Jugos de Frutas (20)

Las dificultades que se presentan en el secado por atomización de jugos de frutas, se pueden sintetizar en los siguientes puntos:

- 1) Cambios en las propiedades organolépticas: El deterioro en el sabor y color producido por el calor, es un problema en la concentración de jugos, así como en la deshidratación.

Una temperatura de secado excesiva origina, en forma directamente proporcional, un oscurecimiento del producto. Así mismo se desarrollan sabores desagradables que se asemejan a un alimento cocido.

La pérdida de aroma, es también un problema, requiriendo muchas veces la adición de agentes encapsulantes (goma arábica, C.M.C., jarabe de maíz, etc.) como aditivos de secado para disminuir el deterioro del aroma.

- 2) Higroscopicidad : Es el principal problema que se presenta.

Consiste en la avidez de las partículas secas por la humedad ambiental.

Esta propiedad se manifiesta así mismo con la dificultad para ceder el agua de constitución del jugo.

Ambos fenómenos originan, durante y después del secado, una masa amorfa y pegajosa de muy difícil reconstitución.

Esta propiedad está asociada con la proporción de azúcares higroscópicos los cuales poseen puntos de fusión bastante bajos, aproximadamente 70°C (19).

- 3) Contenido de humedad final: La estabilidad del producto está de acuerdo, entre otros factores, con el contenido de humedad del polvo; por esto su reducción debe hacerse a valores muy bajos, usualmente de 1 a 3% para polvos de frutas y

empacarse en envases herméticos bajo vacío o con gas inerte, pudiéndose incluir dentro del empaquete desecantes que eviten la rehidratación.

El contenido de humedad final del polvo, está relacionado con las temperaturas de ingreso y de salida del aire que arrastra la humedad del producto.

Para prevenir la formación de costras y otros daños ocasionados por el calor, antes mencionados, es deseable mantener las temperaturas tan bajas como lo permita la eficiencia del proceso.

En este aspecto la velocidad de alimentación es importante, ya que:

a.- Si la velocidad de alimentación es grande, el aire de secado se humidificará y se enfriará muy rápido, dará un secado deficiente.

El producto tendrá un alto contenido de humedad, lo cual promueve el apelmazado y eventualmente se producirá el quemado del producto por el excesivo tiempo de residencia en la cámara de secado y ductos.

b.- Si la velocidad de alimentación no es lo convenientemente alta, el aire permanecerá con una alta temperatura y el deterioro por el calor puede ocurrir en el producto seco.

La velocidad de alimentación, por otra parte, debe ser constante ya que realiza la función de control automático para obtener una temperatura de salida constante.

Además debe mantenerse las variables operativas constantes, así la temperatura de salida y el contenido de humedad permanecerán constantes.

- 4) Deterioro de las propiedades vitamínicas del jugo : La mayoría de las vitaminas se descomponen o destruyen por la acción del calor o por la presencia del aire. Tal es el caso de los jugos cítricos donde el principal componente vitamínico es el ácido ascórbico o vitamina "C", además es un componente importante en la dieta diaria del hombre.

El ácido ascórbico, así como muchas otras vitaminas, es destruido por calentamiento a bajas temperaturas por largos períodos de tiempo.

Los procesos de alta temperatura y tiempo corto, destruyen poco ácido ascórbico si hay baja tensión de oxígeno; además la oxidación de la vitamina C tiene lugar en presencia de oxígeno molecular (21).

4.7.5.2. Uso de Aditivos o Encapsulantes (20)

La extrema higroscopicidad y la

naturaleza termoplástica de los jugos de frutas deshidratados, da como resultado los problemas que surgen debido a la deposición en las paredes del secador y durante su manipulación.

La manera más adecuada de resolver este problema, según estudios, es mediante el uso de aditivos de secado o encapsulantes.

El aditivo de secado o encapsulante forma una película protectora que evita la plastificación de los azúcares y, reduce la volatilización de los compuestos savorizantes y la destrucción de los constituyentes termolábiles.

Los aditivos que han sido usados para producir cambios físicos en el producto y de esta manera reducir los problemas de deposición en paredes y manipuleo del producto, son de diversas naturalezas tales como: gomas naturales, sales derivadas del carboximetilcelulosa, jarabe de maíz, ácido péctico y sus sales, almidones, etc..

En el apéndice D se da referencia de algunos encapsulantes.

CAPITULO V

LOCALIZACION

LOCALIZACION

5.1.Generalidades

Es base fundamental para la instalación de una planta industrial, su adecuada localización.

Después de una investigación del lugar concreto, solamente se recomienda haber elegido una localidad que reúna los mejores aspectos económicos. Es decir, la mejor localización de una industria corresponde a la que permite obtener mayores utilidades y menores costos de producción.

Hay una serie de factores que intervienen en la investigación para la localización y muchos de ellos con carácter limitante. En la mayor parte de los casos, la localización de una industria depende básicamente de los costos de transporte de la materia prima, de los productos terminados y de los costos de producción. En el estudio para determinar la localización, se analizan las variables o factores involucrados y, por comparación, se determinan los resultados más ventajosos para la nueva industria a desarrollarse (22).

5.2.Factores a considerar

Para determinar la localidad de ubicación de la planta, se hace un análisis de los siguientes factores:

1. Materia Prima: Toda la materia prima a emplearse sería nacional, de allí que en cuanto a disponibilidad y costos de los insumos nacionales encierran un problema de transporte.

Por lo tanto, la localización de la planta, deberá estar orientado hacia la materia prima debido a la diferencia de volúmenes entre los frutos del naranjo en comparación al producto final.

La materia prima se produce en gran escala; en la Costa desde Lima hacia el Norte y en la ceja de Selva de algunos departamentos, principalmente en el departamento de Junín. Los departamentos de mayor producción, según las estadísticas del Ministerio de Agricultura, son: Lima y Junín en los Valles de Huaral y Chanchamayo, respectivamente.

2. Mano de Obra: El establecimiento de ésta nueva unidad productora requiere de mano de obra; y las dos zonas cuentan con personal no calificado, semicalificado, así como con mano de obra calificada y con profesionales, puesto que se encuentran cerca a centros superiores de

educación técnica y universitaria.

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

El costo de transporte estará dado, fundamentalmente, por el transporte de naranja en polvo desde el lugar de ubicación de la planta a Lima, que viene a ser el mercado.

Las ciudades de Huaral y Chanchamayo, están unidas con la capital del Perú por medio de la vía terrestre; las carreteras son asfaltadas y la transibilidad de la segunda, se interrumpe en algunas ocasiones durante los meses de Enero a Marzo por las lluvias que caen en la zona; pero debemos hacer notar que cualquier interrupción del tráfico, es reparada al momento, dado por la importancia de la carretera.

4. Suministro de agua y energía: Tanto en la localidad de Huaral y Chanchamayo, no existe en la actualidad suficiente agua y energía eléctrica para dedicar a la industria; es decir que en ambas zonas se deberá de abastecer de agua y energía eléctrica a la planta.

5. Exoneraciones Tributarias: Con la finalidad de incentivar el desarrollo industrial fuera de Lima, se ha puesto en marcha un plan de incentivación a través del Reglamento de la Ley de Industrias; en la que se define como empresas industriales ubicadas fuera de Lima y Callao, aquellas que se encuentran más de 100 Km al Sur o al Norte y a 67 Km del Este como mínimo, desde la Plaza de Armas.

De acuerdo a la Ley General de Industrias Ley N° 23407 las empresas industriales descentralizadas gozarán de los siguientes incentivos tributarios:

a.- Las empresas descentralizadas que esten fuera de la Provincia de Lima y de la Provincia Constitucional del Callao y dentro del Departamento de Lima (es el caso de la zona de Huaral):

- En la reinversión de utilidades, el 60% como porcentaje máximo reinvertible.
- La exoneración del 37.5% del Impuesto al Patrimonio Empresarial.

b.- Para las empresas descentralizadas que esten fuera del Departamento de Lima y de la Provincia Constitucional del Callao (es el caso de la zona de Chanchamayo):

- Podrán reinvertir sus utilidades de acuerdo a las normas contenidas en el Título Tercero.
- Exoneración del cincuenta por ciento del impuesto al Patrimonio Empresarial.

5.3.Evaluación y Calificación

Para evaluar los factores locacionales se determinó rangos, con la finalidad de darles diferentes valores según la importancia de cada factor; la calificación ha sido subjetiva empleando el método de puntajes ponderados (23). Observar en el Cuadro N° 5 la calificación obtenida.

5.4.Ubicación de la Planta

Del análisis mostrado en el Cuadro N° 5, se concluye que la zona de Chanchamayo, ubicado en el Departamento de Junín, es el lugar más propicio para la instalación de la planta.

CUADRO N° 5

SELECCION DE LOCALIZACION POR EL METODO DE PUNTAJES
PONDERADOS

FACTOR	COEFICIENTE DE PONDERACION	CALIFICACION PONDERADA		PUNTAJE PONDERADO	
		A	B	A	B
Materia Prima	10	4	6	40	60
Mano de Obra	6	4	4	24	24
Transporte	7	4	2	28	14
Suministro de agua y energía	5	2	2	10	10
Exoneraciones tributarias	9	0	4	0	36
Puntajes Totales				102	144

A: Zona de Huaral

B: Zona de Chanchamayo

Escala de Calificación:

0	Malo
2	Regular
4	Bueno
6	Muy Bueno

CAPITULO VI

OBTENCION EXPERIMENTAL DE LA NARANJA EN POLVO

OBTENCION EXPERIMENTAL DE LA NARANJA EN POLVO

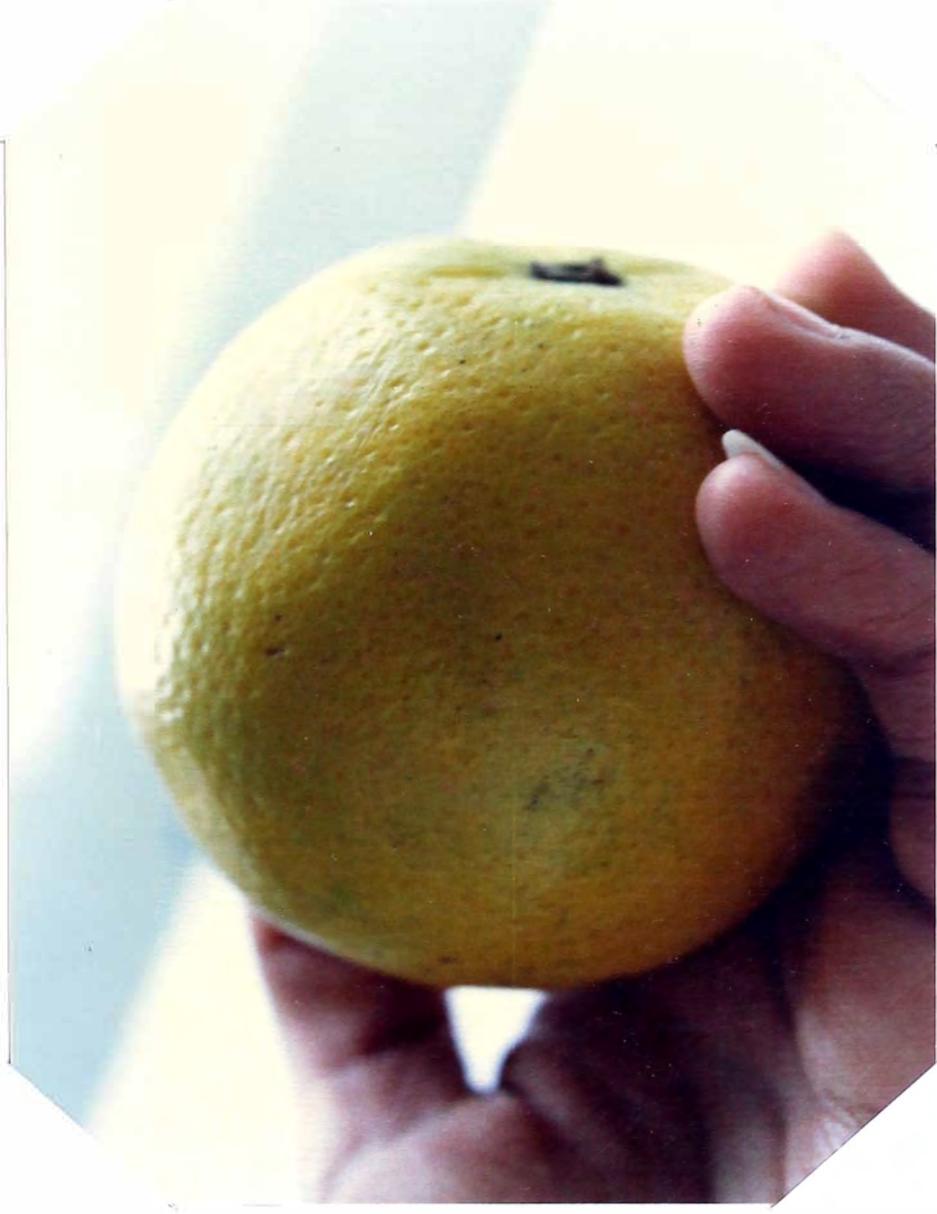
Las corridas experimentales que se han llevado a cabo, se realizaron en el Laboratorio de Operaciones Unitarias (LOU) y en el Laboratorio N° 23-A de la Universidad Nacional de Ingeniería (UNI).

Se realizó ensayos a diferentes condiciones de operación, tales como a diferentes temperaturas, sin añadir algún encapsulante, añadiendo algún encapsulante; esto con la finalidad de obtener las condiciones operativas para la obtención de la naranja en polvo.

6.1. Material Empleado

En las corridas experimentales realizadas, se emplearon los siguientes materiales:

- 1) Materia prima: Para realizar las corridas experimentales, se tuvo como materia prima a la naranja. Las naranjas empleadas fueron de la variedad Valencia, procedente de la zona de Chanchamayo. Se compró en un mercado local. Ver la Figura N° 5.
- 2) Aditivos empleados: Como aditivo de secado se emplearon las siguientes sustancias: glucosa



Figuro N°5: Naranja tipo Valencia

líquida, pectina cítrica, y carboximetilcelulosa de sodio (CMC).

6.2. Equipo Empleado:

Se emplearon los siguientes equipos:

- 1) Extractor de jugos: Para la extracción del jugo de naranja se empleó un exprimidor casero.
- 2) Evaporador Rotativo de Laboratorio: Se utilizó un evaporador rotativo marca Yamato's modelo RE-46.

Este evaporador consta de un balón de vidrio en forma de pera en cuyo interior se coloca la solución que se desee concentrar; un motor de velocidad variable que hace rotar el balón dentro de un recipiente con agua, cuya temperatura se controla para producir la ebullición de la solución que se encuentra bajo ciertas condiciones de vacío. El vapor de la solución caliente pasa a través de un ducto de vapor al condensador y, el condensado es recogido en otro balón.

Mediante este equipo se concentra el jugo por vaporización a bajas temperaturas.

- 3) Secador por atomización: El equipo utilizado en nuestros ensayos experimentales fue el secador Niro Atomizer tipo "Minor" modelo 53. Ver el Apéndice C.

En el equipo se encuentra incorporado un atomizador de líquidos, el cual consta de un rodete instalado sobre un eje que gira a gran velocidad movido por una turbina de aire comprimido. El rodete alcanza velocidades de 35,000 a 40,000 R.P.M.

- 4) Balanzas: Se utilizaron dos tipos de balanzas:
- a) Balanza Analítica de marca SARTORIUS, con una capacidad de 160 gramos.
 - b) Balanza de brazos de marca OHAUS TRIPLE BEAN BALANCE, con una capacidad de 2,610 gramos.
- 5) Densímetro: Se utilizó un densímetro para medir densidades de líquidos más pesados que el agua.
- 6) Cuchillo de acero inoxidable.
- 7) Termómetro.
- 8) Probeta.

6.3.Preparación de la Materia Prima

Primeramente se separaron las naranjas sanas de las que estaban dañadas. Luego se lavaron bien con una escobilla para eliminar las impurezas presentes

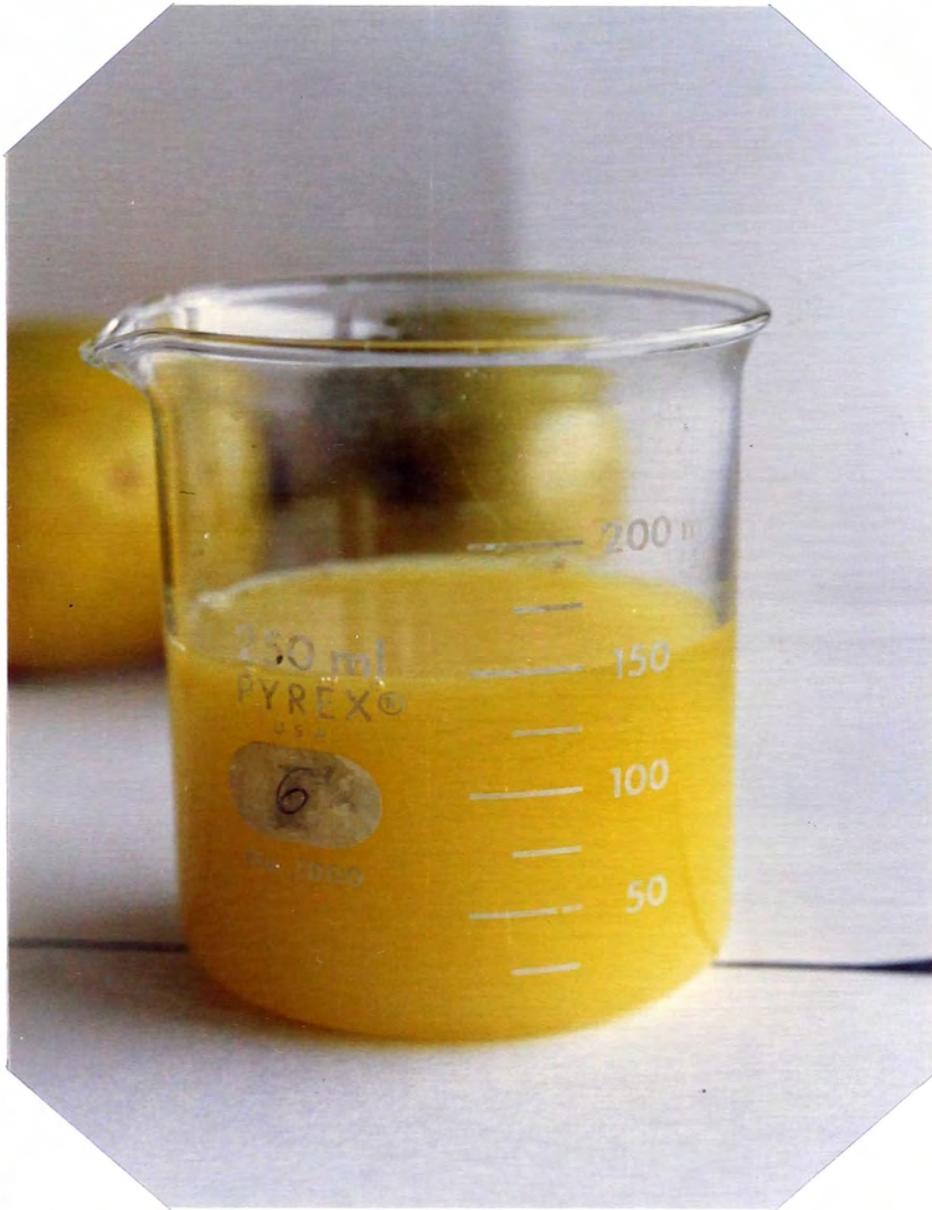


Figura N° 6: Jugo de naranja

en la cáscara.

Se seleccionaron las naranjas en dos tamaños, siendo los resultados como sigue:

<u>GRUPO</u>	<u>DIAMETRO PROMEDIO</u>	<u>PESO PROMEDIO</u>
1	7.10 cm.	200 gr.
2	7.77 cm.	240 gr.

6.4.Extracción del Jugo

Las naranjas fueron cortadas a la mitad mediante cuchillos de acero inoxidable; luego con el exprimidor se extrajo el jugo. Posteriormente el jugo pasó por un colador de malla fina y por último por una tela Polyseda que actúo como malla refinadora.

Se determinó el rendimiento del jugo, para ello se tomó 8 naranjas de cada grupo y se pesó cada una de ellas; luego se exprimió bien el jugo y se pesó cada naranja exprimida. Por diferencia se obtuvo el peso del jugo.

<u>GRUPO</u>	<u>PESO PROMEDIO DE JUGO POR UNIDAD</u>	<u>PESO DEL JUGO (PORCENTAJE)</u>
1	110.08 gr	47.45 %
2	141.98 gr	55.86 %



Figura N° 7: Rotavapor

6.5. Concentración del Jugo

Como el porcentaje de sólidos que contiene el jugo es relativamente bajo, fue necesario alcanzar una mayor concentración para lograr mayor eficiencia durante el secado del jugo por atomización. La concentración se hará a baja temperatura; esta temperatura no deberá sobrepasar los 37°C para evitar la deterioración de la Vitamina C y del sabor. (21).

Para trabajar a esta condición se tuvo que concentrar a vacío, a unos 735 mmHg (Presión de vacío), para lo cual se utilizó el ROTAVAPOR (Ver Figura N° 7).

Para compensar las pérdidas producidas durante la concentración de las características del jugo original, se procedió a concentrar a límites mayores de lo requerido y luego se diluyó con jugo fresco.

6.6. Secado del Jugo Concentrado

Se efectuaron los ensayos de secado por atomización variando las condiciones de operación y, estudiando asimismo el efecto del uso de diferentes tipos de encapsulantes y sus respectivas concentraciones.



Figura N°8 Polvo de naranja obtenido a diferentes temperaturas (Encapsulante: pectina cítrica)

Para las corridas experimentales de secado, se llevaron a cabo las siguientes etapas:

- 1°) Etapa de secado a diferentes temperaturas: La temperatura del aire de entrada al secador es una variable importante en el secado de partículas, influenciando en el tamaño y en sus propiedades físico-químicas (Ver Figura N° 8).
- 2°) Etapa de secado sin adicionar un encapsulante: Este ensayo se llevó a cabo secando el jugo concentrado sin adicionar un encapsulante, con lo cual se observó una gran deposición en las paredes del secador y mostraba que se había plastificado el azúcar que contenía el jugo.
- 3°) Etapa de secado adicionando un encapsulante: En esta etapa se emplearon tres clases de encapsulantes: Pectina Cítrica, Glucosa Líquida y Carboximetilcelulosa de sodio (CMC) y, con los cuales se ensayaron variando sus concentraciones.

En todos los ensayos realizados se disolvió el encapsulante en el jugo concentrado, agitando continuamente para evitar la formación de grumos.

6.7. Resultados Experimentales

Para realizar las corridas experimentales se analizó el jugo de naranja (Ver Apéndice A), obteniéndose los siguientes resultados:

Sólidos totales	8.47 gr %
Sólidos solubles	8.20 gr %
Acidez total (*).....	1.47 gr %
Azúcares reductores	5.26 gr %
Acido ascórbico	54.30 mgr %

* Acidez: Está expresado en ácido cítrico.

Los resultados obtenidos se muestran en tablas (del N° 6 al N° 11).

6.8. Discusión de resultados

1.- De los análisis reportados por el Laboratorio INIAA, se observa que el porcentaje de sólidos totales que contiene el jugo natural es poco, por lo que fue necesario concentrarlo para eliminar cierta cantidad de agua y poder realizar el secado con mayor eficiencia.

2.- Se concentró el jugo natural a diferentes tiempos de operación. Se encontró que en aproximadamente dos horas se logra eliminar alrededor del 80% del agua, que resulta adecuado para nuestros ensayos experimentales. El aroma se perdía un poco.

CUADRO N° 6

CONCENTRACION DEL JUGO NATURAL

Volumen, %	100	100	100
Sólidos solubles, %	7	7	7
Densidad jugo natural, gr/ml	1.0241	1.0241	1.0241
pH	3.43	3.50	3.43
Temperatura (baño maría), °C	34	36	36
N° Rotación (del balón)	5	5	5
Presión de vacío, mmHg	735	735	735
Tiempo de concentración, hr	1.15	2.10	2.30
Volumen de jugo concen- trado, %	46.8	26.4	19.2
pH jugo concentrado	3.40	3.54	3.50
Densidad jugo concentrado, gr/ml	1.068	1.11	1.15
Sólidos solubles del jugo concentrado, %	17	28.7	37
Agua evaporada, % en volumen	53.3	73.6	80.8

CUADRO N° 7

SECADO DEL JUGO SIN ENCAPSULANTE

Estado del jugo	concentrado
Volumen, ml	430
Sólidos solubles, %	22
Tiempo de secado, minutos	100
Temperatura de alimentación, °C	25
Temperatura de entrada del aire, °C	150
Temperatura de salida del aire, °C	85
Presión del aire al atomizador, Kg/cm ²	4
Velocidad del atomizador, RPM	30,835
Rendimiento	(*)

(*) OBSERVACION : El producto quedó adherido a las paredes del secador y fue difícil removerlo.

CUADRO N° 8

SECADO DEL JUGO A DIFERENTES TEMPERATURAS

(Aditivo : PECTINA)

# Muestra	M1	M2	M3	M4
Estado del jugo	concent.	concent.	concent.	concent.
Peso de Pectina, %	17	15.79	16	16
Sólidos solubles, %	23.9	17.46	17.67	17.67
Volumen, ml	436	700	550	615
Tiempo de secado, minutos	45	86	60	71
T alimentación, °C	20	20	24	24
T entrada (aire), °C	150	120	115	110
T salida (aire), °C	85	80	80	80
Presión del aire al atomizador, kg/cm ²	4	4	4	4
Velocidad del atomizador, RPM	30,835	30,835	30,835	30,835
Diámetro rodete, cm	5	5	5	5
Rendimiento, % (*)	---	66.06	55.52	60.22
Contenido Vit. C, mg x 100g de muestra	---	17.33	21.33	97.33

OBSERVACION : M1) Se formó una gran deposición en las paredes del secador de difícil remoción.

M2) El producto obtenido resultó ser muy higroscópico y hubo poca deposición en las paredes de fácil remoción.

M3 y M4) Al igual que M2.

(*) El rendimiento es con respecto a los sólidos de la solución a secar.

CUADRO N° 9

SECADO DEL JUGO CON ADICION DE PECTINA

# Muestra	M1	M2	M3
Estado del jugo	natural	concent.	concent.
Peso de pectina, %	18	15.79	14.20
Sólidos solubles, %	8.74	17.46	17.56
Volumen, ml	470	700	500
Tiempo de secado, minutos	45	86	60
Velocidad de alimentación, g/min	9.76	8.82	8.92
T alimentación, °C	24	20	26
T entrada (aire), °C	115	115	115
T salida (aire), °C	75	75	75
Presión del aire al atomizador, kg/cm ²	4	4	4
Velocidad del atomizador, RPM	30,835	30,835	30,835
Diámetro rodete, cm	5	5	5
Rendimiento, % (*)	48.86	66.43	51.99

OBSERVACION : M1) Se formó poca deposición en las paredes del secador, fácil de remover. El producto es poco fluible y muy higroscópico.

M2) Igual que M1.

M3) Igual que M1.

% de Pectina: con respecto a los sólidos solubles presentes en el jugo a secar.

(*) El rendimiento es con respecto a los sólidos de la solución a secar.

CUADRO N° 10

SECADO DEL JUGO CON ADICION DE GLUCOSA

#Muestra	M1	M2
Estado del jugo	concentrado	concentrado
Peso de Glucosa, %	26.2	43.5
Sólidos solubles, %	27	24
Volumen, ml	200	200
Tiempo de secado, min	80	86
Velocidad de alimentación, g/min	2.65	2.81
T alimentación, °C	26	26
T entrada (aire), °C	110	110
T salida (aire), °C	80	80
Presión del aire al atomizador, kg/cm ²	4	4
Velocidad del atomizador, RPM	30,835	30,835
Diámetro del rodete, cm.	5	5
Rendimiento, %	----	-----

OBSERVACION : M1) Se formó una gran deposición en las paredes del secador. El producto adherido era pegajoso.

M2) El producto obtenido era pegajoso, demasiado higroscópico y muy difícil de manipular. La cantidad que se recuperó fue muy poco, ya que quedó adherida a las paredes y fue muy difícil recuperarlo.

% Glucosa: en base al peso total de sólidos en la mezcla final.

CUADRO N° 11

SECADO DEL JUGO CON ADICION DE CMC

# Muestra	M1	M2	M3
Estado del jugo	concentrado	concentrado	concentrado
Peso de CMC, %	2	4	4
Sólidos solubles, %	20	21.13	26.20
Volumen, ml	500	215	215
Tiempo de secado, min	70	40	45
Velocidad de alimentación, g/min	6.84	5.66	5.34
T alimentación, °C	24	26	24
T entrada (aire), °C	110	110	110
T salida (aire), °C	75	75	80
Presión del aire al atomizador, kg/cm ²	4	4	4
Velocidad del atomizador, RPM	30,835	30,835	30,835
Diámetro del rodete, cm.	5	5	5
Rendimiento, %	---	---	---

OBSERVACION : En todas las muestras el producto quedó totalmente adherida a las paredes del secador y fue difícil removerlo. En la M3 fluyó un poco al frasco colector pero se endureció de inmediato.

% CMC : Con respecto a los sólidos solubles presentes en el jugo concentrado.

- 3.- En el secado del jugo sin encapsulante se obtuvo un producto de color oscuro que quedaron totalmente adheridas a las paredes de la cámara del secador; además fue muy difícil la remoción del producto de las paredes.
- 4.- La tendencia que muestra el producto a adherirse a las paredes del secador, es debido a la termoplaticidad de los azúcares del jugo que pierden su naturaleza cristalina y adquieren consistencia plástica cuando la temperatura es mayor de 60°C; por esta razón es necesario usar un encapsulante.
- 5.- De las corridas realizadas variando la temperatura de secado, se observa que entre 110-120 °C se obtiene un mayor rendimiento; aunque el producto tiende a quedar adheridas a las paredes del secador, es fácil removerlo.
- 6.- Variando la temperatura de secado, se observa que a la temperatura de 110°C la retención de ácido ascórbico (Vitamina C) es bastante alta con respecto a los resultados obtenidos empleando temperaturas de 115°C y 120°C. Esto es debido a que la Vitamina C es altamente termolábil, siendo destruido fácilmente por acción del calor.

- 7.- Para el secado con adición de pectina, no fue necesario concentrar mucho el jugo natural porque a una mayor concentración del jugo la solución final resultaba muy viscosa. Como consecuencia se minimizó las pérdidas de vitaminas, sabor y el aroma durante la concentración.
- 8.- A una concentración de pectina del 16% se obtiene un mayor rendimiento y el producto obtenido es poco fluible, es decir que queda la mayor parte del producto adheridas a las paredes del secador pero es fácil removerlo para recuperarlo; además es muy higroscópico.
- 9.- Al utilizar glucosa como sustancia encapsulante, se observa que al aumentar la concentración de éste el producto tiende a mejorar su apariencia, ya que no presenta signos de haber sido plastificado, pero además se observa que la concentración que se emplea es bastante grande, lo que resulta una desventaja en el empleo de este encapsulante.
- 10.- Al utilizar CMC como material encapsulante se obtuvo un producto de naturaleza pegajosa y muy higroscópico, que quedó totalmente adherido a las paredes del secador. Se aumentó la concentración del jugo pero no se tuvo mejores resultados.

CAPITULO VII

INGENIERIA DEL PROYECTO

INGENIERIA DEL PROYECTO

En este capítulo trataremos la descripción del proceso para la obtención de naranja en polvo mediante el secado por atomización y el balance de materia del proceso. Además de determinar la capacidad de la planta que estará ubicado en la zona de Chanchamayo (Junín), así como de las características básicas de diseño de los equipos requeridos en el proceso.

7.1.Descripción del proceso

El proceso empleado para la obtención de naranja en polvo se muestra en la Figura N° 9.

La materia prima luego de ser recepcionada es seleccionada y almacenada. Un día antes de su procesamiento, las naranjas son transportadas a la tolva de almacenamiento de la zona de proceso.

De la tolva de almacenamiento, las naranjas pasan a la lavadora para quitarles las impurezas que puedan tener en su superficie; luego son transportadas a una mesa de selección, donde dos personas se encargan en deshechar las naranjas que se encuentren dañadas y que es aproximadamente el 5% de las naranjas lavadas. Las naranjas sanas

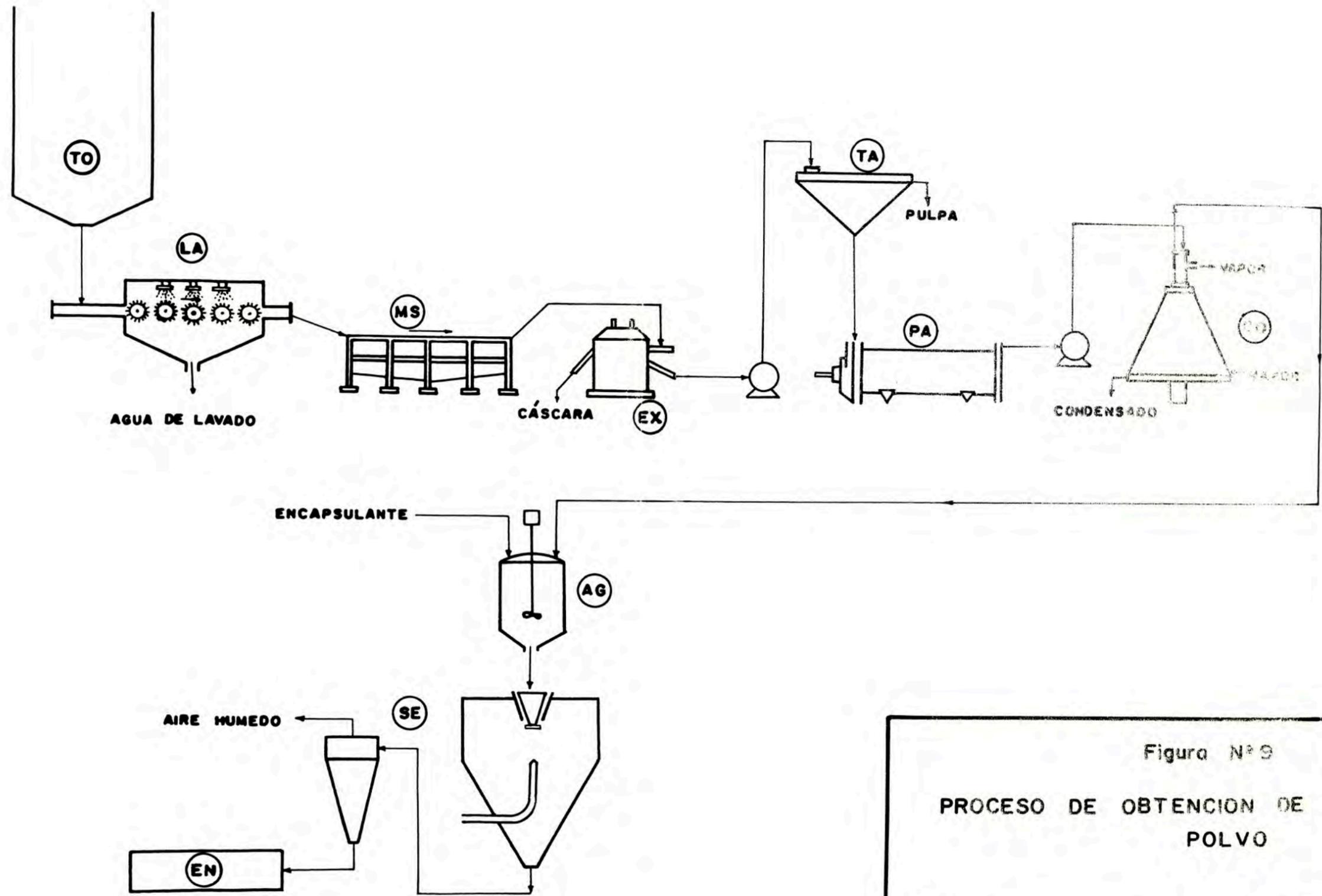


Figura N° 9

PROCESO DE OBTENCION DE NARANJA EN POLVO

TO: Tolva de almacenamiento
 LA: Lavadora de frutas
 MS: Mesa de selección
 EX: Extractor
 TA: Tamiz

PA: Pasteurizador
 CO: Concentrador a vacío
 AG: Mezclador
 SE: Secador por atomización
 EN: Envasado

pasan al extractor donde se le extrae el jugo, el peso del jugo es en promedio el 48% del peso de las naranjas enteras.

El jugo extraído se pasa por el tamiz para eliminar alguna sustancia extraña que pueda haber pasado durante la extracción (semillas, gajos, vesículas) y, estas sustancias extrañas representa el 8% del jugo extraído. Luego el jugo tamizado se pasteuriza para inactivar algunas enzimas que pudieran descomponer al jugo, se realiza a una temperatura de 80°C durante 30 segundos.

El jugo pasteurizado se transporta al concentrador a vacío; el jugo se concentra a una temperatura de 35°C y a una presión de vacío de 735 mmHg, donde se elimina el 53.2% (porcentaje en volumen) de agua.

El jugo concentrado se transporta a un tanque con agitador; al jugo, mediante agitación constante, se le irá agregando poco a poco pectina (que actúa como encapsulante). La mezcla se agitará durante 20 minutos, luego del cual se procede a secarlo en el secador por atomización sin dejar de agitar la mezcla; el secado se realiza a una temperatura de aire de entrada de 110 a 115 °C, a una temperatura del aire de salida de 75 °C y una

CUADRO N°12

IMPORTACION NACIONAL DE SABOR O ESENCIA

PESO BRUTO (KILO BRUTO)

P A I S	1989	1990
Alemania Federal (Occidental)	20,598	25,437
Argentina	10,734	6,442
Bélgica - Luxemburgo	13,697	16,082
Brasil	182	1,434
Canadá	69	-
Colombia	9,511	6,058
Chile	726	264
Dinamarca	-	6
Ecuador	-	2,697
España (Islas Canarias, Tenerife)	228	601
Estados Unidos	47,901	91,010
Francia	56,938	68,236
India	108	108
Israel	-	3
Italia	-	162
México	3,518	28,848
Países Bajos	9,047	10,750
Panamá	601	2,417
Puerto Rico	3,705	401
Reino Unido	18,841	55,980
Suiza	54,659	84,703
Venezuela	-	222
TOTAL DE IMPORTACION	251,063	401,861

Nota : Los saborizantes están considerados en la partida Aracenería 33.04.00.00.00, denominada Sabor o Esencia.

FUENTE : Ministerio de Industria, Turismo e Integración; Oficina de Estadística.

presión del aire de 4 Kg/cm². Una vez obtenido el polvo de naranja, se envasa a vacío o con un gas inerte (nitrógeno).

El proceso de obtención de naranja en polvo requiere de un tiempo de operación de 7 horas y como se trabajará en un turno de 8 horas diarias, nos quedará una hora para realizar trabajos de limpieza de equipos o algún otro imprevisto que pudiera presentarse.

7.2.Capacidad de la Planta

La capacidad o el tamaño de una planta se determina en función de la demanda del producto que hay que satisfacer.

Para nuestro caso, para calcular el tamaño de la planta tomaremos como referencia la cantidad total de productos de sabor o esencia que nuestro país importa (Ver el Cuadro N°12) y del cual captaremos el 10% de este producto importado.

Como en el año 1990 se importó 401,861 kilos de sabor o esencia (Ver Cuadro N°12), entonces la capacidad anual de la planta será:

Capacidad de Planta = 401,861 k (0.10)

Capacidad de Planta = 40,186 k de producto al año.

Además, se trabajará en un sólo turno de 8 horas cada día y sin tomar en cuenta feriados y domingos se tendrá 330 días de trabajo al año; entonces la capacidad de la planta por día será:

Capacidad de Planta = $(40,186 \text{ k/año}) / (330 \text{ días/año})$

Capacidad de Planta = 121.78 k de producto por día.

Para producir 121.78 k producto/día se requiere aproximadamente de 4,600 k de naranjas que viene a ser la materia prima del proceso.

Además se tiene que tener en cuenta que la capacidad de la planta está también relacionado con la cantidad de materia prima disponible.

La producción de naranjas de la variedad Valencia en la zona de Chanchamayo, en el año de 1990, fue de 19,400 TM (dato obtenido en la Oficina de Estadística del Ministerio de Agricultura-Junín); de esta producción utilizaremos el 10%, ya que siempre habrá consumo de partes de otras industrias y consumo directo (fruta fresca) o exportaciones. Entonces la cantidad de materia prima disponible será:

Materia Prima disponible = $(19,400 \text{ TM/año}) (0.10)$

Materia Prima disponible = 1,940 TM/año

o lo que sería:

Materia Prima disponible = $(1.94 \text{ TM/año}) / (330 \text{ días/año})$

Materia Prima Disponible = 5.87TM/día o 5,870k/día

Con estos valores se observa que la cantidad de materia prima requerido está contenida en la materia prima disponible; por lo que la capacidad de nuestra planta es:

Capacidad de Planta = 4,600 k naranjas/día

7.3. Plan de Producción

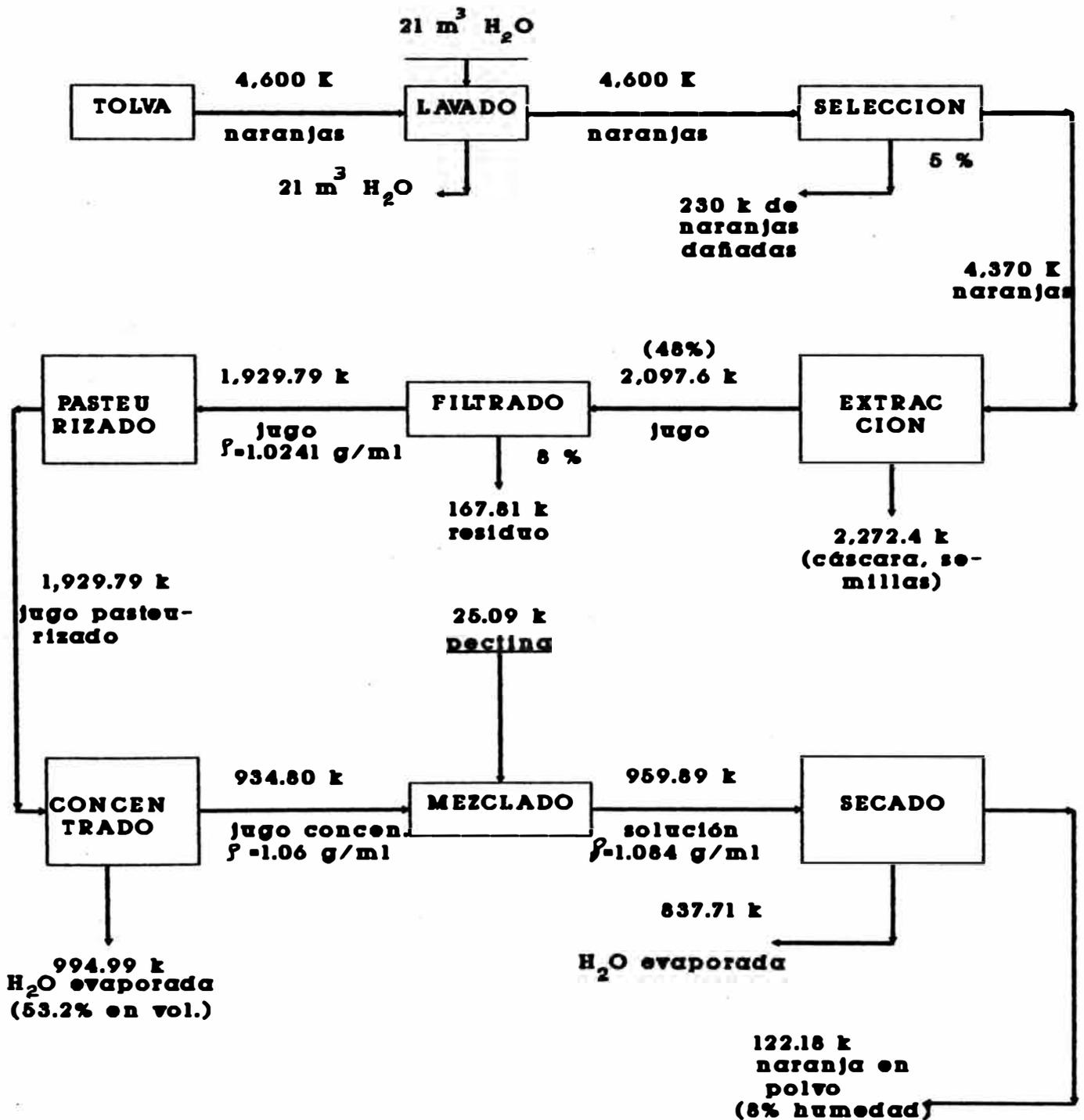
Se ha determinado que la capacidad de la planta será de 4,600 kilos de naranjas procesadas diariamente, lo que dará una producción de 122.18 kilos de naranja en polvo por día.

En el primer año de producción se trabajará en la planta al 80% de su capacidad con el fin de preveer algún imprevisto que pueda presentarse durante el proceso. Ya en el segundo año la producción se incrementará al 100% de su capacidad.

Como se ha dicho anteriormente, se trabajará en un sólo turno de 8 horas; con esto queda la alternativa de que en el futuro se pueda incrementar la producción implementando un segundo o tercer turno, además que se puede comprar algún equipo para el proceso como el concentrador o tanque de mezclado u otro para lo cual se tendría que realizar un análisis previo.

7.4. Balance de Materia

Materia Prima: 4,600 kg de naranjas / día



7.5. Diseño de Equipos

En la Figura N° 9 se muestra los equipos que se requieren para el proceso ya descrito; estos equipos requeridos son los siguientes:

- TO Tolva para almacenar la fruta a procesar.
- LA Lavadora de frutas.
- MS Mesa de selección.
- EX Extractor de jugos.
- TA Tamiz.
- PA Pasteurizador.
- CO Concentrador a vacío.
- AG Mezclador.
- SE Secador por atomización.

7.5.1. TOLVA DE ALMACENAMIENTO

La tolva almacenará 4,600 k de naranja por día.

La densidad de la naranja es aproximadamente 0.95 K/lt, con lo que se calculará el volumen de la materia prima (M.P.):

$$V(M.P.) = 4,600 \text{ K} \times \frac{1 \text{ lt}}{0.95 \text{ K}} \times \frac{10^{-3} \text{ m}^3}{1 \text{ lt}}$$

$$V(M.P.) = 4.84 \text{ m}^3$$

Se tomará que el vacío entre frutas es el 20% del volumen de la materia prima y dando un factor de seguridad del 10%, se tiene:

$$V(\text{Tolva}) = 4.84 \text{ m}^3 (1.20) (1.10)$$

$$V(\text{Tolva}) = 6.39 \text{ m}^3$$

Especificación

Volumen de la tolva: 6.5 m³

Material de la tolva: madera

Forma de la tolva: tronco de cono invertido

7.5.2.LAVADORA DE FRUTAS

Se emplea con la finalidad de eliminar las impurezas que la fruta pudiera llevar adheridas.

La máquina lavadora estará constituida de 8 a 12 cepillos circulares, cuyos ejes girarán en forma perpendicular al sentido del movimiento de las naranjas. Las duchas dejarán caer agua a presión.

Cada kilo trae aproximadamente 5 naranjas, entonces se tiene:

$$\text{Total de naranjas} = 4,600 \text{ K (5 naranjas/K)}$$

$$\text{Total de naranjas} = 23,000 \text{ naranjas.}$$

El lavado de naranjas toma 3.25 horas, por lo que la capacidad de la lavadora será:

Capac. Lavadora = 23,000 naranjas/3.25 horas

Capac. Lavadora = 7,077 naranjas/hr.

añadiendo 15% como factor de seguridad, se tiene:

Capac. Lavadora = (7,077 naranjas/hr) (1.15)

Capac. Lavadora = 8,139 naranjas/hr.

Por cada kilo de naranjas se emplea aproximadamente 3.5 lt ($3.5 \times 10^{-3} \text{ m}^3$) de agua para su lavado, entonces el volumen total de agua requerido será:

$$V(\text{H}_2\text{O}) = \frac{(7,077 \text{ naranjas/hr})(3.5 \times 10^{-3} \text{ m}^3/\text{K})}{5 \text{ naranjas/k}}$$

$$V(\text{H}_2\text{O}) = 4.95 \text{ m}^3/\text{hr}$$

añadiendo 15% como factor de seguridad, se tiene:

$$V(\text{H}_2\text{O}) = 5.69 \text{ m}^3/\text{hr}$$

Especificación

Capacidad de la lavadora: 8,150 naranjas/hr

Volumen de agua de lavado: 5.7 m³/hr

Material de la lavadora: acero inoxidable

Potencia del motor: 3/4 HP

7.5.3. MESA DE SELECCION

En esta mesa se seleccionará y deshechará las naranjas dañadas de las sanas. Las naranjas se transportaran por medio de una faja transportadora que irá en el centro de la mesa, hacia lo largo.

Especificación

Tamaño de la mesa: 3m de largo x 1.5 m de ancho.

Material de la mesa: madera

Potencia del motor: 1/2 HP

7.5.4. EXTRACTOR DE JUGOS

La extracción del jugo puede efectuarse a mano o automáticamente. Como es un proceso continuo y a escala industrial es más ventajoso emplear extractores automáticos. Algunos de estos tipos de extractores son (14):

- a) FMC extractor en línea de 5 copas, tratará de 200 a 375 naranjas por minuto.
- b) Extractor rotatorio de cabezas fijas, tiene una capacidad de 200 naranjas por minuto.
- c) BROW Modelo 400, cuyas naranjas es partida en mitades yendo a lados opuestos y, siendo exprimidas por un saliente semiesférico. Su máxima capacidad es de 350 naranjas por minuto.

Luego de la etapa de selección, aproximadamente el 5% del total de naranjas serán descartadas por estar dañadas; entonces la capacidad del extractor es:

Capac. Extractor = (7,077 naranjas/hr) (0.95)

Capac. Extractor = 6,723 naranjas/hr. o

Capac. Extractor = 112 naranjas/minuto

añadiendo 10% como factor de seguridad:

Capacidad Extractor = (112 naranjas/min) (1.10)

Capac. Extractor = 123 naranjas/min.

Por la capacidad del extractor que se requiere, se puede emplear cualquiera de los tres modelos. Según Donald Tressler (14) el extractor BROW Modelo 400 es el más usado en la industria cítrica por lo que emplearemos este tipo.

Especificación

Tipo de extractor: BROW Modelo 400

Capacidad: 123 naranjas/minuto

Material: acero inoxidable

Potencia: 1 HP

7.5.5. TAMIZ

Estas máquinas afinadoras usualmente consisten de enrejados cilíndricos, a través de

los cuales el jugo es forzado por intermedio de una rosca. La pulpa y cáscara escapan a través de un regulable orificio anular al final del enrejado. Así tenemos:

- a) Tamiz pasadora, consiste de un cilindro cónico perforado en cuyo interior hay un tornillo sin fin para el avance del producto a través de los tamices. Es aplicable para despulpar parcialmente zumos agrios (24).
- b) Tamiz de motor vibratorio, están separados entre sí por medio de tamices concéntricos, con orificios de diferentes diámetros que giran lentamente. Aplicables para despulpar el jugo de los agrios, dejándolos limpios de vesículas y partículas gruesas (24).

Tomando en cuenta que el jugo debe estar libre de vesículas y partículas gruesas, emplearemos el tamiz de motor vibratorio.

Luego de la extracción, el peso del jugo será el 48% del peso de naranjas empleadas en la extracción; entonces el peso del jugo será:

$$\text{Peso del jugo} = \frac{(0.48)(6,723 \text{ naranjas/hr})}{5 \text{ naranjas/1 Kilo}}$$

$$\text{Peso del jugo} = 645.4 \text{ K/hr}$$

Como la densidad del jugo es 1.0241 K/lt, la capacidad del tamiz a emplearse será:

Capac. Tamiz = (645.4 K/hr) (1 lt/1.0241 K)

Capac. Tamiz = 630.21 lt/hr

adicionando el 15% como factor de seguridad:

Capac. Tamiz = 724.74 lt/hr.

Especificación

Tipo de tamiz: tamiz vibratorio

Capacidad del tamiz: 730 lt/hr

Malla del tamiz: orificio de 0.8 mm de diámetro

Material: acero inoxidable

Potencia del motor: 1.5 HP

7.5.6.PASTEURIZADOR

Este tratamiento tiene que ser rápido, de manera que no altere sus características organolépticas y vitamínicas del producto.

Algunos de estos tipos de pasteurizadores son:

- a) Tubular concéntrico: constituido por una serie de tubos, entre cuyos tubos circulan las aguas y en el interior de ellos el jugo.
- b) De placas: generalmente está dividido en tres secciones o lotes de placas; estas

secciones son: la del calentamiento, de intercambio y de enfriamiento. Entre las secciones de calentamiento y la intermedia suele haber unos tubos para mantener el zumo caliente unos 30 segundos.

El pasteurizador de placas es muy empleado en las industrias por ser adecuado para jugos y cremogenadas de frutas (24).

En el tamiz quedará como resiguo el 8% del peso del jugo, entonces la capacidad del pasteurizador será:

Capacidad Pasteurizador = (645.4 K/hr) (0.92)

Capacidad Pasteurizador = 593.77 K/hr

Adicionando un 15% como factor de seguridad:

Capac. Pasteurizador = 593.77 K/hr (1.15)

Capac. Pasteurizador = 682.84 K/hr

Especificación

Tipo de pasteurizador: Pasteurizador de placas.

Capacidad: 685 K/hr.

Material: de acero inoxidable.

Potencia: 1HP

7.5.7. CONCENTRADOR A VACIO

Como el jugo es muy sensible al calor se tiene que trabajar a bajas temperaturas (a 35°C), para lo cual se trabajará a vacío.

Algunos de estos concentradores son:

- a) Concentrador de placas: calienta el jugo en un sólo paso utilizando intercambiadores de placas. Vapor a baja presión es el medio de calentamiento y entra por la parte superior de las placas, el condensado se elimina por la parte inferior. Es de fácil limpieza.
- b) Evaporador de película descendente: el jugo desciende por gravedad en forma de una película a lo largo de una pared interior de una tubería vertical, mientras que el vapor se aplica por la parte exterior. Aplicables a zumos de frutas en general.
- c) Evaporador de superficie rotatorio: es un cono invertido que gira rápidamente alrededor de su eje. El vapor es aplicado a un lado del cono mientras que el jugo fluye rápidamente en forma de película delgada sobre la superficie. El tiempo de retención es extremadamente corto.

Como el evaporador de superficie rotatorio tiene un tiempo de retención bastante corto, sería una ventaja para lo que necesitamos.

A la salida del pasteurizador, el jugo contiene 7% de sólidos solubles y se tiene que concentrar hasta obtener 17% de sólidos solubles; durante el concentrado se tiene que eliminar el 53.2% en volumen de agua del jugo. Como la densidad del jugo es 1.0241 K/lt y del jugo concentrado es 1.068 K/lt, entonces la capacidad evaporativa del concentrador será:

$$\text{Capac. Evaporativa} = (593.77 \text{ K/hr}) \left(1 - \frac{1.068 \times 0.468}{1.0241}\right)$$

Capac. Evaporativa = 303.97 K/hr (de H₂O evaporada)

tomando como factor de seguridad el 20% :

Capac. Evaporativa = (303.97 K/lt) (1.20)

Capac. Evaporativa = 364.76 K/hr (de H₂O evaporada)

Especificación

Tipo de concentrador: de superficie rotatorio

Capacidad evaporativa: 365 K/hr (de H₂O evaporada)

Material: acero inoxidable

Potencia: 6.5 HP

7.5.8. MEZCLADOR

En el tanque mezclador se mezclará la pectina con el jugo concentrado para posterior-

mente secarlo. El mezclado durará 20 minutos.

El mezclador constará de un recipiente cilíndrico vertical dentro del cual habrá un agitador.

Como la densidad de la mezcla es 1.084 K/lt, la capacidad del tanque será (Peso pectina = 7.78 K) :

Capac. Tanque = $(289.8 + 7.78) \text{K/hr} (1 \text{ lt}/1.084 \text{ K})$

Capac. Tanque = 274.52 lt/hr

añadiendo 15% como factor de seguridad:

Capac. Tanque = $(274.52 \text{ lt/hr}) (1.15)$

Capac. Tanque = 315.70 lt/hr

Especificación

Capacidad del tanque: 316 lt/hr

Volumen del tanque: 500 lt

Forma: tanque vertical cerrado con fondo cónico, con un espesor de 1/8".

Tipo de agitador: Hélice, de tres palas

Material: acero inoxidable

Potencia: 1/2 HP. Motor de velocidad variable.

7.5.9.SECADOR POR ATOMIZACION

Como la finalidad del secado es eliminar el agua que aún contiene el jugo concentrado y además que este contiene 17% de sólidos solu-

bles, se calculará la capacidad evaporativa del secador:

$$\text{Capac. Evaporativa} = (274.52 \text{ K/hr}) (1-0.17)$$

$$\text{Capac. Evaporativa} = 227.85 \text{ K/hr (de H}_2\text{O evaporada)}$$

adicionándole el 20% como factor de seguridad:

$$\text{Capac. Evaporativa} = (227.85 \text{ K/hr}) (1.20)$$

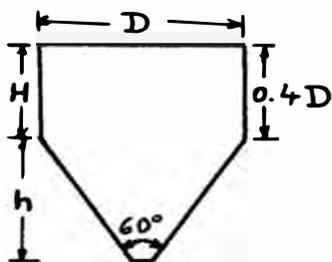
$$\text{Capac. Evaporativa} = 273.42 \text{ K/hr (de H}_2\text{O evaporada)}$$

o

$$\text{Capac. Evaporativa} = 601.53 \text{ lb/hr (de H}_2\text{O evaporada)}$$

Sabiendo la capacidad evaporativa del secador, del gráfico 20.72 del Manual del Ingeniero Químico (25) obtenemos el volumen de la cámara del secador:

$$V(\text{Cámara}) = 2,100 \text{ ft}^3$$



además:

$$H = 0.4 D$$

$$h = (D/2) \cotg 30^\circ$$

$$V(\text{Cámara}) = \frac{\pi D^2 H}{4} + \frac{\pi D^2 h}{12}$$

reemplazando valores obtenemos:

$$D = 15.72 \text{ ft}$$

$$H = 6.29 \text{ ft}$$

$$h = 13.61 \text{ ft}$$

Como el diámetro del disco depende del tamaño del secador y tomando las medidas que tiene el secador del laboratorio, asumiremos la siguiente relación:

$$\frac{\text{diámetro del disco}}{\text{diámetro de la cámara}} = \frac{0.16 \text{ ft}}{4.80 \text{ ft}} = 0.04$$

utilizando nuestros valores, obtenemos:

$$\text{Diámetro del disco} = 0.63 \text{ ft}$$

Según el Manual del Ingeniero Químico (25): "las velocidades de disco oscilan entre 3,000 y 50,000 rpm, y las altas velocidades se emplean por lo común en los secadores de diámetros pequeño". Según esto asumiremos que la velocidad del disco será similar a un secador para planta piloto que tiene el Instituto Nacional de Investigación Agraria y Agroindustrial (INIAA), la cual tiene un disco de diámetro de 0.42 ft:

$$\text{Velocidad del disco} = 24,000 \text{ rpm}$$

Especificación

Capacidad evaporativa: 605 lb/hr (de H₂O evaporada)

Diámetro del secador: 15.72 ft

Diámetro del disco: 0.63 ft

Velocidad del disco: 24,000 rpm

Aberturas radiales del atomizador: 24

Presión del aire al atomizador: 4 kg/cm²

CAPITULO VIII

EVALUACION ECONOMICA

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 poderse expresar en cifras (22).

8.1. 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 el Capital de Trabajo.

8.1.1. ESTIMACION DE LA INVERSION FIJA (26)

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 costos y de algunos equipos fueron dados por el fabricante. El costo ha sido expresado en dólares a Diciembre de 1990.

(1 U.S. \$ = S/. 0.550). Ver Cuadro N°13

2) Instalación del equipo adquirido: La instalación del equipo adquirido requiere mano de obra, soportes, plataformas, gastos de construcción y otros factores relacionados con los mismos. Se estima que el costo de instalación de los equipos varía 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 canti-

CUADRO N°13

COSTO DE EQUIPO ADQUIRIDO

ITEM	DESCRIPCION	COSTO CIF U.S.\$
TO	Tolva de frutas	210
LA	Lavadora de frutas	3,000
MS	Mesa de selección	100
EX	Extractor	8,500
TA	Tamiz	2,500
PA	Pasteurizador	5,200
CO	Concentrador	130,000
AG	Mezclador	3,500
SE	Secador por atomización	350,000
SV	Selladora a vacío	1,000
	TOTAL U.S.\$	504,010

dad 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.
- 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.

El capital de trabajo, es la disponibilidad que se requiere para cubrir los desembolsos, que permiten iniciar las actividades y sufragar los gastos hasta que se produzcan ingresos suficientes. Se considera el 10 por ciento de la inversión total de capital.

8.1.3. INVERSION TOTAL DE CAPITAL

La suma de la inversión de capital fijo y de capital de trabajo se conoce como Inversión Total de Capital o simplemente Inversión Total.

En el Cuadro N° 14, se muestra el desgregado de la Inversión Total de Capital.

8.2. Costo Total del Producto

Este costo suele subdividirse en dos categorías: Costos de Fabricación y Gastos Generales.

8.2.1. COSTOS DE FABRICACION (26)

En los costos de fabricación se incluyen todos los gastos directamente relacionados con la fabricación o producción y con los equipos físicos de la planta, como:

- 1) Materia prima: Se refiere a la naranja comprada en la chacra de los agricultores, de la zona de Chanchamayo. La planta operará el primer año al 80% de su capacidad instalada y a partir del segundo año al 100% de su capacidad instalada. Se tomará como base para el cálculo el procesamiento anual al 100% de la capacidad instalada, que viene a ser 1,518 T.M. de naranjas por año (U.S.\$ 0.018 por Kg.) y 8.2797 T.M. de pectina por año (U.S \$ 25 por Kg.)

- 2) Mano de obra: Comprende los sueldos de cada obrero incluyendo seguro social, vacaciones y beneficios (U.S. \$ 1,440 por año por obrero).
Número de obreros: 8

- 3) Supervisión directa: En una planta siempre se requiere una supervisión directa (U.S. \$ 3,000 por año por supervisor).
Número de supervisores: 2

- 4) Servicios auxiliares: El costo de los servicios auxiliares, como vapor, electricidad, agua para el proceso, etc., asciende a un 10 por ciento del costo total del producto.

CUADRO N°14

INVERSION TOTAL DE CAPITAL

U.S. \$

Costos Directos (CD)

1) Equipos adquiridos	504,010
2) Instalación	176,404
3) Instrumentación y controles	30,241
4) Tuberías y accesorios	504,010
5) Instalaciones eléctricas	50,401
6) Obras civiles	25,201
7) Instalaciones de servicios	151,203
8) Terreno	1,500

Total (CD)

1'442,970

Costos Indirectos (CI)

9) Ingeniería y supervisión	144,297
10) Gastos de construcción y puesta marcha	173,156
11) Eventualidades	153,080

Total (CI)

470,533

Inversión de Capital Fijo

1'913,503

Capital de Trabajo

212,611

INVERSION TOTAL DE CAPITAL

2'126,114

- 5) Mantenimiento y reparaciones: Para mantener una planta en eficientes condiciones de operación se requieren considerables gastos en mantenimiento y reparaciones. Los costos anuales para mantenimiento y reparaciones pueden ser tan bajos como el 2 por ciento del costo del equipo, si éste trabaja en condiciones operativas no muy severas y pueden llegar hasta un 20 por ciento, en caso contrario.
- 6) Suministro para las operaciones: En toda operación de producción se requieren suministros tales como planos y diagramas, lubricantes, reactivos para análisis químicos. El costo anual asciende alrededor del 10 al 20 por ciento del costo de mantenimiento y reparaciones.
- 7) Gastos de laboratorio: Incluye el costo de los ensayos de laboratorio para el control de las operaciones y el control de calidad de los productos. Este costo puede situarse entre el 10 y el 20 por ciento del costo de la mano de obra.
- 8) Depreciación: Los equipos, edificios y otros objetos materiales que forman la

planta industrial en el transcurso de la vida útil de estos bienes, se produce una disminución de su valor. Generalmente se utiliza el método lineal para determinar la depreciación.

- 9) Impuestos locales: En las zonas menos densamente pobladas, los impuestos son del orden del 1 al 2 por ciento de la inversión de capital fijo.
- 10) Seguros: Estos gastos suelen ser de 0.4 a 1 por ciento de la inversión de capital fijo.
- 11) Gastos generales de la planta: Incluye gastos para limpieza general, varios, embalajes, seguridad y protección, etc.. El costo por gastos generales varía entre 5 y 15 por ciento del costo total del producto.

8.2.2.GASTOS GENERALES (26)

Se refiere a los gastos de administración, de distribución y de marketing y de investigación.

- 1) Gastos administrativos: Considera salarios y jornales de administradores, secretarias, contadores, etc.. Los gastos

de administración pueden estimarse en un 2 a 5 por ciento del costo total del producto.

- 2) Gastos de distribución y de marketing: Son los gastos en que se incurre para vender los productos, gastos de expedición, costo de los envases, gastos de publicidad. Estos gastos se encuentran entre el 2 y el 20 por ciento del costo total del producto.
- 3) Gastos de investigación: Estos gastos incluyen salarios de todo el personal directamente relacionado con este tipo de tarea. Estos gastos ascienden de un 2 a 5 por ciento del costo total del producto.

8.2.3.COSTO TOTAL DEL PRODUCTO

El Costo Total del Producto, viene a ser la suma de los costos de fabricación y de los gastos generales.

Para determinar el Costo Unitario se divide el costo total del producto entre la producción total. Comparando este costo unitario con el precio de venta en el mercado, se obtendrá la posible ganancia por unidad. Como referencia podemos indicar que el costo del producto en el

mercado es de U.S. \$ 30 por Kg.

En el Cuadro N° 15, se muestra el desgregado del Costo Total del Producto.

8.3.Rentabilidad (27)

En una evaluación es frecuente el uso de criterios de evaluación como el Valor Actual Neto (VAN) y la Tasa Interna de Retorno (TIR) aún cuando los dos ofrecen resultados adecuados para medir la rentabilidad de la instalación de una planta. Si bien técnicamente el criterio del VAN es superior al criterio del TIR se estila presentar ambos. Más que sustitutos estos dos criterios resultan ser complementarios.

8.3.1.FLUJO NETO DE FONDOS

Viene a ser el beneficio neto de cada año. Toda la evaluación económica estará expresado en dólares, debido a su mayor estabilidad como moneda y su empleo general en el Mercado Internacional.

Se ha considerado en la evaluación económica:

- 1) Moneda constante referida al año cero.

CUADRO N° 15
COSTO TOTAL DEL PRODUCTO

U.S. \$/año

Costo de Fabricación (CF)

a) Costos directos de fabricación (CDF)

1) Materia Prima	234,317
2) Mano de obra	11,520
3) Supervisión directa	6,000
4) Servicios auxiliares	63,731
5) Mantenimiento y reparación	10,080
6) Suministro para las operaciones	1,008
7) Gastos de laboratorio	1,152
Total (CD)	327,808

b) Gastos fijos (GF)

8) Depreciación	212,611
9) Impuestos locales	19,135
10) Seguros	7,654
Total (GF)	239,400

c) Gastos generales de planta (GP)

11) Gastos generales de planta	31,866
Total (GP)	31,866

CF=CD+GF+GP	Total (CF)	599,074
-------------	------------	---------

Gastos Generales (GG)

1) Gastos administrativos	12,746
2) Gastos de distribución y de marketing	12,746
3) Gastos de investigación	12,746
Total (GG)	38,238

COSTO TOTAL DEL PRODUCTO	637,312
--------------------------	---------

Costo Unitario del Producto: U.S. \$ 15.81/Kg.

- 2) Una vida útil de 10 años, al cabo del cual se recupera el capital de trabajo.
- 3) Precio de venta del producto U.S. \$ 25 por Kg.
- 4) Depreciación lineal
- 5) Impuestos:
 - A la renta: 0 % (por descentralización) de la renta neta.
 - Itintec: 2 % de la renta neta.
- 6) Utilidad neta:
 - Reserva legal: 10 % de la utilidad neta.
 - Utilidad retenida: 1 % de la utilidad neta.
 - Dividendos: 89 % de la utilidad neta.

A la utilidad neta se le adicionará la depreciación, obteniéndose así el Flujo Neto de Fondos.

En el Cuadro N° 16, se muestra el desgregado del Flujo Neto de Fondos.

8.3.2. 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.

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

Donde: FNF_t , representa el Flujo Neto de Fondos en el período t .

i , la tasa de descuento.

8.3.3. 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 de Flujo Neto de Fondos.

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

Donde: 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.

8.3.4.RENTABILIDAD

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

- Inversión Total de Capital: U.S.\$ 2'126,114
- Flujo Neto de Fondos: Ver Cuadro N° 16
- Tasa de Descuento: 10 %

Reemplazando valores tenemos:

VAN (U.S.\$) = 87,304

TIR (%) = 10.87

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 16

FLUJO NETO DE FONDOS

Concepto	\$ AÑO 0 / AÑO										
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
A. Flujo de Beneficios											
1. Ventas	0	806,425	1,007,975	1,007,975	1,007,975	1,007,975	1,007,975	1,007,975	1,007,975	1,007,975	1,007,975
2. Recuperación de Capital de Trabajo	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	212,611
Total de Beneficios	0	806,425	1,007,975	1,007,975	1,007,975	1,007,975	1,007,975	1,007,975	1,007,975	1,007,975	1,220,586
B. Flujo de Costos											
1. Inversión Fija	1,913,503	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2. Inversión de Capital de Trabajo	212,611	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3. Costo de Fabricación	0	543,293	599,074	599,074	599,074	599,074	599,074	599,074	599,074	599,074	599,074
Total de Costos	2,126,114	543,293	599,074	599,074	599,074	599,074	599,074	599,074	599,074	599,074	599,074
C. Utilidad Bruta (A-B)	(2,126,114)	263,132	408,901	408,901	408,901	408,901	408,901	408,901	408,901	408,901	621,512
D. Gastos Generales	0	34,677	38,238	38,238	38,238	38,238	38,238	38,238	38,238	38,238	38,238
E. Utilidad Operativa (C-D)	(2,126,114)	228,455	370,663	370,663	370,663	370,663	370,663	370,663	370,663	370,663	583,274
F. Depreciación	0	212,611	212,611	212,611	212,611	212,611	212,611	212,611	212,611	212,611	212,611
G. Renta Meta (E-F)	(2,126,114)	15,844	158,052	158,052	158,052	158,052	158,052	158,052	158,052	158,052	370,663
H. Impuestos		15,527									
1. A la Renta (0%)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2. Itintec (2%)	0	317	3,161	3,161	3,161	3,161	3,161	3,161	3,161	3,161	3,161
Total de Impuestos	0	317	3,161	3,161	3,161	3,161	3,161	3,161	3,161	3,161	3,161
I. Utilidad Meta (G-H)											
1. Reserva Legal (10%)	0	1,553	15,489	15,489	15,489	15,489	15,489	15,489	15,489	15,489	36,750
2. Utilidad Retenida (1%)	0	153	1,549	1,549	1,549	1,549	1,549	1,549	1,549	1,549	3,675
3. Dividendos (89%)	0	13,819	137,853	137,853	137,853	137,853	137,853	137,853	137,853	137,853	327,077
Total de Utilidad Meta	(2,126,114)	15,527	154,891	154,891	154,891	154,891	154,891	154,891	154,891	154,891	367,502
J. FLUJO NETO DE FONDOS	(2,126,114)	228,138	367,502	367,502	367,502	367,502	367,502	367,502	367,502	367,502	580,113

RENTABILIDAD: Valor Actual Neto (U.S.\$) = 87,304

Tasa Interna de Retorno (%) = 10.87

BIBLIOGRAFIA

BIBLIOGRAFIA

1.- GONZALES SICILIA, EUSEBIO

El Cultivo de los Agrios. Editorial Revolucionaria.
España, 1968. 3ra. Edición.

2.- MARTINEZ FEBRER, JOSE

El Cultivo del Naranjo, Limonero y otros Agrios.
Editorial Sintesis S.A.. Barcelona, 1969. 2da.
Edición.

3.- MORIN LABROUSE, CHARLES

Cultivo de Cítricos. Editorial I.I.C.A. Lima, Marzo
1980. 2da. Edición.

4.- HURTADO PASCUAL, FERNANDO

"Ensayos de Secado por Rociado del Jugo de
Maracuyá". Tesis de Grado. UNA. Lima.

5.- TORRES CASTRO, ALEJANDRO

"Estudio sobre Industrialización de Jugos Enlatados
de Cítricos en el Perú". Tesis de Grado. UNA. Lima,
1966.

6.- FRANCIOSI, RAFAEL

El Cultivo de los Cítricos en el Perú. Lima, FOPEX
1986.

7.- PRIMO YUFERA, E.

Química Agrícola Tomo III. Editorial Alhambra. 1ra. Edición, 1979.

8.- FARFAN MANRIQUE, MAURICIO ROLANDO

"Ensayo de Fermentación del Jugo de Naranja por Levaduras a Nivel de Laboratorio". Tesis de Grado. UNA. Lima, 1979.

9.- BRAVERMAN, J.B.S.

Introducción a la Bioquímica de los Alimentos. Ediciones Omega S.A.. Barcelona, 1967.

10.-FORMOSO PERMUY, ANTONIO

2,000 Procedimientos Industriales al alcance de todos. La Coruña. Editorial Formoso. España, 1975. 13a. Edición.

11.-CENDES (CENTRO DE DESARROLLO)

Jugo Concentrado y Aceites Esenciales de Naranja. Quito, Agosto de 1969.

12.-MARTINEZ PINTO, WALDEMAR

Frutales Cítricos. Biblioteca "La Chacra" N °7. Editorial Atlántida. Buenos Aires, 1943.

13.-SELTZER, E. y SETTELMEYER, J.

"Spray Drying of Foods". Academic Press. Advances in Food Research, 2, pp. 399-520. New York, 1949.

14.-TRESSLER, DONALD; KITELEY

"Fruit and Vegetable Juices. Processing Technology". The Avi Publishing Company. Inc. New York, 1961.

15.-MARSHALL, W. R. Jr. y E. SELTZER

"Principles of Spray Drying Fundamentals of Spray Drying Operation", Chem. Eng. Progress, 46, 1950. Pp. 501-508.

16.-NONHEBEL, G

El Secado de Sólidos en la Industria Química. Editorial Reverté S.A.. España, 1979.

17.-PERRY, ROBERT H.; CHILTON, CECIL

"Manual del Ingeniero Químico". Volumen II. Editorial McGraw Hill. 5ta. Edición.

18.-BELCHER, D. W.; D. A. SMITH

"Design and use of Spray Dryers". Chem. Eng. 70(20), pp 83-88. 1963.

19.-HERRERA, J.

"Factores Affecting the Spray Drying of Heat Sensitive Material". Master in Phil. Thesis National College of Food Technology University of Reading. 1970.

20.-MENDEZ URRUNAGA, CESAR

"Ensayos de Deshidratación por Rociado de Limón

Sútil". Tesis de Grado. UNA. Lima, 1972.

21.-BRAVERMAN, J.B.S.

Citrus Products; Chemical Composition and Chemical Technology. Interscience Publishers. New York, 1949.

22.-NACIONES UNIDAS

"Manual de Proyectos de Desarrollo Económico". México, 1985.

23.-F. CARBAJAL D'ANGELO

Serie: "Elementos de Proyectos de Inversión". La Edición.

24.-ALVA VASQUEZ, RODOLFO

"Estudio de Pre-Factibilidad Técnico-Económico para la Instalación de una Planta de Pulpas, Jugos, Concentrado y Néctares". Tesis de Grado. UNA. Lima, 1987.

25.-PERRY, ROBERT; CHILTON, CECIL

Biblioteca del Ingeniero Químico. Editorial McGraw Hill. México, 1986. 5ta. Edición. Tomo 6.

26.-PETERS, MAX S. y TIMMERHAUS, KLAUS.

Diseño de Plantas y su Evaluación Económica para Ingenieros Químicos. Editorial Géminis S.R.L.. Buenos Aires, 1978.

27.-FOLKE KAFKA

Casos y ensayos de la Economía de la Empresa.

Centro de Investigaciones de la Universidad del
Pacífico. Lima, 1984.

APENDICE

APENDICE A



SECTOR AGRARIO
Instituto Nacional de Investigación Agraria y Agroindustrial
ESTACION EXPERIMENTAL AGROINDUSTRIAL LA MOLINA, LIMA

ANALISIS DE JUGO DE NARANJA VALENCIA

A-33-89

PROCEDENCIA : ING. EUGENIA MEDICO BAO (Profesor Ing. Quím. UNI)

MUESTRA : 1 m.

RESULTADOS :

- Sólidos totales	8.47g%
- Sólidos solubles	8.20g%
- Acidez total	1.47g%
- Azúcares reduct. totales	5.26g%
- Acido ascórbico	54.30mg%

NOTA : Acidez expresado en Acido Cítrico.

NOTA.- El presente reporte analítico se refiere únicamente a la muestra analizada.

LA MOLINA, 02 JUNIO 1989



Gabriela Soriano Chávez
Q.F. Gabriela Soriano Chávez
C.Q.F. 2217
Sub-Directora Lab. Q. de Prod. Nat.



Teresa Cocchella Vera
Dra. Teresa Cocchella Vera
C.Q.F. 1845
Directora DIL

RCM/

AFENDICE B



SECTOR AGRARIO

Instituto Nacional de Investigación Agraria y Agroindustrial

ESTACION EXPERIMENTAL AGROINDUSTRIAL LA MOLINA, LIMA

ANALISIS DE NARANJA EN POLVO

A-56-90

PROCEDENCIA : CONCYTEC (SRTA. SILVIA LOZANO)

MUESTRAS : 3 m (Naranja en polvo)

RESULTADOS : Vitamina "C"

110°C = 97.33 mg. x 100g de muestra

115°C = 21.33 mg x 100g de muestra

120°C = 17.33 mg x 100g de muestra

NOTA : Se determinó Acido Ascórbico por el Método en extractor coloreados (Cloroformo).

NOTA. - El presente reporte analítico se refiere únicamente a las muestras analizadas.

LA MOLINA, 3 MAYO 1990


Q.F. Delma Maya de Lizano
C.Q.F. 3210
Sub-Directora Lab. Bromatología

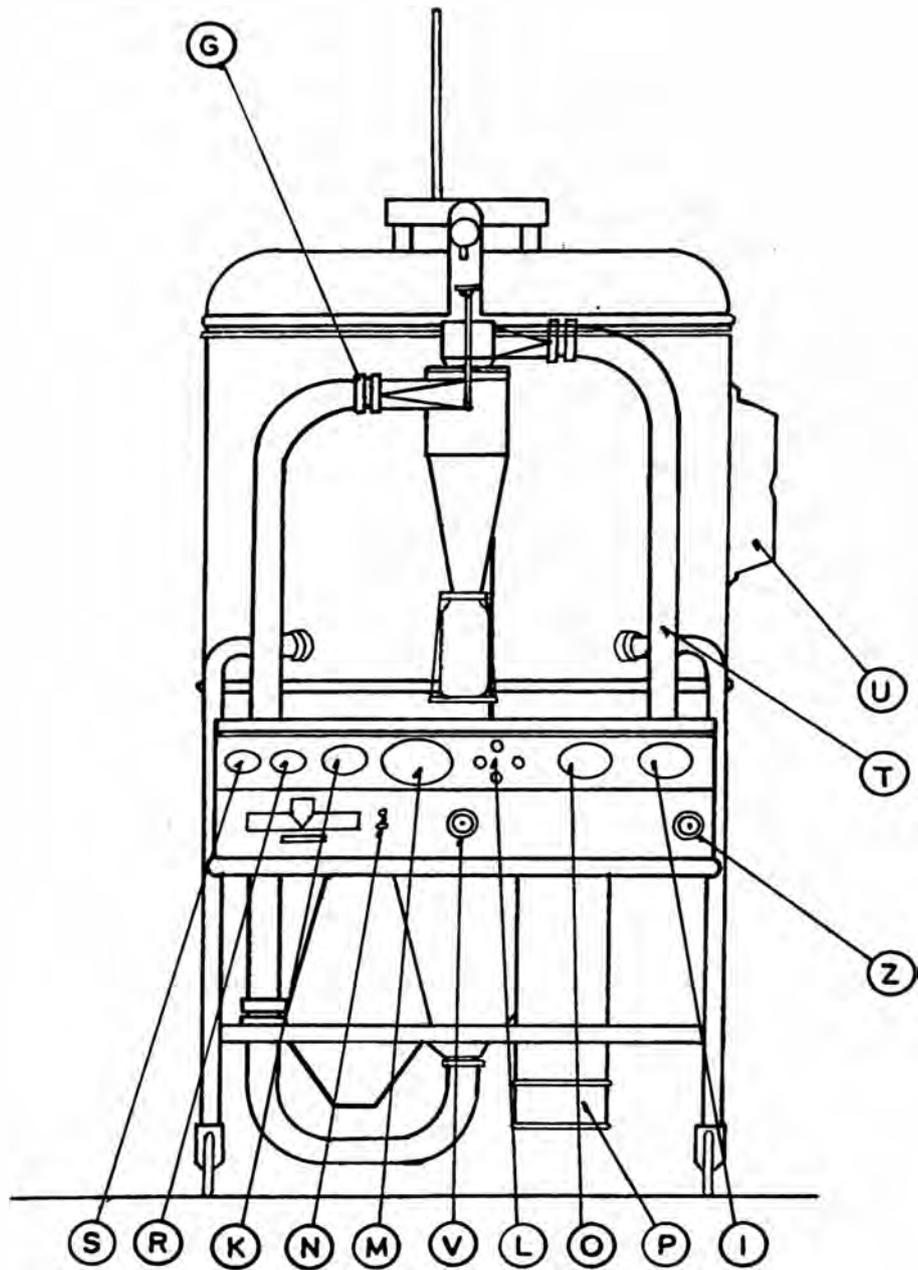


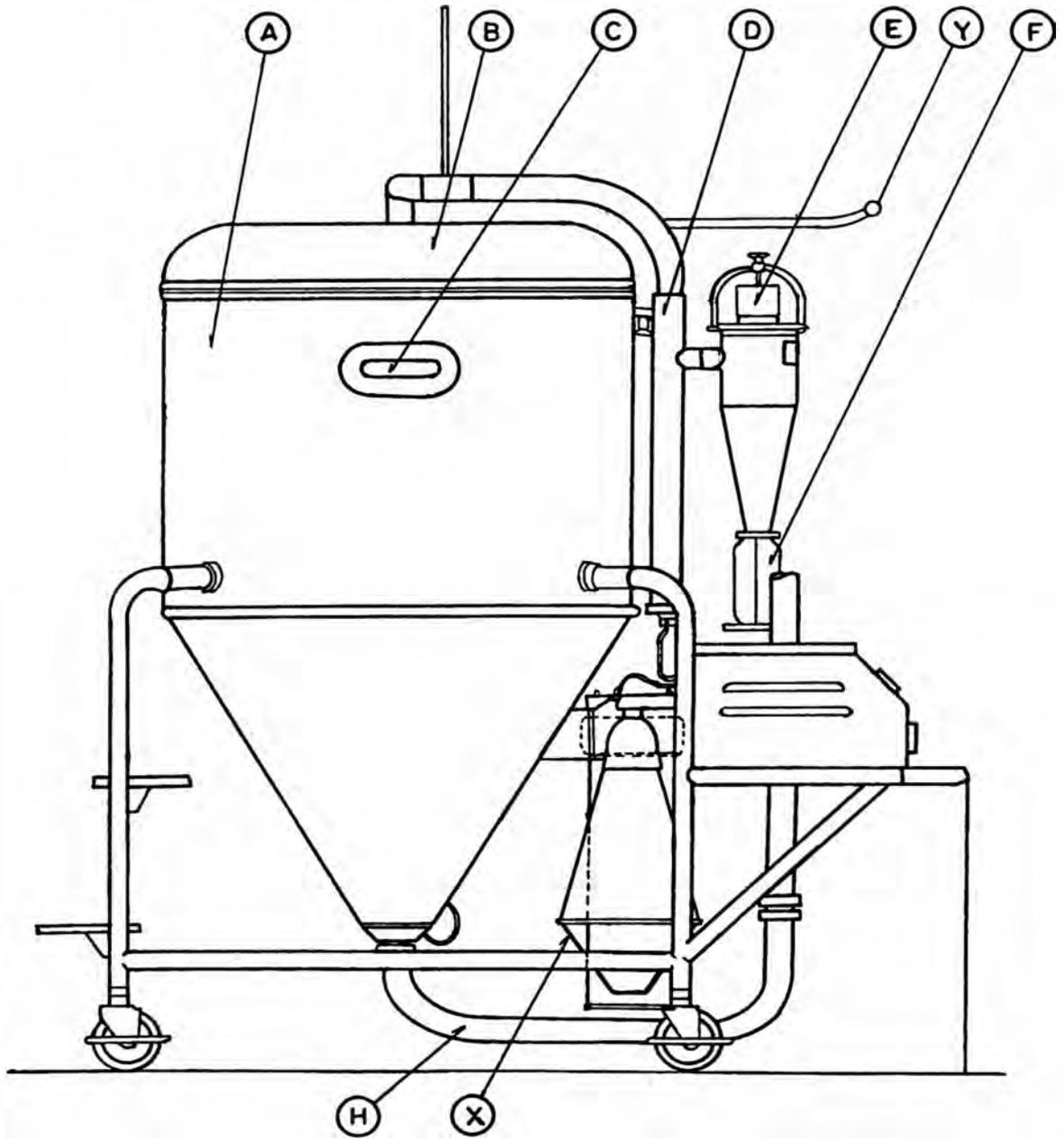

Gabriela Soriano
C.Q.F. 2217
Directora DIL (e)

APENDICE C

UNIDAD DE SECADO POR ATOMIZACION - TIPO MINOR 53

<u>NO</u>	<u>Descripción</u>	<u>Item</u>
1	Cámara de secado	A
1	Tapa desmontable para limpieza	B
1	Mirilla	C
1	Dispositivo de elevación neumática	D
1	Ciclón	E
1	Frasco colector de vidrio	F
1	Conexión de rosca	G
1	Tubo de salida de aire	H
1	Termómetro para el aire de escape	I
1	Manómetro para atomizador	K
4	Lámparas piloto	L
1	Interruptor	M
1	Mando para abrir la cámara	N
1	Termómetro para el aire de entrada	O
1	Calentador eléctrico de aire	P
1	Válvula reguladora del calentador de gas	R amarilla
1	Válvula de aire para el atomizador	S azul
1	Tubo de conexión para el ventilador de escape	T
1	Soporte para la luz	U
1	Llave para calentadores de aire	V
1	Quemador de gas	X
1	Palanca	Y
1	Mariposa para el aire de escape	Z





APENDICE D

ENCAPSULANTES O ADITIVOS DE SECADO

Los encapsulantes o aditivos de secado son usados principalmente para contrarrestar la higroscopicidad de los productos de secado y para reducir la tendencia de formar aglomerados durante el almacenaje.

Dichos aditivos son de diversas naturaleza pudiendo ser gomas naturales, sales derivadas del carboximetilcelulosa, jarabes de maíz, ácidos pécticos y sus sales, pectinas, almidones, ésteres de ácidos grasos, etc..

GLUCOSA LIQUIDA (DEMSA)

La glucosa líquida (Jarabe de maíz), es un monosacárido (Hexosa) que posee un grupo reductor aldehídico, CHO, aunque no da todas las reacciones características de un aldehído. La glucosa al estado seco, es un polvo muy higroscópico, cristalino y soluble en agua.

Las glucosas se especifican tomando como base el contenido de azúcar reductor del producto seco. Esto se designa como equivalente de dextrosa (E. D.).

La glucosa de uso más general contiene 40-45 % de azúcares reductores sobre la base de producto seco y

aproximadamente 80 % de sólidos. Este producto se usa en la industria alimenticia, no sólo por su capacidad edulcorante, sino también por su viscosidad, su higroscopicidad y su efecto retardador sobre la cristalización del azúcar.

En general, el mantenimiento de la flexibilidad o la pastosidad de determinados productos se debe a la higroscopicidad de la glucosa.

El jarabe de maíz es producido por Derivados del Maíz S.A.. Sus características generales son:

Concentración.....	43 °Be
Sólidos totales.....	80-82 %
Dextrosa Equivalente.....	40-44

La Dextrosa Equivalente (D.E.) es el total de azúcares reductores en un jarabe de maíz expresados como dextrosa y calculado como porcentaje sobre el total de materia seca; siendo 100 el grado de transformación del total de almidón (materia prima) en dextrosa pura (el jarabe de maíz obtenido).

CARBOXIMETILCELULOSA DE SODIO (CMC)

Es una goma sintética a base de celulosa, la cual está carboxilada en la forma que se muestra en la Figura D1.

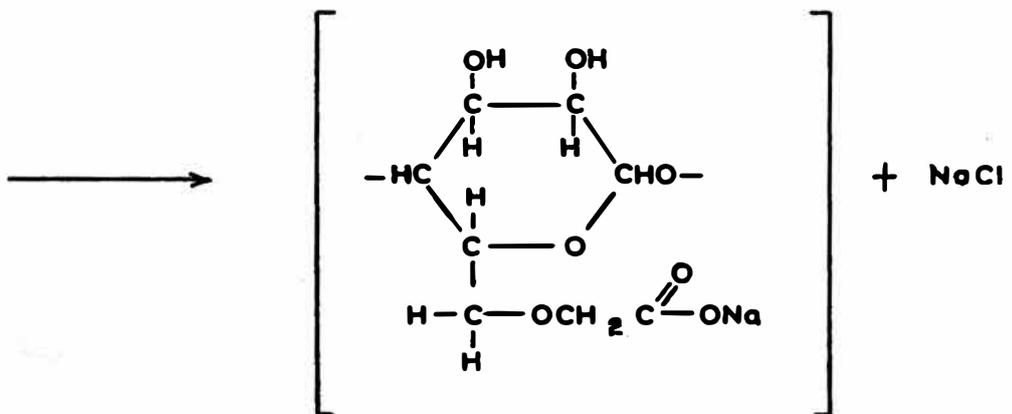
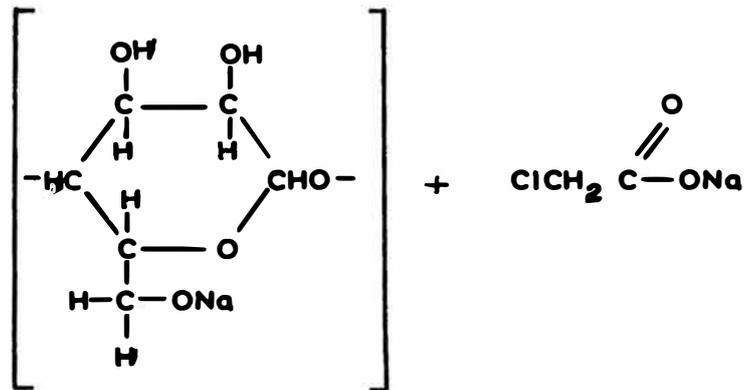
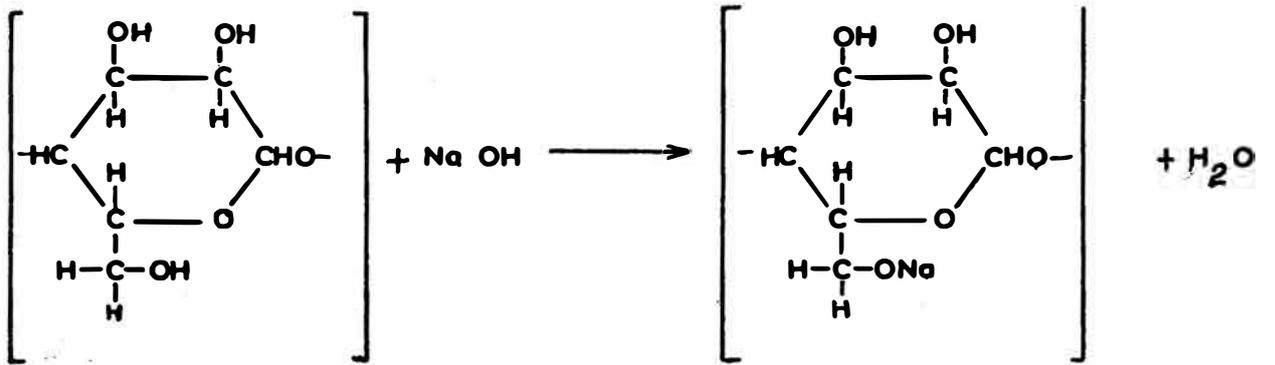


Figura N^oD 1: Carboxilación de la goma sintética a base de celulosa

En su forma de sal sódica, la introducción del radical NaOOC-CH_2- produce la propiedad deseada de la hidrosolubilidad.

El carboximetilcelulosa de sodio puro es un polvo blanco y en su forma pura es un producto inodoro e insaboro, soluble o dispersable en agua o soluciones alcalinas. Este grado de solubilidad en agua y su proporción de solución cambia considerablemente con el grado de sustitución, así como muchas de sus propiedades físicas y químicas.

Siendo el grado máximo posible de sustitución en cada anhidrido de glucosa de 3, el CMC de uso en alimentos tiene un grado máximo de sustitución de 0.90 a 0.95.

Su solubilidad en agua y las características de sus soluciones como su viscosidad, no sólo dependen de su grado de sustitución, sino también de la uniformidad de distribución de los grupos carboximetílicos en la cadena polímera de la celulosa y de su grado de polimerización.

Las soluciones acuosas de la sal de sodio son altamente viscosos y por esta razón son útiles por sus propiedades como espesante y estabilizante.

La adición de CMC a alimentos como jugos de frutas, verduras y sopas, antes de su deshidratación, facilita la estabilidad y reconstitución en el producto desecado.

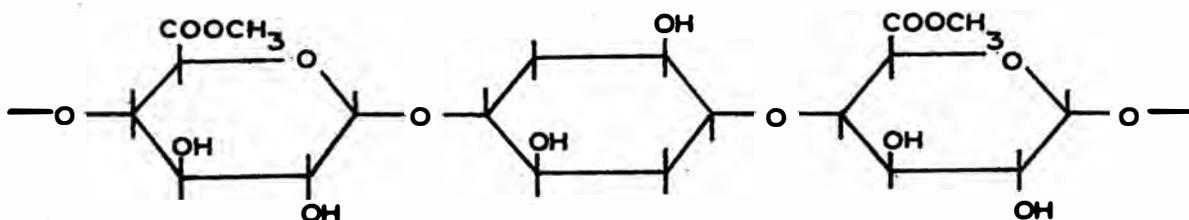
El Carboximetilcelulosa presenta las siguientes características:

- Tiene composición constante, lo cual es muy útil en comparación con otros hidrocoloides.
- Tiene una relación constante entre la viscosidad y el porcentaje de adición de CMC.
- Amplio rango de viscosidad que depende del grado de sustitución de carboximetilos (grupo hidrofílico).
- Conforme aumenta la temperatura, disminuye la viscosidad.
- Forma geles claros.
- Los geles que forman están en un rango de pH muy bajo comparados con los de otros hidrocoloides.
- En los jugos de frutas, las propiedades del CMC se destruyen debido a la alta acidez, por esta razón se debe utilizar un CMC de alta viscosidad.

PECTINA CITRICA

Las pectinas constituyen un grupo importante de polisacáridos que se componen principalmente de ácidos poligalacturónicos coloidales, que se encuentran en los tejidos de las plantas y que presenta un gran interés

en la tecnología de los alimentos, por su capacidad para formar geles o jaleas con compuestos polihidroxiados como los azúcares o con iones polivalentes.



Es un coloide reversible, es decir, puede ser disuelto en agua, precipitado, secado y rediseuelto sin alteración de sus propiedades físicas.

Es considerado como un coloide hidrofílico cargado negativamente, dado principalmente por los grupos libres de carboxil, el cual se estabiliza por una capa de agua que rodea las miscelas individuales.

El ácido presente en el jugo actúa neutralizando las cargas negativas de la pectina, formando cadenas continuas enlazadas a manera de redes que engloban los sólidos del jugo y el agua de constitución.

Cuando la pectina tiene por origen el albedo de algún fruto cítrico, toma el nombre de PECTINA CITRICA.

GOMA ARABIGA Y GOMA TRAGACANTO

Polisacáridos complejos que se obtienen al practicar incisiones en la corteza del vegetal: Acasia Senegal y Astragalus Gummifer, respectivamente.

Químicamente son polisacáridos de galacto-arabano con áglucurónico la primera y galacturónico la segunda. La goma arábica por su fácil y rápida solubilidad en agua, facilita la reconstitución de productos deshidratados y de concentrados de aromas; su propiedad de suspender y estabilizar emulsiones se debe a la formación de una envoltura de coloide protector alrededor de las gotitas de aceite o esencia evitando así su reunión y separación.

La goma arábica, su función es retardar la cristalización del azúcar; actúa como espesante, agente estabilizante, emulsionante y abrillantador o glaseante.

APENDICE E

PRESERVANTES

Los jugos de frutas mismas tienen poder bactericida. Es debido a que los ácidos orgánicos se presentan en la mayoría de los jugos de frutas (ácido cítrico, málico y tartárico). Esto presumiblemente es en parte debido a la concentración del ión H^+ desfavorable para el desarrollo bacteriano, pero conveniente para la conservación. El efecto antibiótico de estos ácidos dependen, sin embargo, sólo en parte a su capacidad de bajar el pH y también al efecto de la no ionización de la molécula del ácido mismo.

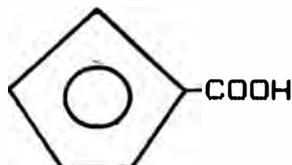
Para evitar la alteración microbiana de los jugos, se utiliza los preservantes químicos y las permisibles son ácidos.

En jugos cítricos los preservantes químicos son usados sólo cuando ellos son almacenados en gran cantidad, bajo condiciones que hacen la preservación por pasteurización dificultosa.

Entre los preservantes más usados tenemos: benzoato de sodio, ácido sulfuroso o sus sales y el ácido sórbico (sorbato de sodio).

BENZOATO DE SODIO

El ácido benzoico se utiliza generalmente como sal sódica que es soluble en agua, pero la forma activa es el ácido libre:



Por esta razón, el ácido benzoico actúa con mayor eficacia en el rango de pH comprendido entre 2.5 y 4.0; por lo tanto se le utiliza para conservar alimentos ácidos o acidificados.

El benzoato de sodio es preferible al ácido benzoico por que es más soluble en jugos de frutas y su disolución es duradera.

En el rango de pH de 2.3 a 2.4, basta un 0.02 % a 0.03 % de benzoato sódico para inhibir el desarrollo de bacterias y levaduras; mientras que en el intervalo de pH de 3.5 a 4.0 se necesita entre 0.06 % y 0.1 %. Frente a los hongos es menos activo.

Los benzoatos son más efectivos en medio ácidos. A un mayor pH, mayor es el grado de disociación del ácido benzoico no ionizado; por consiguiente cantidades menores son requeridos para jugos más ácidos. La temperatura también juega un papel. Jugos almacenados en frío necesitan menor cantidad de preservante; jugos

a 86 °F (30 °C) requiere tanto como 0.5 % para prevenir la fermentación. Por consiguiente, el jugo puede guardarse frío desprovisto de un apreciable número de organismo de fermentación.

El benzoato de sodio tiene un sabor definido, lo cual puede ser transferido al jugo. La cantidad mínima detectada por los paneles de sabor es 0.1 %.

El benzoato de sodio en polvo no podría ser agregado directamente al jugo, se tendría dificultad para obtener una solución debidamente homogénea; por esto sería mejor disolverlo previamente en agua, adicionando lentamente bajo una agitación continua. De otro modo las sales de sodio al entrar en contacto con el ácido del jugo inmediatamente es convertido a ácido benzoico, el cual siendo menos soluble, sería precipitado y acentado en el fondo del envase antes de disolverse adecuadamente.

La mayor objeción al uso de benzoato en jugos cítricos es su incapacidad para prevenir la pérdida de vitamina C. El ácido benzoico no tiene capacidad alguna como reductora, ya que no puede prevenir la disolución del oxígeno en el jugo atacando al ácido ascórbico, la cual se oxida rápidamente y por consiguiente se deteriora; además el jugo tiende a un oscurecimiento. Obviamente la calidad de los jugos cítricos son

fácilmente deteriorados por benzoatos.

SORBATO DE SODIO

El ácido sórbico o sorbato de sodio es un ácido 2,4 - hexadieno y es metabolizado a dióxido de carbono y agua; el único preservante conocido con ésta característica importante.

El mecanismo específico con lo cual el ácido sórbico ejerce su represión de desarrollo microbiano, parece ser, por el bloqueo del funcionamiento normal de ciertas enzimas sulfídricas.

Comúnmente este compuesto se emplea como conservador de alimento bajo la forma de sal cálcica, sódica o potásica. Estas sustancias están permitidas en los alimentos en proporción que no exceda del 0.2 %. Al igual que el benzoato sódico, son más efectivos que los alimentos ácidos que en los neutros y, como ocurre en los benzoatos, son inhibidores de los hongos. El sorbato de sodio actúa mejor a pH menor que 6.0 y en general son ineficaces a pH alrededor de 7.0. Entre pH 4.0-6.0 estos compuestos son más eficaces que el benzoato sódico. A valores de pH de 3.0 e inferiores, los sorbatos son casi igual de efectivos que el benzoato sódico.

El ácido sórbico tiene una ventaja sobre el ácido

benzoico: no perjudica el sabor del jugo de fruta; pero las sales de sodio del ácido sórbico no es completamente tan efectivo como el benzoato de sodio. A altas temperaturas los mohos y fermentos permanecen bajo control al mismo tiempo que la bacteria se desarrolla. Ellos utilizan ácido sórbico en su metabolismo y de este modo reduce la cantidad en el jugo y disminuye su influencia preservativa.