

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

FACULTAD DE INGENIERÍA QUÍMICA Y TEXTIL



**“OBTENCIÓN DE OREJONES A PARTIR DE DURAZNO
(*Prunus Pérsica*) VARIEDAD BLANQUILLO POR
MÉTODOS COMBINADOS DE DESHIDRATACIÓN
OSMÓTICA Y SECADO”**

TESIS

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO QUÍMICO

PRESENTADO POR:

**ESPINOZA MORALES, NANCY ELENA.
VEGA CELEDONIO, MILAGROS BEATRIZ.**

LIMA – PERÚ

2009

INDICE

INTRODUCCION.....	1
--------------------------	----------

CAP I.- ASPECTOS GENERALES

1.1 Materia prima: durazno.	3
1.1.1 Historia y área de origen.	3
1.1.2 Taxonomía y morfología.	4
1.1.3 Principales variedades cultivadas.	7
1.1.4 Distribución geográfica de las zonas de cultivo.	10
1.1.5 Ambiente de cultivo.	12
1.1.6 Características físicas.	14
1.1.7 Características alimentarias.	15
1.1.8 Enfermedades y plagas.	16
1.1.9 Producción nacional de durazno.	30
1.2 Producto: orejones de durazno.	32
1.2.1 Descripción sensorial.	34
1.2.2 Valor nutritivo.	35
1.2.3 Envasado.	35
1.2.4 Usos.	36

CAP II.- DESHIDRATACIÓN OSMÓTICA.

2.1 Fundamentos teóricos.	37
2.1.1 Fenómenos de osmosis.	40
2.1.2 Cinética de osmosis.	41
2.1.3 Proceso de deshidratación por osmosis.	43
2.1.4 Secado.	46
2.1.5 Ventajas y desventajas de la Deshidratación Osmótica.	50

2.2 Agentes utilizados en la Deshidratación	
Osmótica.	53
2.2.1 Azúcares.....	56
2.2.2 Otros agentes empleados.....	59
2.3 Alimentos con contenido de Humedad	
Intermedia.	61
2.4 Actividad de agua.	63
2.5 Estabilidad microbiológica.	72
2.5.1 Microflora de las frutas desecadas.	73
2.5.2 Alteraciones microbianas de las frutas secas.	74
2.6 Relación entre propiedades del alimento y el	
proceso de Deshidratación.	76
2.6.1 Concentración de solutos.	76
2.6.2 Encogimiento, endurecimiento de la superficie.....	76
2.6.3 Porosidad del alimento.....	78
2.6.4 Cambios químicos.....	79

CAP III. TECNOLOGÍA EN LA OBTENCIÓN DE FRUTA DESHIDRATADA POR ÓSMOSIS.

3.1 Variables de control.	81
3.2 Parámetros a medir.	82
3.3 Descripción del proceso.	82
3.3.1 Tratamiento Previo.....	82
3.3.2 Deshidratación Osmótica.	90
3.3.3 Secado Térmico.	106
3.3.4 Caracterización del Producto.	110

CAP IV. BALANCE DE MATERIA Y ENERGIA.

4.1 Balance de materia	117
4.2 Balance de energía.	121
4.3 Requerimientos de servicios.	124
4.4 Costo de procesamiento.	125
4.5 Costo primo de producción.	128

CAP V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 Conclusiones.....	132
5.2 Recomendaciones.....	133

CAP VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS. 135

CAP VII. APÉNDICES..... 139

Apéndice 1: Caracterización de la materia prima.	139
Apéndice 2: Cálculos para determinar el porcentaje de pérdida de humedad de la fruta durante deshidratación osmótica.	141
Apéndice 3: Actividad de agua.	143
Apéndice 4: Cálculos para determinar el porcentaje de pérdida de humedad de la fruta durante la deshidratación total.....	144
Apéndice 5: Curvas de velocidad de secado.	148
Apéndice 6: Extracción de pigmentos.....	151
Apéndice 7: Análisis sensorial.	152
Apéndice 8: Cálculo del agua removida.....	154
Apéndice 9: Norma Sanitaria que establece los criterios microbiológicos de calidad sanitaria e inocuidad para alimentos.....	156
Apéndice 10: Plan de aseguramiento de la inocuidad basado en el sistema HACCP para Orejones.....	159

CAP IV. BALANCE DE MATERIA Y ENERGÍA.

4.1 Balance de materia	117
4.2 Balance de energía.	121
4.3 Requerimientos de servicios.	124
4.4 Costo de procesamiento.	125
4.5 Costo primo de producción.	128

CAP V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 Conclusiones.....	132
5.2 Recomendaciones.....	133

CAP VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS. 135

CAP VII. APÉNDICES..... 139

Apéndice 1: Caracterización de la materia prima.	139
Apéndice 2: Cálculos para determinar el porcentaje de pérdida de humedad de la fruta durante deshidratación osmótica.	141
Apéndice 3: Actividad de agua.	143
Apéndice 4: Cálculos para determinar el porcentaje de pérdida de humedad de la fruta durante la deshidratación total.....	144
Apéndice 5: Curvas de velocidad de secado.	148
Apéndice 6: Extracción de pigmentos.....	151
Apéndice 7: Análisis sensorial.	152
Apéndice 8: Cálculo del agua removida.....	154
Apéndice 9: Norma Sanitaria que establece los criterios microbiológicos de calidad sanitaria e inocuidad para alimentos.....	156
Apéndice 10: Plan de aseguramiento de la inocuidad basado en el sistema HACCP para Orejones.....	159

RESUMEN

El aumento en popularidad del consumo de frutas frescas y los requerimientos de conservación de recursos, están forzando a la agroindustria a aplicar técnicas de conservación mínimas para obtener productos de características similares a las frescas y que demanden menos energía para la estabilización, almacenamiento y distribución.

En esta investigación se busca conservar durazno por métodos combinados de deshidratación osmótica y secado. La dificultad que presenta la osmodeshidratación es el pardeamiento enzimático, que se controla con los tratamientos previos realizados a la fruta (microondas, ácido cítrico).

Trozos de durazno fresco con 80% de humedad se someten a deshidratación osmótica, y posteriormente a un secado con aire caliente. Inicialmente los trozos de durazno se sumergen en jarabe de sacarosa a una concentración de 60 °Brix, a temperatura ambiente por un tiempo de ocho horas de inmersión y relación masa de fruta/masa de jarabe de 1:3. Durante la deshidratación osmótica se obtiene una pérdida de humedad hasta de 28%.

Se realiza la evaluación del contenido de ácido cítrico a diferentes concentraciones 0.5%,1.0%,1.5% para inhibir el pardeamiento no enzimático.

Las muestras tratadas osmóticamente con jarabe de sacarosa aún son inestables y pueden ser dañadas por microorganismos, por lo tanto se procede a un secado moderado a 80°C por un tiempo de ocho horas y así no dañar sus características organolépticas; hasta lograr una pérdida de humedad de 72%.

Los orejones obtenidos tiene una actividad de agua (aw) de 0.64 considerado dentro del grupo de alimentos de humedad intermedia con este valor obtenido se garantiza que la mayoría de las bacterias importantes de los alimentos no crezcan.

Las evaluaciones microbiológicas indicaron que el producto obtenido es aceptable y no es dañino para la salud.

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1:	Árbol joven de durazno en plena etapa de formación.	4
Figura 2:	Fruto Durazno.....	6
Figura 3:	Partes del Durazno.....	6
Figura 4:	Durazno variedad Blanquillo.....	9
Figura 5:	Durazno variedad Huayco.....	10
Figura 6:	Roya.....	16
Figura 7:	Abolladura en hojas de Duraznero.....	19
Figura 8:	Cribado en hoja de Duraznero.....	19
Figura 9:	Fusicocum.....	21
Figura 10:	Oidio en hojas de Duraznero.....	21
Figura 11:	Moniliosis.....	23
Figura 12:	Tumor o agallas del cuello y de las raíces.....	24
Figura 13:	Nemátodos.....	24
Figura 14:	Larva oriental de polilla.....	26
Figura 15:	Larvas y adultos de A. Linatella.....	26
Figura 16:	Moscas de la fruta.....	27
Figura 17:	Pulgones.....	28
Figura 18:	Orejones de durazno.....	34
Figura 19:	Actividad de agua en función de la concentración de soluciones de solutos comúnmente utilizados.....	54
Figura 20:	Curva de Adsorción y Desorción.....	66
Figura 21:	Relación entre la Actividad de agua y algunos Fenómenos de deterioro.....	70
Figura 22:	Diagrama de Flujo de Operaciones para la Obtención de Orejones por Ósmosis y secado.....	83
Figura 23:	Comunidad campesina Huayopampa Durazno variedad Blanquillo.....	84
Figura 24:	Durazno deteriorado.....	85
Figura 25:	Selección de durazno.....	85

Figura 26: Determinación de nivel de acidez.....	86
Figura 27: Determinación de nivel de azúcar.....	87
Figura 28: Fruta en Microondas.....	89
Figura 29: Corte longitudinal al diámetro mayor de la fruta: lonjas.....	90
Figura 30: Deshidratador Osmótico.....	91
Figura 31: Variación de niveles de azúcar durante Deshidratación Osmótica a diferentes concentraciones de jarabe.....	94
Figura 32: Variación de niveles de azúcar durante la Deshidratación Osmótica para diferentes casos de relación masa de fruta / volumen de jarabe.....	96
Figura 33: Esquema de tratamiento cruzado con soluciones frescas.....	98
Figura 34: Variación de niveles de azúcar durante la Deshidratación Osmótica para tratamiento cruzado de soluciones frescas.....	99
Figura 35: Esquema de tratamiento: Efecto del reuso del jarabe.....	101
Figura 36: Variación de Pérdida de Humedad durante la Deshidratación Osmótica.....	105
Figura 37: Fruta en estufa.....	106
Figura 38: Velocidad de secado en función de masa promedio (kg).....	108
Figura 39: Fruta con ácido cítrico a diferentes concentraciones.....	109
Figura 40: Extracción de pigmentos coloreados de la fruta luego de la Deshidratación Térmica.....	110
Figura 41: Resultados de la evaluación del dulzor.....	116
Figura 42: Resultados de la medición de acidez.....	116
Figura 43: Ubicación de etapas donde se realiza Balance de Materia en el diagrama de Flujo de Operaciones.....	118
Figura 44: Diagrama de operaciones para la obtención de orejones en base 100kg durazno.....	130
Figura 45: Diagrama de Proceso para la elaboración de Orejones de Durazno.....	131

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1: Portainjertos, cultivares y tipos de injerto del Duraznero más empleado en el Perú.....	10
Cuadro 2: Estacionalidad de Cosecha del Durazno en el Perú	11
Cuadro 3: Variedades de Durazno Cultivadas en la Provincia de Huaral.	12
Cuadro 4: Composición química de Durazno por cada 100 g. de fruta.....	17
Cuadro 5: Producción, superficie cosechada y rendimiento a nivel Nacional entre los años 1997 y 2005.....	31
Cuadro 6: Participación en la producción de durazno por Departamentos: Periodo 2001-2005.....	33
Cuadro 7: Composición por 100 gramos de porción comestible.	36
Cuadro 8: Agentes Osmóticos potenciales para la Deshidratación Osmótica de Frutas.	54
Cuadro 9: Actividad de agua de algunos Alimentos.	67
Cuadro 10: Valores de Actividad de Agua mínimos para el crecimiento de Microorganismos de importancia en alimentos.	69
Cuadro 11: Controles Fisicoquímicos del Durazno en diferentes estados de madurez.....	88
Cuadro 12: Niveles de madurez vs. Tiempo de tratamiento.	89
Cuadro 13: Lectura de niveles de azúcar para diferentes concentraciones de jarabe y una misma relación fruta/jarabe 1:3.....	92
Cuadro 14: Variación de niveles de azúcar para diferentes concentraciones de jarabe y una misma relación fruta /jarabe 1:3.....	93
Cuadro 15: Variación de niveles de azúcar durante Deshidratación Osmótica para diferentes relaciones fruta /jarabe.	95
Cuadro 16: Diferencias encontradas en ambos tratamientos.....	97
Cuadro 17: Descenso de niveles de azúcar del jarabe en Deshidratación Cruzada y agua removida en cada tratamiento.....	98

Cuadro 18: Variación de niveles de azúcar en el reuso del jarabe y masa de agua removida por masa total del jarabe.	102
Cuadro 19: %Pérdida de Humedad durante la Deshidratación Osmótica.....	103
Cuadro 20: %Pérdida de humedad durante Deshidratación cruzada con soluciones frescas.	103
Cuadro 21: Pérdida de humedad: Tratamiento con reuso de fruta.....	105
Cuadro 22: Pérdida de humedad Total durante Deshidratación Osmótica y Térmica.	107
Cuadro 23: Composición Físico Química del Durazno Blanquillo Deshidratado Osmóticamente con Jarabe de Azúcar.	111
Cuadro 24: Actividad de Agua en Muestra de Orejones de Durazno.	112
Cuadro 25: Análisis Microbiológico en muestras de Orejones de Durazno de Almacenamiento = 1 día.....	113
Cuadro 26: ¿A que fruta corresponde la muestra degustada?	115
Cuadro 27: Balance de Materia: Descarozado.	119
Cuadro 28: Balance de Materia: Deshidratación Osmótica.	120
Cuadro 29: Balance de Materia: Deshidratación Térmica.	121
Cuadro 30: Resumen de Balance de Materia.	121
Cuadro 31: Balance de Energía.	125
Cuadro 32: Consumo de Potencia.	126
Cuadro 33: Costo de materia prima, insumos y materiales.....	127
Cuadro 34: Costo de mano de obra.	128
Cuadro 35: Costo de servicios.....	128
Cuadro 36: Costos directos de producción.....	128
Cuadro A1: Pérdida de Humedad durante Deshidratación Osmótica.....	143
Cuadro A2: Pérdida de Humedad durante Deshidratación Osmótica, Térmica y Total.	148
Cuadro A3: Resultados de Velocidad de Secado (R).....	151
Cuadro A4: Resultados de Peso promedio (w)	162

Cuadro A5: Reporte de Análisis de Riesgos y Puntos Críticos de Control
(Plan HACCP).....152

INTRODUCCION

La perecibilidad de las frutas en parte se debe a su contenido de agua y sólidos solubles. Existen técnicas de conservación que le permiten al hombre controlar el daño producido en estos alimentos. Una alternativa para aprovechar mejor los alimentos que se producen en época de cosecha es conservarlos mediante la disminución del contenido de agua, a fin de controlar su vulnerabilidad causada por el alto contenido de agua. Tradicionalmente las frutas secas han sido obtenidas por un deshidratado solar y en algunos casos lo complementaban con la impregnación de sal, sin embargo estos métodos disminuyen bastante la calidad del producto.

En la actualidad la investigación tecnológica busca la aplicación de otras técnicas más eficientes de deshidratación, bajo condiciones controladas para producir un producto de mejor calidad; entre las técnicas que son objeto de investigación para la aplicación se halla la deshidratación osmótica.

Los objetivos de este estudio son:

Aplicar nuevas alternativas de transformación al durazno para generar mayor valor agregado que permitan industrializar la fruta.

Desarrollar los métodos de deshidratación osmótica y secado térmico como opciones de conservación de alimentos, que presentan contenido de agua superiores al 85%, lo que permite aprovechar los excedentes de fruta que se producen en la época de cosecha.

Encontrar las mejores condiciones para la obtención de orejones de durazno-blanquillo mediante deshidratado osmótico, evaluando el parámetro de concentración del jarabe.

Conseguir la inactivación de las enzimas y reducir la carga microbiana que afectan la calidad del producto mediante tratamiento previo por radiación.

Observar la variación del pardeamiento que se origina con el uso de diferentes porcentajes de ácido cítrico.

Obtener orejones cuya actividad de agua (a_w) sea menor de 0,7 lo cual garantiza una reducción de la carga microbiana.

La aplicación del fenómeno de ósmosis en la deshidratación de frutas se puede lograr debido a que un buen número de frutas como durazno, papaya, piña, carambola, entre otros cuentan con los elementos necesarios para inducir la ósmosis. La deshidratación osmótica es el proceso de eliminación de agua a baja temperatura, que se basa en la inmersión de la fruta entera o en trozos en una solución fuertemente concentrada (jarabe de azúcar) hasta que alcance un nivel de actividad de agua (a_w) particular. Sin embargo la deshidratación osmótica no permite la obtención de productos estables por lo que se requiere un tratamiento complementario como sería el presente caso, el secado.

Algunas de las ventajas logradas están relacionadas con la conservación de la calidad sensorial y nutricional de las frutas debido a que el agua que sale de la fruta al jarabe, evita las pérdidas de aromas propios de la fruta, los que sí se volatilizarían o descompondrían a altas temperaturas.

Esta técnica también presenta interesantes ventajas económicas, teniendo en cuenta la baja inversión inicial en equipos, mano de obra no calificada, consumo mínimo de energía eléctrica; además los jarabes que se producen, pueden ser utilizados en la elaboración de yogurt, néctares, etc., a fin de aprovechar su poder edulcorante, contenido de aromas y sabores de la fruta osmodeshidratada.

En esta investigación, se utiliza como materia prima el durazno de variedad blanquillo debido a que su cultivo muestra crecimiento en los últimos años en la costa y sierra del Perú, lo que ha generado una gran oferta del producto en el mercado local para su consumo en fresco y en consecuencia los precios disminuyen derivando pérdidas económicas para los productores, imponiéndose la necesidad de buscar un medio alternativo para su comercialización, dándole un valor agregado al producto mediante su industrialización, siendo la obtención de orejones por métodos combinados una buena alternativa con proyecciones de exportación donde la frutas secas tienen gran acogida.

CAPITULO I

ASPECTOS GENERALES

1.1 MATERIA PRIMA: DURAZNO.

1.1.1 HISTORIA Y ÁREA DE ORIGEN.

Según escrituras de la cultura China que datan de 2000 años antes de Cristo el duraznero es originario de China. No se conoce con exactitud como y cuando llegó el duraznero a Persia, lugar que por mucho tiempo, se le consideró en forma errónea, como su centro de origen. El traslado de material de propagación del duraznero de China a Persia, probablemente tuvo lugar por las rutas utilizadas por las caravanas que cubrían largas distancias para comercializar productos en épocas posteriores a 1500 años antes de Cristo.

Alrededor del año 332, antes de Cristo, el duraznero fue llevado desde China a Grecia.

La introducción del duraznero al mundo romano, fue dada a conocer por Virgilio, entre el año 70 al año 19 antes de Cristo.

En los siglos subsiguientes, el duraznero se establece en los países de clima templado de Europa, comenzando por Francia de donde se lleva a Inglaterra, Bélgica, Holanda Alemania y España, entre otros, durante los siglos XV y XVI.

En América, según crónicas dadas a conocer en 1571, fueron los españoles los que llevaron a México y por esta época también al Perú.

Los franceses llevaron al duraznero a Luisiana; a su turno los ingleses a Jamestown; los peregrinos a Massachusetts.

En el Perú las primeras parcelas con duraznero se establecieron en los

valles interandinos de la sierra, donde se propagó por semillas y cultivó empíricamente, siguiendo un manejo arbustivo, con plagas y enfermedades que se volvieron endémicas (comunes a la zona); estas plantaciones con pocas excepciones, producían cosechas de buena calidad, pero con un manejo adecuado se fue mejorando la producción.

1.1.2 TAXONOMÍA Y MORFOLOGÍA.

Familia: *Rosácea E.*

Género: *Prunus*

Especie: *Prunus pérsica* (L. Batsch).

Porte: Arbol caducifolio pequeño de crecimiento relativamente rápido que puede alcanzar hasta 6 m de altura, logrando mayor tamaño cuando la planta procede de semilla (ver figura 1). Su período de vida, dependiendo del manejo agrícola, puede alcanzar hasta 50 años.



Figura 1: Arbol joven de durazno en plena etapa de crecimiento.

Sistema radicular: comprende una raíz principal que se profundiza por más de 1,5 m formando las raíces laterales y la mayor parte de la cabellera radicular en un estrato desde la parte superficial hasta unos 60 cm del nivel del suelo.

La planta de duraznero, proveniente de semilla dejada a libre crecimiento, tiende a una formación arbustiva y con ramas primarias de porte erecto; en cambio las plantas injertadas y con las podas de formación, presentan un solo eje, con las ramas laterales expandidas a modo de copa redonda.

La epidermis del tallo es lisa y luego al formarse el epiderma, éste es de superficie rugosa.

Hojas: son de inserción alterna, lanceoladas y de borde dentado, verde brillante al inicio y verde opaco cuando adulto. En la base del pecíolo presenta glándulas de forma de riñón o globo.

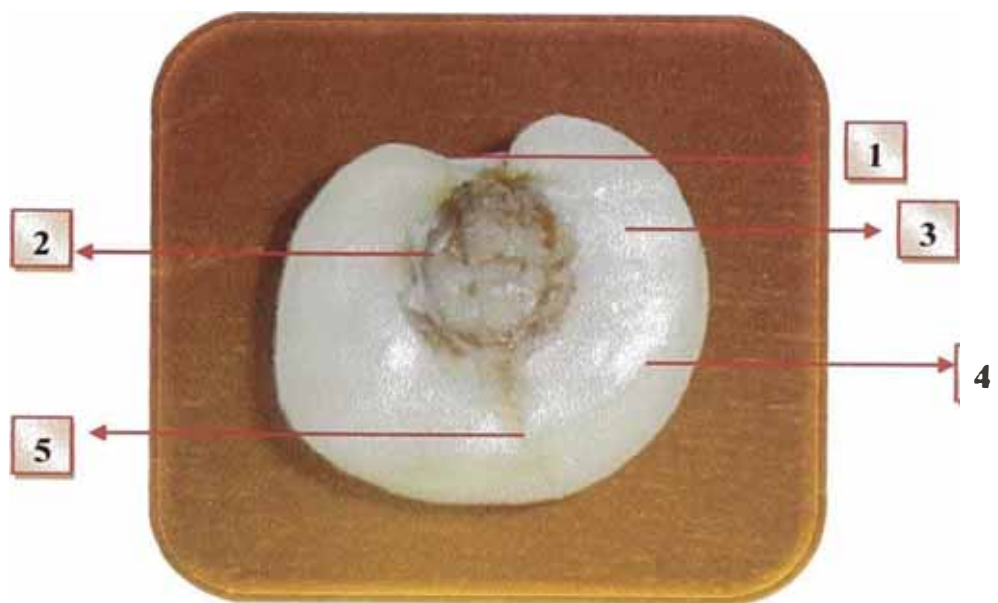
En las ramas emergen yemas separadas o formando grupos de 2 y hasta de 3, cuando se forman 3 yemas, la central que aparece más delgada y ahuesada es la vegetativa. Las dos yemas laterales, más redondas, son las yemas florales.

Flores: son hermafroditas con 5 pétalos separados, ovario súpero y con 25 a 30 estambres. Las flores son de tamaño variable, de color rosado o blanco, según las variedades del cultivo.

Fruto: de forma esférica responde a la denominación botánica de drupa, piel delgada y con pubescencia o vellosidad. El mesocarpio es de espesor y color variable, en algunas variedades el mesocarpio está adherido al endocarpio, también denominado hueso o carozo (ver figuras 2 y 3). En otras variedades a la madurez del fruto, el carozo se separa del mesocarpio, a estos duraznos se le conoce como abridores. El endocarpio cubre la semilla que lleva adherida vestigios de otra, raras veces se desarrollan dos semillas dentro de un carozo.



Figura 2: Fruto: Durazno



cavidad pedicular: 1

endocarpio: 2

mesocarpio: 3

exocarpio: 4

ápice: 5

Figura 3: Partes del durazno

1.1.3 PRINCIPALES VARIEDADES CULTIVADAS

a) **En el Mundo:** El duraznero es frutal ampliamente distribuido en el mundo, como tal se cultiva en Europa, Asia, Sud Africa, Australia y América, lugares en los cuales se han obtenido variedades con buena adaptación a las condiciones climáticas que predominan en dichos continentes, gozando de distintos grados de preferencia de los consumidores.

Los durazneros de Florida y otros de los Estados Unidos de Norte América, según su tiempo de maduración se han clasificado en las siguientes categorías:

- Variedades muy tempranas: Desert Gold, Carligrande, Early Redhaven, Goleen Monarch y Springold.
- Variedades tempranas: Fairhaven, Florida King (Flordaking), Florida Prince, Garnet Beauty, Goleen Jubilee, Hale Haven, Harbelle, Harbrite, Harken, Newhaven, Redhaven, Red haven compact, Reliance, Sunhaven, Ventura y Veteran.
- Variedades de mediana estación: Belle of Georgia, Brighton, Candor, Champion, Dixired, Early Elberta, Hale, Nectar, Ranger y Raritan Rose.
- Variedades tardías: Angelus, Elberta, Fay Elberta, Indian Free, Reds Kin, Stump-the World y Sunapee.

Otras variedades:

Dos Cultivares adaptadas al sub trópico, obtenidos en el Estado de Florida:

- “Saharanpur”, originado de la selección “Shabati”, frutos muy similares al duraznero “Red Ceylon”. Sus requerimientos de frío son de apenas 30 a 40 horas (número de horas por debajo de 7,22 °C).
- “Okinawa” con frutos de mejor forma; pero de calidad inferior. Esta variedad se valora más como porta injerto

debido a su buena resistencia a los nematodos. También se puede mencionar a la subespecie nectarina, la cual presenta un árbol que en su aspecto externo y manejo agronómico resulta casi idéntico al duraznero, diferenciándose de esta en la falta de vellosidad (pubescencia) de la fruta (superficie lisa).

b) En el Perú: En la actualidad en el Perú se ha generalizado el uso de patrones resistentes a los nematodos que afectan a esta especie. Se cultiva principalmente la variedad “Okinawa” propagada ya sea por semilla o mediante estacas herbáceas bajo condiciones de un sistema nebulizador. En cuanto a las variedades que más se cultivan se tiene las siguientes: “Blanquillo”, “Huayco”, “Amarillo de Moquegua”, “Flordared”, “Sharpe”. Estas variedades producen buenos frutos, dependiendo de las zonas donde se cultiva. Además se propagan otra selección como “abridor”, que se cultiva en el norte del país. En los valles interandinos, las cosechas tienen lugar en sucesivas épocas del año como ocurre en las localidades altas del Departamento de Lima, Ancash y otros.

Las variedades de bajo requerimiento de climas fríos traídas del estado de Florida (EEUU), como la Flordared, Sharpe, etc, si bien, no son de pulpa muy dulce, se cosechan cuando no hay otras variedades en el mercado, (Carrillo, 1995).

- **Variedad Blanquillo.-** es una variedad de ciclo vegetativo tardío que se cosecha principalmente en mayo, junio, julio y diciembre. La fruta tiene forma redonda y es pequeña. En términos de tamaño, la mayor parte de la producción se localiza en las categorías de quinta y séptima, en una escala de uno al diez, lo cual significa que los duraznos tienen diámetros de 40 a 49 mm y pesos entre 51 y 68 g. La fruta presenta por lo general una epidermis con vellosidad cuya

abundancia esta probablemente relacionada con la altitud, es decir, a mayor altura más vellosidad y a menor altitud menor vellosidad. Su piel y pulpa son de color blanco y crema con sabor dulce, como se observa en la figura 4.



Figura 4: Durazno variedad Blanquillo.

- **Variedad Huayco.-** es una variedad de ciclo vegetativo tardío que se cosecha principalmente en los meses de junio, julio y enero. Su fruto es redondo con un tamaño pequeño a mediano (40 a 43 mm), que se ubica entre las categorías tercera y sexta en la escala de uno al diez. La piel es de color amarillo claro con presencia de pintas rojas que cubren cerca del 60% (véase la figura 5). En el mercado solo se encuentra la forma pavía (pulpa adherida al carozo), el contenido de azúcares totales de la fruta es similar al blanquillo, siendo el durazno de la sierra de mejor sabor y duración que el de la costa para épocas similares.

En el cuadro 1, se presenta un resumen de los tipos de cultivares portainjertos e injertos, respectivamente.



Figura 5: Durazno variedad Huayco.

Cuadro 1: Porta-injertos, cultivares y tipos de injerto del Duraznero más empleado en el Perú.

Cultivares	Porta-injertos	Tipos de injerto
Blanquillo Amarillo la Molina Flordared Huayco	Okinawa	Yema en T o Hendidura

Fuente: Escobedo (1995).

1.1.4 DISTRIBUCIÓN GEOGRÁFICA DE LAS ZONAS DE CULTIVO.

En el Perú el durazno se cultiva y produce adecuadamente en la costa a nivel del mar, en las quebradas y lugares abrigados de la sierra, en altitudes no mayores de 3000 m sobre el nivel del mar. (Lazo, 1973).

En el cuadro 2, véase la estacionalidad de cosecha de los tipos de durazno en el Perú.

Cuadro 2: Estacionalidad de Cosecha del Durazno en el Perú

Mes	Variedad
Enero	Blanquillo, Florida 39, Huayco.
Febrero	Huayco.
Marzo	Huayco.
Abril	Blanquillo, Huayco.
Mayo	Blanquillo, Huayco.
Junio	Blanquillo, Huayco.
Julio	Blanquillo.
Agosto	Moqueguano, Blanquillo.
Setiembre	Moqueguano, Blanquillo.
Octubre	Flordared, Blanquillo.
Noviembre	Florida 39, Blanquillo.
Diciembre	Florida 39, blanquillo.

Fuente: Elaboración propia

El departamento con mayor área de terreno cultivada es Lima, con aproximadamente el 60% de la producción nacional; y dentro del departamento de Lima, el valle de Huaral-Chancay es el de mayor producción, principalmente de las variedades Huayco y Blanquillo, en mucha menor proporción las variedades Florida 39 (amarillo la molina) y Flordared. Huaral es una zona que le da a la planta las condiciones para una buena producción por ser el melocotón de una zona templada no muy resistente al frío (véase cuadro 3).

Cuadro 3: Variedades de Durazno Cultivadas en la Provincia Huaral.

Variedad	Mes de cosecha	Zona de Procedencia
Huayco	Febrero, Marzo, Abril	Palpa (Costa)
Blanquillo	Abril a Noviembre	Huayopampa (Sierra) La Perla (Sierra) Acos (Sierra)
Florida	Noviembre Diciembre Enero	Palpa (Costa) Esperanza Alta (Costa) Irrigación Santa Rosa (Costa)
Flordared	Octubre	Esquivel (Costa) Caqui (Costa)

Fuente: Ministerio de Agricultura y alimentación. Oficina Información y Estadística, Zona Huaral – Chancay.

La variedad Huayco se cultiva en zonas de quebradas cercanas a la costa, pero alejadas de las zonas colindantes al mar; mientras que la variedad Blanquillo, se cultiva principalmente en la sierra de Huaral y en algunas quebradas colindantes con la zona de sierra.

1.1.5 AMBIENTE DE CULTIVO

- a) **Clima:** El duraznero se adapta satisfactoriamente a climas templados, especialmente en zonas donde la temperatura no descienda menos de 4 °C o sobrepase calores extremos por encima de los 36 °C.

El clima seco es muy favorable para este tipo de plantaciones, no siendo adecuada aquellas áreas con ocurrencia de heladas, vientos intensos, caída de granizada frecuente. No es conveniente hacer plantaciones en lugares donde prevalecen condiciones con alternativas de altas temperaturas.

Algunas variedades de duraznero han logrado buena adaptación en regiones templadas frías, en las cuales las temperaturas no descienden a 0 °C, durante el período de descanso de la planta.

El duraznero como árbol frutal caducifolio necesita acumular una cantidad de horas frío, término que normalmente se refiere al número de horas frío con la temperatura a menos de 7,2 °C necesarias para activar las yemas, es decir terminar su tiempo de descanso. Esto puede medirse directamente a través de la observación de bandas de termógrafo o con registros de estaciones meteorológicas automáticas. Esta acumulación se expresa como horas frío y se miden desde que las plantas han brotado el 50% de sus hojas hasta que las plantas terminan su descanso.

Este tratamiento de frío permite completar satisfactoriamente la segunda parte de la diferenciación floral. Los requerimientos de frío varían según las variedades desde 30 a 1 000 horas. En caso contrario, si los frutales caducifolios no reciben suficiente cantidad de frío, la floración puede resultar irregular o simplemente no ocurre.

b) Suelos: La planta de duraznero crece satisfactoriamente en varias clases de suelos, siempre que tengan buen drenaje, adecuada aireación y profundidad entre 1,2 a 1,5 m. Los mejores suelos son los arenosos, la planta de durazno tendrá un buen desarrollo en la medida que se haga una buena incorporación de materia orgánica. Los suelos de fertilidad media y con pH entre 6,0 y 7,0 resultan apropiados para este tipo de fruto comestible.

En el litoral costero, en muchos casos se confronta limitaciones químicas en los suelos dedicados al cultivo del duraznero. En estos casos se tiene suelos con exceso de sales, exceso de sodio o calcio, frente a los cuales el duraznero muestra su sensibilidad presentando necrosis de hojas, defoliación, caída prematura de fruto y mortandad de plantas.

1.1.6 CARACTERÍSTICAS FÍSICAS

El durazno es una drupa de forma redondeada, con un surco longitudinal más o menos marcado en la superficie, presenta una esfericidad promedio de 0,91 ó 91% lo que indica que corresponde a una esfericidad tipo C es decir es de una forma ovalada – oblicua.

Se caracteriza por presentar una piel o cáscara con vellosidades finas y suaves, pepa (carozo) dura y pegada a la pulpa, tiene la piel de color verde o amarillo, algunas variedades presentan un color rojizo total o parcial. Las variedades amarillentas a veces presentan una coloración rojiza en la parte soleada del fruto. La pulpa por lo general es carnosa, jugosa, blanquecina, amarilla o rojiza, dependiendo de la variedad, algunas presentan mayor adherencia al carozo que otras. En algunas variedades de durazno se encuentran los siguientes porcentajes promedios de constitución 13,7% de cáscara, 74,6% de pulpa y 11,75% de pepa; la gravedad específica promedio determinada es de 1,036.

El durazno presenta un porcentaje de humedad de 80,17% lo que significa que los duraznos frescos deben recibir una adecuada manipulación, almacenamiento y venta, la actividad de agua promedio es de 0,953 lo que indica que puede ser atacado fácilmente por bacterias, levaduras y mohos. (Según Revista Alimentos Ciencia e Ingeniería Octubre 2005 N° 14 (2) pág. 63).

1.1.7 CARACTERÍSTICAS ALIMENTARIAS

Como en la mayoría de los frutos, el contenido en proteínas o grasas en el melocotón es bajo, mientras que el de azúcares naturales, agua, minerales, vitaminas y fibra es alto.

Todas las variedades tienen un gusto definido y un valor nutricional similar pero los de más color son más ricos en xantofilas (flavonoides, betacarotenos, etc.) y poseen una mayor actividad antioxidante, además aporta cantidades significativas de vitaminas B1, B2 y B6.

Su contenido variable en beta-caroteno, precursor de la vitamina A, que es un potente antioxidante y por ello preventivo de las enfermedades crónicas y degenerativas, lo hace especialmente recomendable. Los carotenos protegen las arterias, garantiza buena salud de la visión (impidiendo la formación de cataratas o la hipersensibilidad a la luz solar), el buen estado de la piel, de los dientes y de las encías. Además, el melocotón, por su riqueza en carotenos, vitamina C y selenio impide la formación de úlceras. Uno de los beneficios más interesantes del melocotón es su propiedad anticancerosa, especialmente en la protección del estómago; por ser un fruto poco pesado para el estómago ayuda al hígado a realizar los procesos digestivos incrementando la producción de la bilis y favorece la protección de la grasa, por esta razón se dice que es un fruto colerético, porque ayuda en los procesos de insuficiencia biliar; el zumo resulta ideal para evitar los cálculos renales de vesícula por sus propiedades diuréticas y ácidas, además, tiene propiedades ligeramente laxantes por lo que puede resultar eficaz para prevenir el estreñimiento. Sin embargo, su aporte calórico es bajo: 200 g brindan solo 90 calorías que representa el 4% de lo que el ser humano necesita diariamente. En cuanto a minerales aporta potasio, hierro, magnesio, fósforo, flúor y manganeso; el potasio ayuda a mantener el equilibrio hídrico, contrarrestando el efecto negativo que el sodio podría tener en

la retención de líquidos, el magnesio y la niacina ayudan a relajarse. Muchas de las propiedades del melocotón se encuentran en la piel por lo que resulta valioso comer este producto sin pelar siempre que se haya lavado muy bien y proceda de cultivos ecológicos que no hayan utilizados pesticidas. En el cuadro 4, se muestra la composición química del durazno.

1.1.8 ENFERMEDADES Y PLAGAS

Uno de los mayores problemas que enfrentan los fruticultores, es la presencia de enfermedades que atacan las raíces, ramas, hojas y frutos.

a) Enfermedades

-**Roya (*Tranzschelia pruni-spinosae* (Pers, Diet).** Se hace presente por la aparición de manchas en las dos caras de las hojas, luego el envés toma un color marrón-negro pulverulento y un haz de color amarillo, que provocan una caída precoz de la hoja (ver la figura 6).



Figura 6: Roya

Cuadro 4: Composición química de Durazno por cada 100 g de fruta.

Componentes	Contenido
Lípidos (g)	0,1
Vitamina B2 (mg)	0,1
Ácido pantoténico (mg)	0,1
Manganeso (mg)	0,1
Selenio(ug)	0,4
Hierro (mg)	0,5
Proteínas (g)	0,6
Niacina(mg)	0,99
Acido nicotínico (mg)	1
Sodio (mg)	1
Cloro (mg)	5
Vitamina C(mg)	7
Azufre (mg)	7
Calcio (mg)	9
Magnesio (mg)	10
Carbohidratos (g)	11,8
Fósforo (mg)	19
Calorías (Kcal,)	46
Agua (g)	86
Potasio (mg)	160
Ácido málico (mg)	370
Acido cítrico (mg)	370
Vitamina A (UI.)*	880

Fuente: Recomendaciones Técnicas para el cultivo de melocotoneros y durazneros.

*UI: medida estandarizada de la actividad biológica de una vitamina.
U.I: corresponde a 0,3 de una gama de vitamina A pura o 0,6 de una gama de beta. Una gama es la millonésima parte de un gramo.

Los daños ocasionados son tanto mayores cuanto más precoz es el ataque y cuanto más severa es la defoliación. Todos los síntomas se presentan en las hojas raramente en los frutos. El tratamiento se puede realizar después de la aparición de los primeros síntomas empleando ziram 90% a una dosis de 0,20-0,30%, presentado como polvo mojable o soluble.

-Abolladura (*Taphrina deformans* (Berk), Tul) .Los daños de esta enfermedad se producen especialmente en las hojas, pero también pueden ser atacadas las flores, frutos, yemas y brotes (véase figura 7). Esta enfermedad se manifiesta en primavera, pues las hojas toman un aspecto abollado, con la parte convexa sobre la cara superior, preferentemente en la proximidad de los nervios; a medida que se incrementa el desarrollo vegetativo del melocotonero, también aumenta el volumen de las vellosidades, las cuales tienden a confluir, invadiendo toda la superficie foliar. Al mismo tiempo, se producen cambios de color en las partes dañadas (color rojizo en los tejidos). En la cara inferior, las hojas toman un aspecto brillante, terminando por secarse y desprenderse. Los brotes jóvenes atacados son más espesos y carnosos; crecen con vistosas deformaciones y los entrenudos quedan muy acortados. Si los frutos son atacados se forman unas escrescencias de color rojizo. En las flores, provoca el aborto, deformándolas completamente. Si el ataque es intenso, la abolladura puede causar graves daños al melocotonero, provocando su completa defoliación o la prematura caída de los frutos pequeños. Durante el invierno el hongo causante de esta enfermedad está en la corteza del tronco, de las ramas o en la proximidad de las yemas. Las temperaturas de 27-28 °C representan el límite máximo para el desarrollo y proliferación del agente patógeno.



Figura 7: Abolladura en hojas de Duraznero

Para prevenir la enfermedad se puede hacer un tratamiento del tronco y las ramas en invierno con productos a base de cobre, el cual consta de 2 etapas: el primero, a la caída de las hojas y el segundo en febrero-marzo, inmediatamente después de la poda.

-Cribado (*Coryneum beijerinckii* Out). Los síntomas de esta enfermedad se presentan en las hojas, en forma de pequeñas manchas redondeadas de color rojo-violáceo, rodeadas de un halo rosáceo, como se observa en la figura 8.



Figura 8: Cribado en hoja de Duraznero

El centro de las lesiones se seca y se desprende, dando lugar a los característicos "agujeritos". En las ramificaciones pueden aparecer manchas rojizas, recubiertas de un exudado gomoso. Las yemas también pueden ser afectadas por la infección, en tal caso se secan y se presentan rodeadas de una mancha oscura. En otras ocasiones los frutos pueden ser atacados, apareciendo sobre éstos manchas rojizas de 1-2 mm de diámetro, que se extienden y se recubren de goma.

Para el control de esta enfermedad se requiere la protección de las yemas latentes, brotes y frutos. Una vez que el hongo está bien establecido en infecciones perennes dentro del árbol, es difícil un control eficiente de la enfermedad. En algunas situaciones, podar la rama enferma es la única práctica disponible para reducir la cantidad de inóculo. Se recomienda evitar el riego por aspersión, porque de esta manera se humedece las hojas y el fruto, incrementando la incidencia de la enfermedad. Se sugiere realizar dos tratamientos con productos a base de cobre: uno en otoño (a la caída de las hojas) y otro en la fase invernal.

-Fusicocum (*Fusicoccum amygdali* Oll.) Esta enfermedad causa el secado de las ramas y de las flores; pudiendo llegar a ocasionar la muerte del árbol (véase la figura 9). Se trata de un parásito de las heridas, que su puerta de entrada son: cicatrices foliares (después de la caída de las hojas), cicatrices del endulo de los frutos (después de la cosecha). Apareciendo manchas de color marrón alrededor de las ramas del árbol, de las yemas y de las flores. Los árboles afectados se encuentran sometidos a un progresivo agotamiento sobre todo por la distribución extendida de la nueva vegetación. Los tratamientos químicos se aplicarán en el periodo vegetativo.



Figura 9: Fusicocum

-Oidio (*Sphaerotecha pannosa* (Wallr) Lév.). Normalmente se produce en viveros y en plantaciones que no han sido cuidados adecuadamente. En primavera ataca a las partes verdes, cubriéndolas con un moho blanco y compacto. Los brotes se deforman, se encogen y terminan por secarse; las hojas se acartonan e, incluso pueden caer prematuramente; los frutos pueden partirse longitudinalmente y tomar un sabor amargo (véase la figura 10).



Figura 10: Oidio en hojas de Duraznero

Algunos de los factores más favorables para el desarrollo de la enfermedad son: el calor, la humedad atmosférica y frutos de carne dura pues estos son más sensibles que las de carne blanda. En algunas áreas se facilita el control eliminando los brotes infectados en invierno, quitando los frutitos afectados cuando se aclaran, manteniendo mínimo el riego y utilizando cultivares menos susceptibles. Los tratamientos solo se efectúan en caso de una efectiva presencia de la enfermedad, el primer tratamiento se realizará antes de la apertura de las flores; seguirá un segundo tratamiento con los frutos recién cuajados y un tercero cuando el fruto tenga las dimensiones de una nuez.

Es recomendable que las aplicaciones de azufre o miclobutanil se inicien a la caída de la vaina (desprendimiento de las partes muertas de la flor del fruto en desarrollo) o en la apertura temprana (muestra de pétalos) respectivamente.

-Moniliosis (*Monilia laxa* (Aderh y Ruhl) Honey, *Monilia fructigena* (Aderh y Ruhl) Honey). El daño se produce en hojas y frutos cuando tiene lugar una alta humedad atmosférica; los síntomas pueden aparecer en las flores, hojas, frutos y brotes. Las flores son atacadas en plena antésis y sustituidas por el micelio del hongo y en las ramas se presentan chancros, estas formaciones cancerosas provocan abundantes exudaciones de goma y la rápida muerte de la parte distal del ramo en el que están insertas. Después del ataque de esta enfermedad se presentan diversas áreas pardas de diferentes tamaños; por ejemplo, en los frutos de las variedades precoces se desarrolla un moho pardo, sobre el que aparecen granulaciones de color gris (véase figura 11).

Para el control se recomienda: la destrucción de las fuentes de multiplicación del hongo (frutos momificados, ramas con chancros, etc.), así como el control de los insectos que sirven como vectores

y/o facilitan heridas, evitar el riego por aspersión. Los tratamientos químicos deben realizarse en el periodo de floración- fecundación.



Figura 11: Moniliosis

-Tumor o agallas del cuello y de las raíces (*Agrobacterium tumefaciens* Smith) Se trata de una enfermedad peligrosa en los primeros años de vida de la plantación, pudiendo incluso causar la muerte de las plantas. La infección se origina siempre a través de una lesión producida en los tejidos corticales por diversas causas. Ataca raíces y cuello; produciendo vistosos tumores de consistencia leñosa originando que las plantas afectadas tengan un desarrollo inferior al normal y las hojas se tornan de color verde claro (véase figura 12). El control químico de esta enfermedad ha sido ineficaz o poco práctico para uso a escala comercial. Por este motivo se debe controlar las plantas de vivero en el inicio, evitando la plantación en suelos donde se haya observado la presencia de tumores y el uso de terrenos contaminados con plantas no huésped como monocotiledóneas, desinfectando las tijeras empleadas en la poda de raíces en el momento de la plantación y principalmente usar material vegetal certificado libre de enfermedad.



Figura 12: Tumor o agallas del cuello y de las raíces

b) Plagas

-**Nemátodos.** Son parásitos invertebrados microscópicos que habitan en el suelo, normalmente son de forma cilíndrica y fusiforme, pero pueden tener otras formas muy numerosas. Los nematodos formadores de agallas de raíz (*Meloidogyne* spp.) son parásitos muy especializados de plantas jóvenes, cuya infección se caracteriza por la formación de agallas como resultado de la hipertrofia (véase la figura 13).



Figura 13: Nemátodos

A nivel celular se alimentan de sitios conocidos como sincitios, que son metabólicamente muy activos. Al avanzar la infección, el tamaño de las agallas y el grado de deformación de la raíz aumenta (perturban el normal crecimiento de la raíz y la absorción de agua y nutrientes). Los daños se manifiestan con un debilitamiento general de toda la planta (pequeños brotes, clorosis de las hojas, bajo rendimiento y pobre calidad de la fruta) que, en los casos más graves, la planta puede morir. Los nemátodos que causan daños en la raíz (*Pratylenchus* spp.) originan extensas necrosis en el cortex de ésta. En las raíces jóvenes infectadas se producen lesiones pardas rojizas y alargadas, las cuales se necrosan y se extienden afectando a toda la raíz, con lo cual el crecimiento se detiene y la raíz muere. Si existe duda de infección antes de la plantación, se recomienda realizar análisis hematológico. Para el control, se debe obtener plantas de vivero libre de nemátodos u obtener patrones tolerantes a nemátodos, caso contrario utilizar nematicidas.

-Polilla oriental del melocotonero (*Cydia molesta* Busck). Se trata de una de las plagas más perjudiciales para el melocotonero; provocando en las yemas un oscurecimiento en la parte apical al que sigue una desecación con exudado gomoso; en el caso de los frutos atacados precozmente pueden desprenderse, mientras que en los más avanzados, las larvas del insecto forman numerosas galerías en la pulpa. El insecto adulto es una pequeña mariposa cuyas alas anteriores son de color gris pardo con pequeñas manchas blanquesinas; las posteriores son más claras. La larva tiene una longitud de 10 mm y es de color rosa amarillento (véase figura 14). El insecto tiene de 4 a 5 generaciones anuales, aunque puede variar según los cambios climatológicos. Para el control preventivo se utilizan variedades precoces que maduran antes de que se desarrolle la polilla o se eliminan las yemas tan pronto son

atacadas. Los tratamientos químicos se efectuarán a finales de junio y continuarán hasta la maduración del fruto.



Figura 14: Larva de polilla oriental

-*Anarsia (Anarsia lineatella Zell)*. El adulto es una mariposa de 12-15 mm de longitud, con las alas anteriores de color gris, estriadas longitudinalmente y las posteriores grises.

En su madurez la larva es de color rosa con una línea parda en el límite de cada segmento (véase la figura 15).



Figura 15: Larvas y adultos de A, Linatella.

Se alimenta de las yemas, brotes y frutos. La larva que pasa el invierno protegida en pequeñas celdas excavadas en la axila de las ramas jóvenes o bajo la corteza levantada correspondiente al punto de injerto, hace su aparición en primavera, trepa por las ramas y penetra en la axila de una hoja o en la proximidad de una yema, minando el brote y marchitándolo.

Las larvas de la segunda y tercera generación, a menudo, causan daños en los frutos formados. Contra las larvas invernantes pueden ser útiles los tratamientos a finales de invierno y primavera, en el periodo de descamado de los frutos.

-Mosca de la fruta (*Ceratitis capitata*) Entre las especies más dañinas está la mosca del mediterráneo (*Ceratitis capitata*) que apareció en Huánuco por el año 1956 (ver la figura 16).



Figura 16: Moscas de la fruta.

Desde ese año sus daños a la fruticultura van incrementándose con pérdidas económicas cuantiosas, pese a la dedicación y costo de los trabajos por lo menos para reducir su impacto. Contra las moscas de la fruta, se considera que el control integrado de estas plagas, reduce considerablemente las pérdidas. Dentro de las

labores que implica este control está el uso de papel tipo kraf que envuelve a los frutos que han alcanzado un tercio de su tamaño final, a esto se conoce con el nombre de embolsado; uso de botellas trampa que contienen una solución de fosfato de amonio, en lo posible una botella por cada árbol de duraznero, da resultados positivos. Con estas medidas sobre la fruta producida ya se prescinde o tiende a disminuir el uso de pesticidas.

-Pulgones.

1) Pulgón negro del melocotonero (*Brachycaudus persicae* Pass). Es una especie que se desarrolla sobre un solo huésped y solamente en la parte aérea del árbol (véase la figura 17). Inverna bajo forma de huevo, de hembra virginípara áptera o alada y de ninfa; causando lesiones en las yemas, brotes, flores, hojas y frutos.



Figura 17: Pulgones

2. Pulgón harinoso del melocotonero (*Hyalopterus pruni* Geoff). Su ciclo se desarrolla en dos fases: una sobre frutales (melocotonero, albaricoquero, almendro) y otra en las cañas (*Arundo donax*). En algunos casos, permanece solo, sobre un

huésped principal (melocotonero) y no emigra hacia plantas herbáceas. Los árboles son atacados en pleno vigor, teniendo preferencia por los climas templados y cálidos. Los síntomas se manifiestan por la melaza brillante que cubre la cara superior de la hoja. Los daños también afectan a la formación de las flores y yemas de los años sucesivos.

3. Pulgón verde del melocotonero (*Myzus persicae* Sulz).
Aparece al inicio de la primavera, causa los primeros daños sobre las hojas que se arrugan. Después de pasar parte de su ciclo sobre plantas herbáceas, vuelven al melocotonero, en septiembre. Además de provocar daños en las hojas, brotes y ramas tiernas, es transmisor de virosis.

4. Pulgón cigarrero del melocotonero (*Myzus varians* Davids).
Tiene como huésped primario, al melocotonero y como secundario a *Clematis vitalba*, planta arbustiva de la familia *Ranunculaceae*. Realizan picaduras en las hojas, haciendo que estas se enrollen tomando un aspecto similar al de un cigarrillo.

A finales de la primavera, las formas aladas abandonan el melocotonero y se dirigen al huésped secundario; pero en el árbol permanecen las formas ápteras durante, todo el verano. El tratamiento más efectivo contra pulgones es el que se realiza en el momento de la floración, al aparecer los primeros individuos.

-Piojo de San José (*Quadraspidiotus perniciosus* Coms.)
Aparecen en forma de pequeñas larvas de 0,1-0,2 mm, protegidas por un escudete grisáceo, pasando el invierno sobre troncos y ramas. En primavera, reemprenden su nutrición chupando la savia, aumentan su tamaño y se convierten en adultos.

Las hembras no poseen ni patas ni alas, y están inmóviles, a diferencia de los machos que abandonan su protección para verificar su acoplamiento. Su presencia se reconoce por los

escudetes de color gris y por las manchas rojas que se forman alrededor de sus picaduras producidas en el fruto o en la madera, estos daños se producen por la inyección de una saliva tóxica en los tejidos y por la sustracción de savia producida por las picaduras; en caso de fuertes ataques, las plantas se debilitan rápidamente y se secan. Los tratamientos contra esta plaga principalmente son invernales y deben ultimarse antes del primer despertar de la vegetación. Dada la elevada polifagia de este fitófago la lucha debe extenderse a todos sus posibles huéspedes (plantas ornamentales, árboles de jardín, etc.) que se encuentren situados cerca de los melocotoneros.

1.1.9 PRODUCCIÓN NACIONAL DE DURAZNO.

En los últimos cinco años la producción de durazno en el Perú ha oscilado entre 30 y 40 mil TM, en un contexto en el que la industria de jugos de frutas ha venido incrementándose notablemente, acorde al crecimiento del mercado interno: la producción de jugos y refrescos diversos creció 17,5% en promedio entre 2004 y 2006, evidenciando una dependencia externa por la fruta, utilizada como insumo. Históricamente la producción nacional de durazno tiende a aumentar a lo largo de los años de 1997 al 2002 aunque presenta un descenso significativo en el año 1998 debido al Fenómeno del Niño (el cual es muy perjudicial para la actividad agrícola por las inundaciones y sequías que provoca). En el cuadro 5 se muestra la producción, superficie cosechada y rendimiento.

Respecto a la superficie cosechada, en dicho cuadro se observa que esta disminuye, sin embargo el rendimiento se ha mantenido casi constante.

El rendimiento nacional promedio para el año 2005 fue de 8 062,17 kg/ha (MINAG-OIA, 2005). En 2006 la producción de durazno

Cuadro 5: Producción, superficie cosechada y rendimiento a nivel Nacional entre los años 1997 y 2005.

Año	Superficie cosechada (ha)	Producción (t)	Rendimiento (kg/ha)
1997	5 490,50	41 962,60	7 642,76
1998	4 783,70	18 436,66	3 854,06
1999	4 663,65	35 496,41	7 611,29
2000	4 424,05	36 727,13	8 301,70
2001	4 459,55	40 444,27	9 069,14
2002	4 445,65	37 363,69	8 404,55
2003	4 338,20	35 733,41	8 236,92
2004	4 234,95	35 647,02	8 417,34
2005	4 065,95	32 780,38	8 062,17

Fuente: Ministerio de Agricultura-Oficina Información Agraria MINAG-OIA (2005).

ascendió a 33 mil TM y en los primeros siete meses de 2007 se incrementó 6,2% hasta las 26 700 TM. El desarrollo de una oferta de exportación de duraznos y derivados ha sido incipiente y los envíos muestran un comportamiento irregular: en 2006 los envíos totalizaron apenas los US\$ 47 800 o sea 69,4 % más que el año previo, correspondiendo el 65,4 % a néctares de pulpa de durazno y el restante a duraznos frescos. En los primeros ocho meses de 2007 la exportación de duraznos y derivados se multiplicó en casi 87 veces al nivel registrado en igual periodo de 2006. La superficie sembrada a nivel nacional en el año 2003, fue de 4 065,95 hectáreas, mientras que la producción obtenida

marcó 32 780 380 toneladas. Los departamentos con mayor producción son Lima, Ancash, Apurímac (ver cuadro 6), de los cuales el departamento de Lima produce aproximadamente el 68% de la producción nacional (MINAG-OIA, 2005). El comportamiento de la producción del durazno va en un aumento, por lo que en algún momento, dada la oferta debe industrializarse para conservarlo de alguna forma. Si bien regiones como Lima Ancash, Apurímac y Cusco concentran el 85% de la producción nacional se prevé incrementos en regiones como Ancash, Cajamarca, Ayacucho y Lima, en el marco del programa Sierra Exportadora.

1.2 PRODUCTO: OREJONES DE DURAZNO

Los orejones son duraznos que han sido sometidos a un proceso de deshidratado osmótico-térmico (véase la figura 18), éste es un procedimiento, mínimamente agresivo, por lo cual la fruta no pierde vitaminas, carotenos ni antioxidantes valiosos; además no adquiere sabor a cocido ni aspecto poco natural de modo que la fruta no sufre degradación ni extracción de ninguno de sus componentes nutritivos, obteniéndose así un producto que conserva completamente su color, sabor y aroma naturales. Las frutas desecadas tales como orejones de durazno, guindones, higos, etc., deben presentar aspecto y color uniformes; no deben tener demasiadas arrugas y se puede adquirir enteras, deshuesadas o sin pepas. Una de las ventajas es que éste procedimiento consigue una gran estabilización celular, de manera que se recupera con la hidratación, condición que no sucede con la fruta deshidratada térmicamente aunque se la tiernise; pero el resultado de la tiernización es una textura masticable que ha perdido todos los componentes más valiosos de la fruta.

Cuadro 6: Participación en la producción de durazno por Departamentos: periodo 2001-2005.

Departamento	%				
	Participación				
	2001	2002	2003	2004	2005
Amazonas	0,58	0,58	0,60	0,61	0,64
Ancash	9,42	9,04	9,27	9,85	10,26
Apurímac	4,15	3,85	4,02	4,49	5,10
Arequipa	3,59	3,26	3,23	3,31	3,12
Ayacucho	2,31	3,24	3,41	3,54	3,81
Cusco	2,51	2,62	3,33	3,57	3,85
Huancavelica	1,11	1,30	1,34	1,37	1,40
Huánuco	0,58	0,58	0,60	0,61	0,64
Ica	1,77	1,71	1,78	1,82	1,89
Junín	0,65	0,65	0,67	0,68	0,71
La libertad	0,65	0,65	0,67	0,68	0,71
Lambayeque	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07
Lima	70,12	70,16	68,67	66,99	65,13
Moquegua	0,47	0,47	0,48	0,50	0,52
Puno	0,85	0,90	0,92	0,94	1,01
Tacna	0,90	0,90	0,95	0,97	1,13

Fuente: Ministerio de Agricultura MINAG-OIA (2005)



Figura 18: Orejones de durazno

1.2.1 DESCRIPCIÓN SENSORIAL

Las propiedades organolépticas como el sabor, color, aroma y textura son los parámetros sensoriales más relevantes en las frutas deshidratadas ya que al ser consumidas sin previa cocción, estos factores son detectados por un consumidor normal.

- **Sabor:** es similar a la fruta fresca, éste atributo se halla principalmente determinado por la composición de alimento y no suele ser afectado por el proceso de deshidratación.
- **Aroma:** debe mantener un aroma agradable similar o menor a la fruta fresca pero nunca debe ser extraño o desagradable.
- **Color:** caramelo claro, uniforme sin pardeamiento excesivo.
- **Textura:** Los cambios en la textura en comparación con la fruta fresca se hallan principalmente determinados por la pérdida de agua o grasa. Es recomendable que el orejón no quede duro ni pegajoso para evitar se adhiera a la dentadura.

1.2.2 VALOR NUTRITIVO

Los orejones de durazno son excelente fuente de potasio, calcio, hierro, pro-vitamina A (beta-caroteno) y niacina o B3. La vitamina C, en mayor cantidad en el durazno fresco, se pierde durante el desecado. Constituyen una fuente por excelencia de fibra soluble e insoluble, lo que le confiere propiedades saludables para mejorar el tránsito intestinal. Puede ser consumido por personas que sufren de obesidad si se utiliza fructosa en lugar de sacarosa por que no se convertirá grasa en el organismo. Algunas propiedades el potasio es necesario para transmisión y generación del impulso nervioso, para la actividad muscular normal e interviene en el equilibrio de agua dentro y fuera de la célula; el betacaroteno se transforma en vitamina A en nuestro organismo conforme éste lo necesita la cual es esencial para la visión, el buen estado de la piel, el cabello, las mucosas, los huesos y el buen funcionamiento del sistema inmunológico, además de tener propiedades antioxidantes; magnesio se relaciona con el funcionamiento de intestino, nervios y músculos, forma parte de huesos y dientes, mejora la inmunidad y posee un suave efecto laxante; la vitamina B3 o niacina interviene en distintas fases del metabolismo y aprovechamiento de los hidratos de carbono, ácidos grasos y aminoácidos entre otras sustancias. En el cuadro 7 se da la composición del orejón por cada 100g, de la pulpa o parte comestible.

1.2.3 ENVASADO.

Para lograr una perfecta conservación y evitar que se desequen en exceso, hay que mantener los orejones herméticamente cerrados y en un lugar fresco, seco y protegido de la luz y de los insectos. No deben conservarse en bolsas de plástico, ya que acabarían enmoheciéndose,

sin embargo algunas tratamientos logran una humedad ideal y evitan el crecimiento microbiano pudiéndose envasar en bolsas plásticas.

Cuadro 7: Composición por 100 gramos de porción comestible.

Componentes	Unidad	Contenido
Calorías	Cal	219,5
Hidratos de carbono	g	53
Proteínas	g	3,4
Fibra	g	7,3
Potasio	mg	1100
Hierro	mg	6,8
Magnesio	mg	54
Calcio	mg	36
Vitamina C	mg	Trazas
Niacina	mg	5,3
Pro vitamina A	ug	74,2

Fuente:

[http://frutas.consumer.es/documentos/desecadas/melocotón seco/](http://frutas.consumer.es/documentos/desecadas/melocotón_seco/)

1.2.4 USOS.

Los orejones combinan muy bien con los cereales para el desayuno contribuyendo con vitaminas, minerales y fibra, lo que puede resultar una alternativa interesante para personas de todas las edades. Por ser fácil de masticar, se puede consumir sin hidratar directamente como snack, como relleno de caramelos y bombones en confitería, productos de pastelería que usan fruta confitada, y como trozos pequeños en helados, ya que no se cristaliza ni endurece como hielo a temperatura bajo cero.

CAPITULO II

DESHIDRATACIÓN OSMÓTICA

2.1 FUNDAMENTOS TEÓRICOS

De acuerdo a Yao y Le Maguer (1996)¹, la remoción de agua por deshidratación osmótica en materiales biológicos incluyendo frutas y vegetales ha incrementado su interés como alternativa potencial y operación complementaria a los procesos convencionales de secado y congelación entre otros, esto porque el proceso puede ser llevado a cabo a bajas temperaturas sin cambio de fase, obteniendo un producto de alta calidad a bajos costos de operación.

Por las características de muchas frutas, que contienen una membrana celular semipermeable y en el interior de la célula del 5 % a 18 % de sólidos disueltos, entre ácidos, pigmentos, azúcares, minerales, vitaminas, etc., si estas se colocaran en un jarabe de alta concentración con un soluto conveniente, se puede formar un sistema donde se desarrolle el proceso de la ósmosis, por esta razón se han logrado múltiples aplicaciones en la deshidratación osmótica de vegetales (Zapata Montoya y Castro Quintero, 1999).¹

Lenart y Flink (1984)¹ investigaron los criterios para definir el punto final en la concentración osmótica y la influencia de factores tales como el tipo de soluto, la concentración de la solución, la temperatura y la agitación, sobre la distribución espacial de los sólidos y la humedad en las papas. Los autores encontraron que el estado de equilibrio ocurría cuando se igualaba la actividad acuosa del producto y de la solución osmótica, desarrollando un modelo para determinar el mecanismo de transferencia de masa en el proceso osmótico.

Arango y Sanabria (1986)¹ realizaron ensayos de osmodeshidratación en banano, mandarina, guayaba, tomate, mora, tomate, pimentón y cebolla. Los tratamientos se efectuaron por inmersión en jarabe de sacarosa de 70 °Brix durante 96 horas a temperatura ambiente. Además se realizaron ensayos con piña en trozos, empleando jarabe invertido y melaza a 70°Brix, como medios osmodeshidratantes a temperatura ambiente y 37 °C con y sin agitación para observar las curvas de deshidratación y las características del producto final. La evaluación sensorial demuestra que la piña osmodeshidratada tiene una buena calidad frente a los trozos de piña frescos. Se observa que la mayor disminución de peso ocurre durante las doce primeras horas, no existiendo diferencias significativas entre la piña madura y la piña pintona osmodeshidratada en jarabe invertido de 70 °Brix; la reducción de peso en la deshidratación con agitación a 37 °C, es mayor en la melaza que en el jarabe invertido. En el proceso con jarabe invertido se presentó una mayor ganancia de sólidos que en el tratamiento con melaza en las mismas condiciones.

Holguín¹ (1992) investigó el efecto de la reutilización de jarabes en el proceso de deshidratación osmótica directa de mango Tommy Atkins, para la producción de trozos de fruta estabilizados con características aceptables de calidad y costos. Se propuso la reutilización del jarabe obtenido de la ósmosis directa entre la fruta y sacarosa cristalina, el cual fue llevado de 60 a 70 °Brix, para la ósmosis directa entre trozos de mango y jarabe. Se encontró que la reutilización del jarabe tiende a modificar su composición acercándola a la de la fruta, lo que hace una base óptima para la preparación de otros productos de frutas, además de reducir costos de producción.

Cárdenas (1996)¹ comparó las características sensoriales de conservas de piña preparadas mediante proceso Appert, a partir de jarabes de sacarosa con trozos de piña frescos. Se realizaron evaluaciones sensoriales de fruta y jarabe, determinando el contenido de sólidos solubles totales expresados en °Brix, acidez y el pH a las conservas obtenidas. Se encuentra que en las conservas con trozos de piña no escaldadas el color amarillo brillante

característico se mantiene, siendo innecesario el escaldado. Los trozos previamente escaldados con vapor presentaron irregularidad de forma y color oscuro. La conserva que muestra mejores atributos sensoriales fue aquella elaborada con trozos frescos de piña incorporados en jarabe enriquecido por osmodeshidratación de cáscaras de piña.

Palacio Montañés (1993) ¹, identificó las operaciones y condiciones de proceso necesarias para preparar productos a partir de uchuva, néctar, mermelada y fruta deshidratada por osmosis directa. La pulpa obtenida presentó un ligero sabor amargo que se buscó eliminar, utilizando la técnica de escaldado; en esta fueron controlados los parámetros de tiempo y temperatura. El porcentaje de la fruta al convertirla en pulpa fue de 70 % y se obtuvieron resultados microbiológicos y organolépticos aceptables.

Nowakunda, Andrés y Fito (2004) ¹, investigaron el efecto de un proceso de deshidratación osmótica en las propiedades de transferencia de masa tales como pérdida de masa, ganancia de sólidos y reducción de peso en rodajas de banano de 10 mm de espesor inmersas en soluciones de sacarosa a diferentes niveles de concentración, temperaturas y tiempos de inmersión. Los resultados indicaron que las propiedades de transferencia de masa incrementaron con el tiempo de inmersión y con el aumento de la concentración de azúcares, condiciones para las cuales se obtuvo un producto muy blando que es inapropiado para manejarlo y acondicionarlo para adicionales procesos de secado. Las condiciones óptimas de deshidratación fueron soluciones osmóticas de 55 y 65 °Brix y temperatura de 30°C. Molano, Serna y Castaño (1996) ¹ realizaron un estudio con el objeto de desarrollar y normalizar en el laboratorio, una metodología para obtener trozos de piña variedad *Cayena Lisa* deshidratada, con la calidad organoléptica que ofrece la fruta fresca. Se empleó el método de osmosis directa y las mejores condiciones de proceso se obtuvieron con jarabes de sacarosa a 50 °Brix y 50 °C. Posteriormente y mediante liofilización durante 3 horas a 80 °C, presión de 66,66 Pa, secado por convección a 75 °C y por tres horas se obtuvieron productos finales, principalmente por liofilización,

con buenas características organolépticas. López Ortiz y Galeano Huertas (1998)¹, desarrollaron un estudio de la deshidratación osmótica de la fresa que permitió determinar el comportamiento de la transferencia de masa cuando trozos de fruta se sumergieron en una solución de sacarosa de 65 °Brix. Se notó que a las tres horas del proceso se alcanzó el equilibrio, tiempo en el cual la reducción de peso fue de 49,33 %, la pérdida de agua de 74,55 % y la ganancia de sólidos de 25,21 %. La actividad de agua, pH y acidez no presentaron variaciones significativas durante el proceso.

¹: Autores citados por Revista Facultad Nacional de Agronomía, vol.58 no.2 Medellín Julio/Dic. 2005

2.1.1 FENÓMENO DE OSMOSIS

El fenómeno de la ósmosis está asociado con la difusión, en el cual ciertas moléculas en contacto, se mezclan lentamente por si mismas. Este fenómeno es debido a la energía cinética que tienen las moléculas, por la cual se hallan en continuo movimiento. Un ejemplo es el caso cuando se colocan en un recipiente cristales de sal de cocina y suavemente se añade agua que los cubra; en pocos minutos los cristales espontáneamente forman una solución cada vez más homogénea, es decir, la sal termina por repartirse uniformemente entre las moléculas de agua.

La ósmosis es el fenómeno de difusión de líquidos o gases, a través de una membrana permeable para alguno de ellos. Si un compartimiento de agua pura se separa de una disolución acuosa por medio de una membrana rígida permeable al agua, pero impermeable a los solutos, habrá un paso espontáneo de agua desde el compartimiento que contiene agua pura hacia el que contiene la disolución. La transferencia de agua se puede detener aplicando a la disolución una presión adicional a la presión atmosférica. El valor de esta presión adicional necesaria para detener el paso de agua recibe el nombre de

presión osmótica de la disolución. Para Chirife (1986) citado por Madrid (1992), la ósmosis consiste en el flujo de un solvente desde una solución diluida contenida dentro de una membrana semipermeable hacia una solución más concentrada que rodea a la membrana. Depende de la selectividad que esta tenga en el sentido que el agua pueda pasar a través de ella, mientras que los otros componentes de la solución no pueden hacerlo o lo hacen muy lentamente. Pantástico (1975), describe la ósmosis como un movimiento de sustancias desde una región de alta energía cinética, hacia una región de baja energía cinética. Oriol y Legestri (1967) citado por Solís (1994), afirma que para que se inicie el fenómeno de la ósmosis es necesario la interposición de una membrana semipermeable la cual sea mojada o embebida por líquidos que constituyen el solvente y que los líquidos que separan las membranas sean miscibles el uno con el otro. Flores (1977) menciona que el paso del líquido a través de la membrana puede interrumpirse aplicando presión a la solución en el lado de mayor concentración de soluto. La presión necesaria para impedir el paso del disolvente a través de una membrana perfectamente semipermeable se denomina presión osmótica y es una característica de la solución. De acuerdo con el autor la presión osmótica presenta las siguientes características: es directamente proporcional a la temperatura y a la concentración de la solución, no es influenciada por la naturaleza de la sustancia disuelta y todas las soluciones equimolares tienen una misma presión osmótica.

2.1.2 CINÉTICA DE OSMOSIS

Según Ponting et.al (1966) citado Carrillo, S. (1995), la velocidad de deshidratación osmótica es marcadamente afectada por la temperatura, existe un límite probable de 49 °C (120 °F) por encima del cual

empiezan a ocurrir reacciones de oscurecimiento enzimático y deterioración del sabor. La ósmosis es suficientemente rápida debajo de esta temperatura, por lo tanto hace el proceso práctico; así por ejemplo el 50% de reducción de peso, usualmente puede ser obtenido en 2,5 a 3 horas a 49 °C, pero quizás sea más recomendable usar un tratamiento durante toda la noche a temperatura ambiente. El mismo autor señala que la fruta no es dañada por un tratamiento extenso, ya que el jarabe concentrado es un inhibidor de fermentaciones por levaduras y mohos.

Flores (1977), en sus investigaciones con piña encontró que la velocidad de deshidratación con azúcar sólida como agente osmótica es extremadamente veloz al principio pudiéndose reducir más del 50% del peso del producto en 2 horas a cualquiera de las temperaturas utilizadas, mientras que con jarabe de 75 °Brix solo se consigue este porcentaje a las 3 horas y a 49 °C. Sin embargo, no es recomendable utilizar el proceso osmótico para una reducción en peso mayor al 50 % pues a partir de este valor la velocidad de deshidratación disminuye en forma notoria; otra conclusión es que resulta más ventajoso emplear jarabe de azúcar sólida, pues el jarabe puede reconcentrarse y volver a utilizarse.

Farkas y Lazar (1969) citado por Salazar (1999), dicen que la reducción de la temperatura del medio o de la concentración del jarabe prolongan el proceso, causando que el azúcar se difunda al interior de la pieza de fruta y el producto resulte mucho más dulce, además afirman que la velocidad de deshidratación por ósmosis depende principalmente del tamaño de la pieza de fruta, y de la temperatura de deshidratación; igual que en el secado por aire caliente.

Lerici et, Al (1985) citado por Madrid (1992), comprobó en la deshidratación osmótica de manzana que la pérdida de agua es máxima cuando la fruta se prepara en forma de anillos y es mínima para la forma cúbica. También determina que la ganancia de sólidos se

incrementa al aumentar la relación entre el área total expuesta de la fruta y su semi-espesor mínimo (A/L).

2.1.3 PROCESO DE DESHIDRATACIÓN POR OSMOSIS

La deshidratación osmótica consiste en la inmersión de productos alimenticios en soluciones acuosas de alta presión osmótica, tales como soluciones azucaradas o salmueras, seguidas de una transferencia de agua desde el producto alimenticio hacia la solución por ósmosis.

La aplicación del fenómeno de ósmosis en la deshidratación de frutas se puede lograr debido a que un buen número de frutas, como es el caso de fresa, papaya, mango, manzana, piña o durazno entre otras, cuentan con los elementos necesarios para inducir la ósmosis.

Estos elementos se encuentran en la pulpa, que en estas frutas consiste en una estructura celular más o menos rígida que actúa como membrana semipermeable. Detrás de estas membranas celulares se encuentran los jugos, que son soluciones diluídas, donde se hallan disueltos sólidos que oscilan entre el 5 a 18% de concentración. Si la fruta entera o en trozos se sumerge en una solución o jarabe de azúcar de 70%, se tendría un sistema donde se presentaría el fenómeno osmótico.

El jugo en el interior de las células de la fruta está compuesto por sustancias disueltas en agua como: ácidos, pigmento, azúcares, vitaminas, minerales, etc. Algunas de estas sustancias o compuestos de pequeño volumen, como el agua o ciertos ácidos, pueden salir con cierta facilidad a través de orificios que presentan la membrana o pared celular, favorecidos por la presión osmótica que ejerce el jarabe de alta concentración donde se ha sumergido la fruta.

La presión osmótica presente será mayor en la medida que sea mayor la diferencia de concentraciones entre el jarabe y el interior de los

trozos de la fruta. El efecto de esta diferencia se ve reflejado en la rapidez con que es extraída el agua de la fruta hacia el jarabe. El valor de esta diferencia en el ejemplo anterior permite que los trozos de fruta pierdan cerca del 40% del peso durante aproximadamente 4 horas de inmersión.

La posibilidad de que la sacarosa del jarabe entre en la fruta dependerá de la impermeabilidad de las membranas a este soluto. Por lo general los tejidos de las frutas no permiten el ingreso de sacarosa por el tamaño de esta molécula, aunque si pueden dejar salir de la fruta moléculas más sencillas como ciertos ácidos o aromas.

Lerici et al. (1985) citado por Madrid (1992), define la deshidratación osmótica como el proceso de remoción del agua, el cual esta basado en ubicar el alimento (pieza de fruta o vegetal) en una solución hipertónica; como esta solución tiene una alta presión osmótica y, por lo tanto una baja actividad de agua, surge entre la solución y el alimento una fuerza conductora motriz para la remoción del agua, mientras la pared celular natural actúa como una membrana semipermeable.

La deshidratación osmótica puede efectuarse a bajas temperaturas y es menor el consumo de energía que en el secado por aire o en la congelación. La deshidratación osmótica es un paso intermedio en la deshidratación por aire de frutas y vegetales.

Según Flores (1977), la transferencia de agua por osmosis es aplicable a pedazos de fruta porque contienen azúcares y otros solutos en soluciones diluidas, y la estructura de su superficie celular actúa como una membrana celular eficiente.

Pantástico (1975), dice que cuando una fruta o vegetal es sumergido en una solución de azúcar, se produce una difusión de sustancias hacia fuera de las células, debido a que la energía cinética es menor fuera de la célula, produciéndose la plasmólisis y muerte de la célula en caso de que la migración de agua sea severa.

Ponting (1966) citado por Carrillo, S. (1995)., describió la deshidratación osmótica como un proceso dinámico en el cual el agua y el ácido de la fruta son extraídos rápidamente al principio y luego de forma más lenta, mientras que la penetración de azúcar es lenta al principio y se va incrementando con el tiempo. Por ello las características del producto pueden variarse a voluntad, controlando: temperatura del proceso, concentración de azúcar del medio, tiempo de proceso, etc.; para que la ósmosis sea rápida o más lenta.

Muchos autores indican que la alta calidad que se obtiene en el producto con este proceso se debe principalmente a dos razones: Primero que la alta concentración de azúcar que rodea a los trozos de fruta sirve como un excelente inhibidor del pardeamiento enzimático que ocurre en frutas cortadas, lo que permite obtener un buen color en el producto final y en segundo lugar, que el incremento en la concentración de sólidos solubles como resultado de la eliminación de agua e incorporación de solutos en la solución, influye positivamente en la retención de volátiles aromáticos durante el secado final.

El requerimiento termodinámico para producir la deshidratación parcial de la fruta es que la actividad de agua de la solución circundante sea menor que la de la fruta. Teóricamente, existe gran variedad de solutos (agentes osmóticos) que pueden reducir la actividad de agua en la solución circundante. Sin embargo, y dado que el soluto también difunde en el interior de la fruta, es necesario que sea compatible con las características organolépticas de aquella. Por esta razón, los azúcares son los agentes osmóticos por excelencia cuando se considera la deshidratación osmótica de frutas (Chirife (1986) citado por CIEE (1995)).

La deshidratación osmótica de frutas por si sola, no constituye un método de preservación, sino que es solamente la primera etapa (pre concentración) de un proceso de transformación de un alimento en dos etapas, siendo la segunda un secado convencional. Usualmente la pre

concentración osmótica solo se realiza hasta alcanzar una reducción del peso del 50% (Ponting et al.1966 citado por Carrillo, S. (1995).

2.1.4 SECADO

El desecado de cualquier sólido consiste, generalmente, en separar un líquido de un sólido por evaporación y no mediante métodos mecánicos. En alimentos se suele hablar de deshidratación.

La deshidratación de alimentos es la eliminación casi completa del agua de los mismos en forma de vapor bajo condiciones de temperaturas controladas y se lleva a cabo por diferentes razones relacionadas con el proceso, o bien para preservar o prologar la vida útil como es el caso de algunos productos biológicos, entre ellos los alimentos.

Cuando se secan los alimentos no pierden el agua a una velocidad constante durante el proceso. Por el contrario a medida que prosigue el proceso de secado, la velocidad con que se elimina el agua, va disminuyendo. Generalmente, al iniciarse el proceso de secado, y por algún tiempo después, el agua sigue evaporándose de la pieza del alimento a una velocidad constante, como si estuviera secándose de una superficie libre: ésta se llama el periodo de velocidad constante de secado. En el curso de la deshidratación de un cubito de alimento pierde la humedad de sus superficies y va adquiriendo paulatinamente una espesa capa seca, con la mayor parte de la humedad restante en el centro. Desde el centro hasta la superficie se establece un desnivel de humedad. Como resultado, la capa seca exterior forma una barrera aislante contra la transmisión rápida de calor hacia el centro del alimento, sobre todo porque el agua que se evapora deja huecos de aire detrás de sí. Además de que el grado ya disminuido de transmisión de calor tiene menos fuerza impulsora, el agua que queda en el centro tiene que recorrer a fin de salir del alimento, una

distancia mayor que la que recorrió la humedad de la superficie al principio del proceso de secado. Además a medida que se seque el alimento, se va acercando a su humedad relativa de equilibrio; a la vez, empieza a recoger moléculas de vapor de agua de la atmósfera del secador con la misma rapidez con la que lo pierde. Cuando estas dos velocidades se igualan el proceso de secado termina.

Durante el secado, se llevan a cabo fenómenos de transferencia de masa, calor interrelacionados entre sí y que dependen de las propiedades estructurales o moleculares del material a secar.

Los mecanismos que originan el desplazamiento de la humedad durante los períodos de velocidad constante y decreciente; son explicadas por las siguientes teorías:

- **Teoría de la difusión del líquido:** La difusión de la humedad se verifica cuando existe una diferencia de concentración entre el interior del sólido y la superficie. Este método de transporte de humedad casi siempre se presenta en un sólido no poroso, en los que se forma soluciones de una sola fase con la humedad, como una pasta, jabón, gelatina o pegamento.
- **Movimiento capilar en los sólidos porosos:** Un sólido poroso contiene poros y canales interconectados de diversos tamaños; a medida que se evapora el agua, se forma un menisco líquido en cada poro, que origina las fuerzas capilares por la tensión interfacial entre el agua y el sólido, lo que produce el impulso para desplazar el agua de los poros hasta la superficie.
- **Efecto de la concentración:** Los sólidos rígidos no se contraen apreciablemente, pero los materiales coloidales y fibrosos, como vegetales y otros productos alimenticios si se contraen. Una capa dura resulta impermeable al flujo del líquido o vapor y disminuye la velocidad de secado. Si el secado se realiza a temperaturas muy altas, se forma en la

superficie una capa de células contraídas que se adhieren unas a otras formando un sello, lo que representa una barrera de migración de la humedad y se llama endurecimiento superficial.

Otro efecto de la concentración ocasiona que el material se deforme y cambie su estructura. Algunas veces, para disminuir estos efectos, es aconsejable emplear aire húmedo, así se disminuye la velocidad de secado y los efectos de la contracción, deformación o endurecimiento.

El secado consta de 2 etapas: introducción de calor al producto y la extracción de humedad del producto. Al deshidratar alimentos se procura obtener la velocidad máxima en el secado, de manera que se hace todos los esfuerzos posibles a fin de acelerar las velocidades de transmisión de calor y transferencia de masa. Las siguientes consideraciones son importantes al respecto:

- **Área de superficie:**

Generalmente se subdivide al alimento a deshidratar en piezas pequeñas o capas delgadas, a fin de acelerar la transmisión de calor y la transferencia de masa. La subdivisión acelera el secado por 2 razones: la primera es que una mayor área de superficie proporciona más superficie de contacto con el medio de calentamiento y más superficie desde la cual se puede escapar la humedad y la segunda es que las partículas más pequeñas o delgadas reducen la distancia que el calor tiene que recorrer hasta el centro del alimento, y reducen la distancia que la humedad en el centro del alimento tiene que recorrer a fin de llegar a la superficie y escaparse.

- **Temperatura:**

Cuanto mayor sea la diferencia de temperatura entre el medio de calentamiento y el alimento, mayor será la velocidad de

transmisión de calor al alimento, lo que proporciona la fuerza impulsora para la eliminación de la humedad.

Cuando el medio de calentamiento es aire, la temperatura desempeña también un segundo papel importante. A medida que el agua es expulsada del alimento en forma de vapor de agua, tiene que ser alejada, ya que, de otra manera, la humedad crearía en la superficie del alimento una atmósfera saturada, que disminuiría la velocidad de la eliminación subsecuente de agua. Cuanto más caliente está el aire, más humedad podrá absorber antes de saturarse. De este modo, el aire de temperatura elevada que se encuentra en la proximidad del alimento en proceso de deshidratación recogerá la humedad expulsada de éste en mayor grado que el aire más fresco. Es evidente también que un mayor volumen de aire puede recoger más humedad que un menor volumen de aire.

- **Velocidad del aire.**

El aire caliente recoge más humedad que el aire fresco, pero el aire en movimiento es más efectivo todavía. El aire en movimiento, a alta velocidad, además de recoger humedad, la barre de la superficie del alimento, previniendo la creación de una atmósfera controlada que disminuiría la velocidad de la eliminación subsiguiente de humedad.

- **Humedad del aire**

Cuando el aire es el medio de secado, cuanto más seco esté mayor será la velocidad del proceso. El aire seco tiene poder de absorber y retener la humedad. El aire húmedo está más cerca del punto de saturación y, por lo tanto, puede absorber menos humedad adicional que si estuviera seco.

Pero la humedad del aire también determina hasta qué punto se puede disminuir el contenido de humedad del alimento mediante la deshidratación.

Los alimentos deshidratados son higroscópicos. Cada alimento tiene su propia humedad relativa de equilibrio.

- **Presión atmosférica y vacío**

Si se coloca un alimento en una cámara caliente bajo vacío, se puede eliminar la humedad del alimento a una temperatura más baja que si no aplicas vacío. O bien se podría utilizar la misma temperatura con o sin el vacío, en cuyo caso la velocidad de la eliminación de agua del alimento sería mayor con vacío. Es muy importante emplear temperaturas más bajas durante períodos más cortos al secar alimentos que son sensibles al calor.

- **Evaporación y temperatura.**

A medida que el agua se evapora de una superficie, la enfría. El enfriamiento es en gran parte el resultado de la absorción por el agua del calor latente proveniente del cambio de estado de líquido a vapor, es decir, el calor de vaporización al transformar el agua a vapor de agua. En este proceso, el calor se elimina del aire empleado para secar o de la superficie empleada para calentar, lo mismo que del alimento caliente, de manera que la pieza o gota de alimento se enfriaría.

- **Tiempo y temperatura**

Ya que todos los métodos importantes de deshidratación de alimentos emplean calor, y que los componentes de los alimentos son sensibles al calor, es preciso encontrar términos medios entre la velocidad máxima de secado y la mejor conservación de calidad de los alimentos.

2.1.5 VENTAJAS Y DESVENTAJAS DE LA DESHIDRATACION OSMÓTICA

Entre las ventajas de la deshidratación se tienen:

- ❖ La fruta deshidratada por ósmosis no está sujeta a una temperatura alta por largos períodos de tiempo, por lo tanto el daño por el calor sobre el color y el sabor son minimizados. Pointing et al. (1966) citado por Carrillo, S. (1995).
- ❖ Al producirse la remoción del agua por ósmosis algo del ácido de la fruta sale junto con ella, esta disminución en el contenido del ácido combinada con la cantidad de azúcar adicionada a la fruta por el baño osmótico forma un producto más blando y dulce que el obtenido por otros métodos de secado.
- ❖ Pointing et al. (1966), citado por Carrillo, S. (1995) dice que la fruta tratada por ósmosis se seca más rápidamente por el aire caliente, que la fruta sin tratar ya que la estructura se conserva más o menos abierta y rígida, y la fruta no colapsa durante el secado.
- ❖ Pointing et al. (1966), citado por Carrillo, S. (1995) afirma que toda aquella fruta que ha sido deshidratada osmóticamente alcanzando un 50 % aproximadamente de reducción de peso, puede ser secada posteriormente por aire, obteniéndose de esta manera bajos contenidos de humedad en corto tiempo.
- ❖ El agua que sale de la fruta u hortaliza al jarabe a temperatura ambiente y en estado líquido, evita las pérdidas de aromas propios de la fruta, los que si se volatizarían o descompondrían a las altas temperaturas que se emplean durante la operación de evaporación que se practica durante la concentración o deshidratación de la misma fruta mediante otras técnicas.
- ❖ La ausencia de oxígeno (debido a la alta concentración de azúcar que rodea a los trozos de fruta) en el interior de la masa de jarabe, evita las correspondientes reacciones de oxidación

(pardeamiento enzimático que afectan directamente la apariencia del producto final).

- ❖ El incremento en la concentración de sólidos solubles como resultado de la eliminación de agua e incorporación de solutos en la solución influye positivamente en la retención de volátiles aromáticos durante el secado final.
- ❖ La relativa baja actividad de agua del jarabe concentrado no permite el fácil desarrollo de microorganismos que rápidamente atacan y dañan las frutas en condiciones ambientales.
- ❖ Esta técnica también presenta interesantes ventajas económicas cuando se trata de volúmenes pequeños a nivel de planta piloto. La inversión en equipos es baja pues solo se requieren recipientes de acero inoxidable, mano de obra no calificada y bajo consumo de energía. Es importante resaltar que es de muy fácil aplicación en el ámbito propio de las pequeñas y medianas empresas principalmente en un país en desarrollo como Perú.
- ❖ El jarabe agotado puede ser utilizado en la elaboración de yogurt, néctares, etc.; a fin de aprovechar su poder edulcorante y contenido de aromas y sabores de la fruta osmódeshidratada.

Entre las limitaciones que presenta esta técnica se pueden citar:

- ❖ El uso limitado para frutas que presentan estructura sólida y puedan cortarse en trozos, por ahora tampoco se recomiendan a frutas que poseen bastantes semillas de tamaño mediano como la mora o guayaba.
- ❖ Algunas frutas como el mango o la piña pueden perder su poca acidez, aunque se puede corregir este inconveniente ajustando la acidez del jarabe a fin que la relación de sabor ácido-dulce sea agradable al gusto.

- ❖ Debido a la menor densidad de la fruta y además a los gases que ésta puede tener ocluidos; es inútil sumergir la fruta debido a su menor densidad entonces se forma un bloque compacto de trozos que impide la circulación del jarabe a través de la fruta con lo que se obtiene la ósmosis parcial de la fruta.
- ❖ Dependiendo del grado de deshidratación, por lo general, las frutas no son productos estables sino semielaborados que pueden complementarse con otras técnicas que podrían encarecer el producto final. Las investigaciones desarrolladas en diferentes centros han estudiado complementar la ósmosis con: refrigeración, pasteurización, congelación, fritura al vacío, etc. Los resultados han sido diversos tanto en calidad sensorial como de vida útil en anaquel.

También se presentan inconvenientes con el manejo de los jarabes debido a:

- a) El enturbiamiento que se genera por el desprendimiento de solutos y partículas de las frutas allí sumergidas.
- b) La resistencia de los microorganismos a los tratamientos térmicos higienizantes.
- c) Finalmente está la presencia de insectos que se puede generar en los sitios donde se manejan estos jarabes debido a la atracción que estos tienen por los aromas frutales que con el tiempo se pueden tornar difíciles de erradicar.

2.2 AGENTES DE LA DESHIDRATACIÓN OSMÓTICA

En el cuadro 8, se muestra una lista de los agentes osmóticos de mayor potencial en la deshidratación osmótica de frutas.

**Cuadro 8: Agentes Osmóticos potenciales para la Deshidratación
Osmótica de Frutas**

Sacarosa	Jarabe de maíz
Glucosa	Melaza
Fructosa	Sorbitol
Azúcares invertidos	Maltosa
Miel	Lactosa

Fuente : Madrid, K.T (1992)

Los agentes osmóticos usados más comúnmente son sacarosa para frutas y cloruro de sodio para vegetales. Otros agentes osmóticos también utilizados son: la glucosa, fructosa, lactosa, maltodextrina y mezclas de las anteriores. La elección del soluto y la concentración de la solución osmótica dependen de varios factores, como: efecto en la calidad organoléptica, sabor del producto final, su capacidad para disminuir la actividad de agua (a_w), solubilidad del soluto, permeabilidad a la membrana, efecto conservador y precio.

Los azúcares de bajo peso molecular (glucosa, fructosa, sorbitol, etc.) favorecen la ganancia de azúcar debido a la fácil penetración de las moléculas; así el principal efecto del proceso va a ser un enriquecimiento en sólidos en lugar de una deshidratación.

Por el contrario, solutos de alto peso molecular favorecen la pérdida de agua frente a la ganancia de sólidos, resultando en un producto con bajo contenido de soluto.

Los diferentes solutos exhiben además diferentes capacidades para reducir la actividad de agua (a_w) (Chirife *et al.*, 1980), citado por CICEE. 1995. La Figura 19 muestra las cantidades (g de soluto /g de solución) \times 100) necesarias para controlar la actividad de agua (a_w) en el rango 0,75-0,98 para varios humectantes comunes. También se representa el efecto de la

adición de cloruro de sodio en la disminución de la actividad de agua (a_w). Puede observarse que la selección de una alta actividad de agua (a_w) reduce considerablemente las cantidades necesarias de soluto. A medida que la actividad de agua (a_w) disminuye las mayores cantidades de humectante requeridas imparten al alimento un intenso sabor dulce (que depende de la clase de azúcar o poliol utilizado), o un intenso sabor salado si se usa cloruro de sodio como humectante.

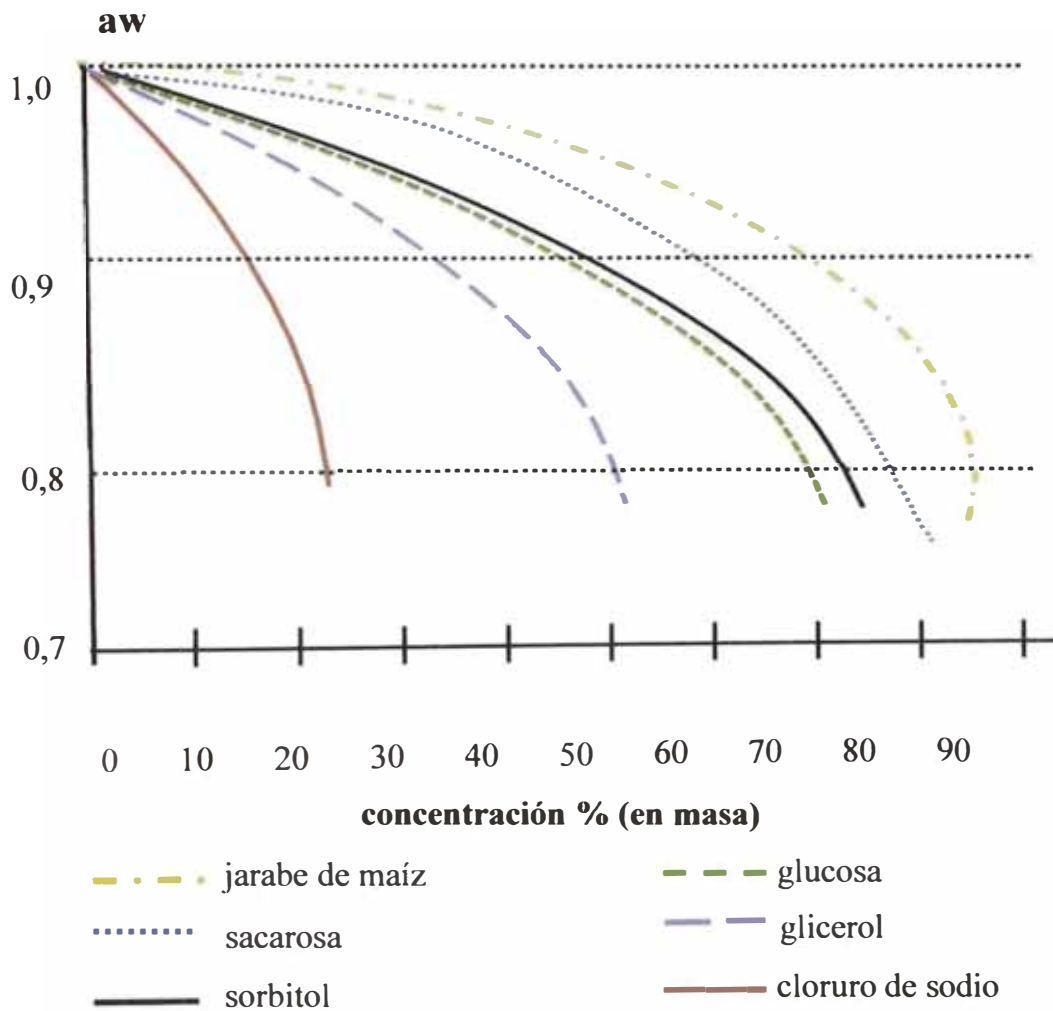


Figura 19: Actividad de agua en función de la concentración de soluciones de solutos comúnmente utilizados.

2.2.1 AZÚCARES.

Los carbohidratos, llamados también hidratos de carbono o glúcidos, son un grupo numeroso y diverso de sustancias, compuestos principalmente de carbono, hidrógeno y oxígeno. Los principales carbohidratos son:

- **Glucosa:** Según Potter (1973) es uno de los carbohidratos más sencillos, tiene 6 carbonos, se conoce también como dextrosa y su fórmula global es $C_6H_{12}O_6$ (Romero y Paratore, 1982 citado por Carrillo 1990).

Al unir dos unidades de glucosa se elimina una molécula de agua, obteniéndose un disacárido de nombre maltosa. Algunos disacáridos comunes formados de una manera similar son la sucrosa o caña de azúcar, lactosa o azúcar de leche, Estos disacáridos también difieren entre si en solubilidad, dulzura, susceptibilidad a la fermentación, y otras propiedades. Un número mayor de unidades de glucosa puede ser ligada a la manera de polímeros para formar polisacáridos. Uno de estos polisacáridos es el almidón, Asimismo, la cadena de unidades de glucosa, ligadas de un modo diferente, forma la celulosa. Así, los azúcares simples son los elementos de construcción de los polisacáridos mas complejos, que van de los disacáridos y trisacáridos hasta las dextrinas, cuya cadena es intermedia, y luego almidones, celulosas y hemicelulosas, cuyas moléculas pueden contener cientos de las unidades sencillas del azúcar. Los derivados químicos de los azucars simples, ligados en forma de cadena, también dan origen a pectinas y gomas.

- **Fructosa o Levulosa:** Se encuentra en algunos frutos y en la miel de abeja. Se obtiene junto con la glucosa por hidrólisis de la sacarosa. La fructosa es sólida, de color blanco aunque

difícil de cristalizar y al igual que la glucosa, es fácilmente soluble en agua.

- **Sacarosa:** Da valor calórico, conserva y edulcora los alimentos con los que se mezcla. Según Schmidt-Hebbel (1982) la sacarosa tiene dos orígenes a nivel industrial: la caña de azúcar dulce (*Saccharum officinarum*) y la beterraga o remolacha (*Betavulgaris variedad Rapa*).

La sacarosa o azúcar de mesa, sólido cristalino de color blanco soluble en agua pero insoluble en alcohol, es el disacárido más importante debido a su empleo universal como edulcorante. Está formada por la unión de los monosacáridos glucosa (dextrosa) y fructosa (levulosa), siendo su fórmula global $C_{12}H_{22}O_{11}$.

El principal elemento que endulza y forma cristales en la preparación de productos azucarados es la sacarosa. A la temperatura ambiente se puede disolver aproximadamente, dos partes de sacarosa en una parte de agua, produciendo una solución acuosa cuya concentración es de 65%. Si se enfría la solución sin agitarla se sobresatura. Al enfriarse más, sobre todo si se agita, la sacarosa se cristaliza y se separa de la solución. La adición a la solución sobresaturada de un pequeñísimo cristal de sacarosa, acelera la cristalización enormemente. Es posible separar soluciones con concentraciones aun mayores de sacarosa mediante el aumento de temperatura. Cuanto mayor sea la concentración de sacarosa, mas alto será el punto de ebullición de las soluciones (Potter, 1973).

La sacarosa es altamente soluble en el agua y esto aumenta con el incremento de temperatura. La alta solubilidad de la sacarosa en el agua es una ventaja en la elaboración de dulces, pero es una desventaja cuando el dulce absorbe humedad de la

atmósfera ya que se hace pegajoso o suave (Charley, 1989; citado por Solís, 1994).

Cheftel y Cheftel (1989), mencionados por Solís (1994) indican que la solubilidad de los azúcares totales pueden aumentar por la adición de azúcar invertido; así como, de glucosa o “jarabes de glucosa”. Además, esta adición permite ajustar la viscosidad de soluciones de azúcar. De acuerdo a esto se puede obtener soluciones saturadas, preparadas a elevada temperatura.

La higroscopicidad de los azúcares también afecta la textura de algunos elementos, por ejemplo la glucosa y maltosa, de elevado poder reductor, son menos higroscópicos que la sacarosa y menos aun que el azúcar invertido y la fructosa. En un alimento se aconseja la presencia de componentes higroscópicos cuando se busca mantener cierto grado de humedad tal como ocurre en dulcería y confitería para las cuales el azúcar invertido y la miel, son buenos humectantes. Sin embargo, en algunos casos, la presencia de constituyentes higroscópicos resulta desfavorable, lo que ocurre en confitería cuando los azúcares se encuentran en estado vítreo y la captación del agua puede acelerar la cristalización de azúcares (Cheftel y Cheftel, 1989; mencionados por Solís, 1994).

En algunos alimentos, de bajo contenido de agua, los azúcares se encuentra en estado vítreo, el cual es un estado amorfo de viscosidad muy elevada, superior a 1 000 poises. Esta viscosidad impide la cristalización del azúcar. Los azúcares en estado vítreo son higroscópicos; esto contribuye a su inestabilidad, por que la absorción de agua aumenta la velocidad de cristalización de los azúcares. La baja proporción de azúcar invertido y un alto contenido de jarabe de glucosa reducen la higroscopicidad; en efecto, una adsorción de agua

durante el almacenamiento motivaría la cristalización del azúcar y pegajosidad. Se puede decir que la textura de la mayoría de los productos de confitería depende de controlar la cristalización de la sacarosa presente en la solución sobresaturada.

Alrededor del 60% de la producción mundial de azúcar de mesa procede de la caña de azúcar, mientras que el 40% restante se extrae de la remolacha azucarera. Las principales aplicaciones de la sacarosa son: fabricación de dulces, confites, caramelos y bebidas alcohólicas; alimentación diaria, medicina, preparación de jarabes y como componente de múltiples alimentos.

2.2.2 OTROS AGENTES EMPLEADOS

Para la Deshidratación Osmótica no solo intervienen los agentes ya descritos, sino que también se pueden emplear otros tales como:

- **Acido Cítrico:** polvo blanco cristalino, usado en productos alimenticios y bebidas. Se utiliza para ajustar el pH y realzar el sabor de las compotas, jaleas, confituras, gelatinas, bebidas y jarabes. Se emplea para proteger el ácido ascórbico inactivado, los vestigios de metales y reducir el pH para inactivar las oxidasas.

El ácido cítrico se adiciona a muchas frutas para evitar cambios de color y sabor debido a la oxidación.

- **Antioxidantes:** Son sustancias con afinidad preferente para ser oxidadas, es decir, compuestos que se oxidaran antes que los productos que van a proteger. Para que puedan utilizarse en frutas y sus productos, los antioxidantes deben ser fácilmente solubles en agua. Aparte del dióxido de azufre y de los

sulfitos, que son antioxidantes muy efectivos, existe una gran variedad de sustancias que contienen azufre y han demostrado tener capacidad para prevenir la oxidación, como: los aminoácidos, cisteína, cistina, tiocarbamina y sulfamidas e incluso el jugo de piña americana, el cual posee un alto contenido de compuestos sulfhidrilos naturales (Carrillo, 1995). El dióxido de azufre gaseoso o como sulfito se utiliza mucho en los cortes de fruta y de ciertas hortalizas para prevenir su pardeamiento inmediatamente después de cortadas y antes de deshidratarlas o congelarlas. Hay que recordar que solo el SO_2 libre y no su forma ligada es capaz de evitar el pardeamiento. Una forma de inactivar las enzimas es por acción del escaldado, con lo cual se pretende inactivar enzimas en forma completa sin alterar el aroma, ni la textura del producto final. Cada fruta en particular exige un tratamiento especial. Las enzimas también se pueden inactivar por acción de los iones de metales pesados, por halógenos, ultrasonidos y por ondas de radio de alta frecuencia. Los ácidos minerales son más efectivos que los orgánicos. El pH ácido también ayuda a reducir la velocidad de pardeamiento.

- **Antimicóticos:** Mediante el deshidratado osmótico pueden conservarse frutas por disminución de su actividad de agua hasta el denominado rango de humedad intermedia. Esto permite el control de bacterias, sin embargo para impedir el crecimiento de hongos y levaduras se requiere una reducción adicional de la actividad de agua (a_w) lo que puede ser perjudicial para el sabor de la fruta por requerirse cantidades importantes de azúcar penetrada para lograr el nivel seguro de actividad de agua (a_w). La estabilidad microbiológica puede lograrse combinando variables tales como actividad de agua

(a_w), pH, tratamiento térmico y adición de preservantes (Moyano, 1991; citado por Carrillo, 1995).

En la industria de alimentos se tiene dos tipos de antagonistas microbianos que según su composición química pueden ser de: naturaleza orgánica, como el ácido benzoico y sus sales, el ácido propiónico y sus sales, el ácido sórbico y sus sales, ácido acético, ácido cítrico, glicoles, tricloroetileno y dicloro etino: o naturaleza inorgánica, como el dióxido de azufre, peróxido de hidrógeno, cloro, dióxido de carbono, nitratos y nitritos.

El ácido sórbico y sus sales constituyen los preservantes tradicionales, usados principalmente como aditivo antimicótico, que penetra en la fruta al estar presente en la solución azucarada utilizada en la deshidratación osmótica. Se usa el ácido sórbico bajo la forma de sales (sorbato de potasio) debido a su mayor solubilidad en el agua. La dificultad de su uso es que se degrada apreciablemente en función del tiempo, temperatura y el pH durante el almacenamiento de frutas conservadas perdiendo así su efectividad como preservante.

Por ejemplo, después de cuatro meses de almacenamiento a 27°C, la destrucción del ácido ascórbico es de aproximadamente 40% en durazno de alta humedad.

El sorbato de potasio ejerce una eficaz acción antimicótica de mohos y levaduras en productos ácidos tales como jugos, mermeladas y vinos; no actuando a pH neutros. Su uso no debe exceder concentraciones mayores al 0,1%, (Desrosier, 1996).

2.3 ALIMENTOS DE HUMEDAD INTERMEDIA

Existen dos categorías de alimentos con actividad de agua reducida: los alimentos de humedad intermedia o semihumedos (AHI), que tienen generalmente una actividad de agua (a_w) comprendida en el rango de 0,60-

0,90 y 10-50% de humedad siendo un valor menor de lo que tienen las frutas, hortalizas y carnes naturales y los alimentos de alta humedad (AAH); la estabilidad de ambos grupos se basa en la conservación de factores entre los cuales destacan la disponibilidad de agua, el pH y la temperatura (según Davies et al, 1975; Jayarmen, 1995 citados en Revista FAO); existen además factores adicionales como, limitación de nutrientes, la radiación ultravioleta y las radiaciones ionizantes, que proveen el margen de seguridad contra el deterioro por microorganismos resistentes a la reducción de la actividad de agua (a_w) (principalmente hongos y levaduras, que pueden crecer a actividad de agua (a_w) tan bajo como 0,60) y también contra algunas especies bacterianas capaces de crecer cuando la actividad de agua (a_w) de alimentos de humedad intermedia o semihúmedos (AHI) está cercana al límite superior.

Siendo el principal objetivo impedir el desarrollo microbiano, la reducción de la actividad de agua (a_w) se combina frecuentemente con conservadores químicos (por ejemplo: nitrito, sorbato, sulfito, benzoato, antimicrobianos de origen natural, etc.) y una reducción del pH (que usualmente inhibe o disminuye el crecimiento bacteriano, potencia la acción de los antimicrobianos y aumenta los valores mínimos de actividad de agua (a_w) que permiten el crecimiento bacteriano).

Otros alimentos de humedad intermedia o semihúmedos (AHI) reciben durante el proceso de elaboración un tratamiento térmico que inactiva los microorganismos sensibles al calor, mientras que el proceso de llenado en caliente en recipientes cerrados asegura aún más la estabilidad microbiológica (citado por Leistner y Gould, 2002: revista FAO).

Entre los alimentos de contenido de humedad intermedia se incluyen: las frutas secas comunes, tales como: dátiles, higos, orejones, pasas, ciruelas, albaricoques y manzanas. También se involucra a productos elaborados como bombones, marshmallows, mermeladas, gelatinas, miel, melazas y almíbares de varios sabores; productos de carnicería tales como chorizos y salchichas secas o ahumadas, tocino o, jamón del país, charqui así como

pescado seco y salado; con excepción de los dos últimos productos nombrados, todos los productos alimenticios pueden ser consumidos inmediatamente, aunque es costumbre incrementar la hidratación de muchas de las frutas secas antes de consumirlas. La leche condensada azucarada con un nivel de azúcar de alrededor del 63%, basado en su contenido de agua, también debería ser considerada como un alimento de humedad intermedia. En todos estos productos la conservación se debe en parte a la gran presión osmótica asociada a la alta concentración de solutos; en algunos de ellos un efecto conservante adicional es el producido por la sal, ácidos y otros solutos específicos.

La mayoría de los alimentos de humedad intermedia o semihumedos (AHI) se han diseñado para ser almacenados a temperatura ambiente durante varios meses, aún en climas tropicales, y para ser consumidos sin rehidratación, tienen suficiente humedad que no provocan una sensación de sequedad tal como se encuentra en los productos completamente deshidratados. Además, contienen suficiente solutos disueltos para disminuir la actividad de agua (a_w) por debajo del nivel que se requiere para permitir el crecimiento microbiano. En consecuencia, no necesitan refrigeración para prevenir su deterioro microbiano. Los productos alimenticios de contenido intermedio de humedad, ofrecen ventajas potenciales como ser utilizados en situaciones militares especiales; ellos pueden ser consumidos sin preparación. Los alimentos de contenido intermedio de humedad son plásticos y pueden ser comprimidos en barras compactas para un máximo y eficiente embalaje.

2.4 ACTIVIDAD DE AGUA (a_w)

El agua es un componente mayoritario en la mayoría de los alimentos que contribuye en forma determinante en características como textura, apariencia, sabor; además es un factor importante en el deterioro de los alimentos por el papel que desempeña en diferentes reacciones químicas y

enzimáticas así como el desarrollo microbiano (Fenema 1985). El contenido de humedad de un alimento puede ser un factor indicativo de su propensión al deterioro, sin embargo es insuficiente para indicar la perecibilidad de un alimento. Para cualquier estudio de alimentos y su conservación es importante comprender el significado de la actividad de agua (a_w) y su relación con las propiedades, estabilidad del alimento, ya que se relaciona con aspectos como la ganancia o pérdida de humedad, el crecimiento de microorganismos, cinética de reacciones deteriorativas de los nutrientes, cambios en sabor, aroma y textura, funciones fisiológicas, estabilidad y conservación en general. De una forma simple la actividad de agua puede ser considerada una medida del agua no ligada o libre de un sistema, disponible para permitir las reacciones biológicas y químicas. Agua libre es lo que encuentran y afecta a las bacterias, enzimas y reactantes químicos a nivel micro ambiental en los materiales alimenticios o puede ser descrita en su forma más simple como la relación de la presión parcial de vapor de agua del alimento (P) dividida por la presión de vapor del agua pura (P^o), ambas medidas a la misma temperatura. Su valor varía entre 0 y 1.

$$a_w = \frac{P}{P^o}$$

Cuando el agua dentro de un sistema está en equilibrio con su vapor, la humedad relativa (H.R) expresada en porcentaje, produce una simple relación con la actividad de agua:

$$a_w = \frac{H.R}{100}$$

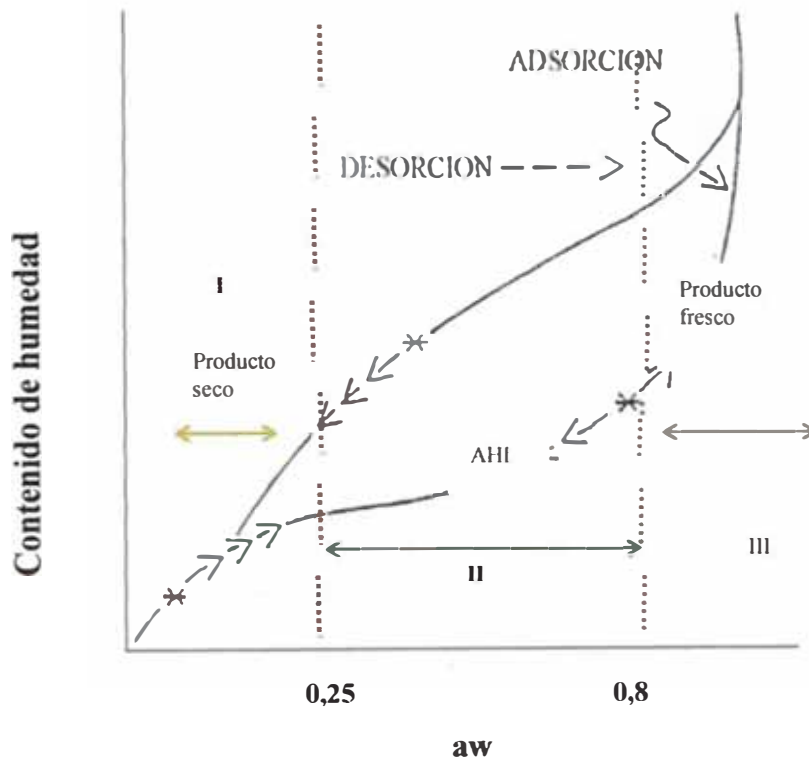
La actividad de agua está relacionada con el contenido de humedad de un alimento por medio de una isoterma de sorción. En la figura 20 se muestra la isoterma de sorción dividida en tres zonas, cada uno asociado a una

interacción diferente con los componentes no acuosos. También se observa el fenómeno de histéresis que se produce en la determinación de la isoterma. Una isoterma de adsorción se puede obtener exponiendo un material totalmente seco a atmósferas de distintas humedades relativas y midiendo el aumento de peso de la muestra debido a la adsorción de agua, de la misma forma la isoterma de desorción se obtiene cuando se expone una muestra inicialmente húmeda a las mismas humedades relativas y midiendo la pérdida de peso. La no coincidencia de las curvas se traduce por el hecho de que para un producto con el mismo contenido en agua, el equilibrio en la desorción se establece, en cada punto, a un valor de actividad de agua que equivale a una presión parcial relativa de vapor del agua más débil que el de adsorción. La razón que se da par explicar la histéresis es la condensación de agua en los poros de los tejidos.

En la interpretación del estado fisicoquímico de la molécula de agua y su interacción con el resto de los componentes del alimento, se pueden identificar varias regiones. De la figura 20; la región inicial A, actividad de agua (a_w) < 0,25 es la región de la capa única; en ella se entiende que la molécula de agua esta fuertemente ligada a sitios específicos (los grupos polares de ciertos compuestos, especialmente los grupos $-(NH)_3^+$ y COO^- de las proteínas y de los grupos OH^- de los almidones y probablemente también el agua de cristalización de las sales y azúcares) y no esta libre para participar en reacciones que requieran de una fase acuosa.

El límite entre la zona I y II se ha asociado al contenido de humedad de monocapa del alimento y representa ficticiamente la fracción de agua que interactuaría directamente con la superficie de grupos polares. La siguiente región es de la capa múltiple; en ella la molécula de agua todavía estaría ligada a sitios específicos, sin embargo, en esta región la humedad ya sería capaz de disolver solutos y de servir de medio donde pueda ocurrir el fenómeno de difusión. Estas características permiten que ocurran algunas de las reacciones que requieren de un medio acuoso, esta agua tiene propiedades diferentes a la del agua pura.

La región III de la isoterma corresponde a valores actividad de agua (a_w) mayores a aproximadamente 0,8; el contenido de humedad y por lo tanto las propiedades de solución aumentan rápidamente. Es en esta zona donde pueden desarrollarse las complejas reacciones químicas con los organismos vivos.



Fuente: Torres, (1991)

Figura 20: Curva de Adsorción y Desorción

La efectividad de la actividad de agua (a_w) considerada como una variable de control en la conservación de alimentos depende de otros factores existentes, tales como la composición, pH, presencia de antimicrobianos, la presión osmótica, así como el control de la temperatura y presión que se apliquen o se hayan aplicado previamente. Dos alimentos con el mismo contenido de agua pueden tener valores muy diferentes de actividad de agua (a_w), dependiendo del grado con el que el agua este libre o unida a los constituyentes del alimento.

En el cuadro 9 se presenta la actividad de agua (a_w) de algunos alimentos se observa que alimentos vivos por lo general tienen una alta actividad de agua (a_w), de allí que se deben aplicar técnicas apropiadas para conservarlos. La actividad de agua (a_w) establecida para las bacterias generalmente es la actividad de agua (a_w) mínima que permite su crecimiento. A valores de actividad de agua (a_w) menores del mínimo necesario para el crecimiento, todas las bacterias no mueren necesariamente y en una menor proporción pueden permanecer latentes pero infectivas.

Cuadro 9: Actividad de agua de algunos Alimentos

Alimento	a_w	Alimento	a_w
frutas Frescas	0,97	pan	0,93 – 0,96
legumbres frescas	0,97	salchichón Seco	0,93 – 0,96
Huevos	0,97	mermeladas	0,82 – 0,94
Carnes	0,97	frutas Secas	0,72 – 0,80
jugos de Frutas	0,97	miel	0,75
Quesos	0,93 – 0,96	galletas	0,10
Azúcar	0,1	cereales	0,10

Fuente: Cheftel y Cheftel (1976), mencionados por Solís (1994)

Es muy importante saber que la actividad de agua (a_w) es una característica más del alimento y que otros como pH y temperatura también deben *tenerse en cuenta para la conservación del alimento; son las interrelaciones* entre estos factores las que determinan si crecerá o no. El efecto de la actividad de agua (a_w) en el desarrollo microbiano de los alimentos de humedad intermedia es lo más importante. La actividad de agua (a_w) mínima por debajo de la cual no crecen la mayoría de bacterias importantes de los alimentos es de alrededor de 0,90 dependiendo de cada bacteria.

Algunas bacterias halófilas crecen a una actividad de agua (a_w) de hasta 0,75 y ciertas levaduras osmófilas a valores aún más bajos, pero estos microorganismos en raras ocasiones son causa importante de deterioro de los alimentos. Los mohos son más resistentes a la sequedad que la mayoría de las bacterias y crecen bien en alimentos con una actividad de agua (a_w) de alrededor de 0,80; pudiendo desarrollarse lentamente en algunos alimentos después de varios meses a temperatura ambiente inclusive a una actividad de agua (a_w) tan baja como 0,70; a valores de actividad de agua (a_w) menores de 0,65 se inhibe completamente el desarrollo de los mohos, pero una actividad de agua (a_w) tan baja generalmente no se da en la fabricación de alimentos de humedad intermedia. Este nivel correspondería en muchos alimentos a un contenido total de humedad muy por debajo del 20%; estos alimentos perderían masticabilidad y se asemejarían a productos deshidratados totalmente. La mayoría de los alimentos, para presentar una textura semihúmeda necesitan valores de actividad de agua (a_w) entre 0,70 y 0,85; estos niveles son suficientemente bajos para inhibir el deterioro bacteriano normal de los alimentos. En los casos donde la actividad de agua (a_w) no es suficientemente baja para inhibir el desarrollo de mohos a largo plazo se incluye en la formulación del alimento un antimicótico, como el sorbato de potasio, para aumentar el efecto conservante. En el cuadro 10 se muestran los valores mínimos de la actividad de agua para el crecimiento de microorganismos que tienen alguna relación con los alimentos.

Las levaduras osmófilas pueden crecer en los alimentos con valores de actividad muy bajos, mientras que la mayoría de las bacterias patógenas requieren de valores mayores para su proliferación.

El conocimiento de las propiedades de adsorción del agua en los alimentos es útil para establecer los contenidos de humedad que aseguren la estabilidad durante el almacenamiento y así poder diseñar procesos de secado que minimicen pérdidas.

Cuando la presión parcial de vapor de agua del alimento se iguala a la presión parcial del vapor del ambiente en el que se encuentra, el contenido

de humedad del producto no sufrirá más modificaciones en su cantidad, pues el producto habrá llegado a un equilibrio higroscópico.

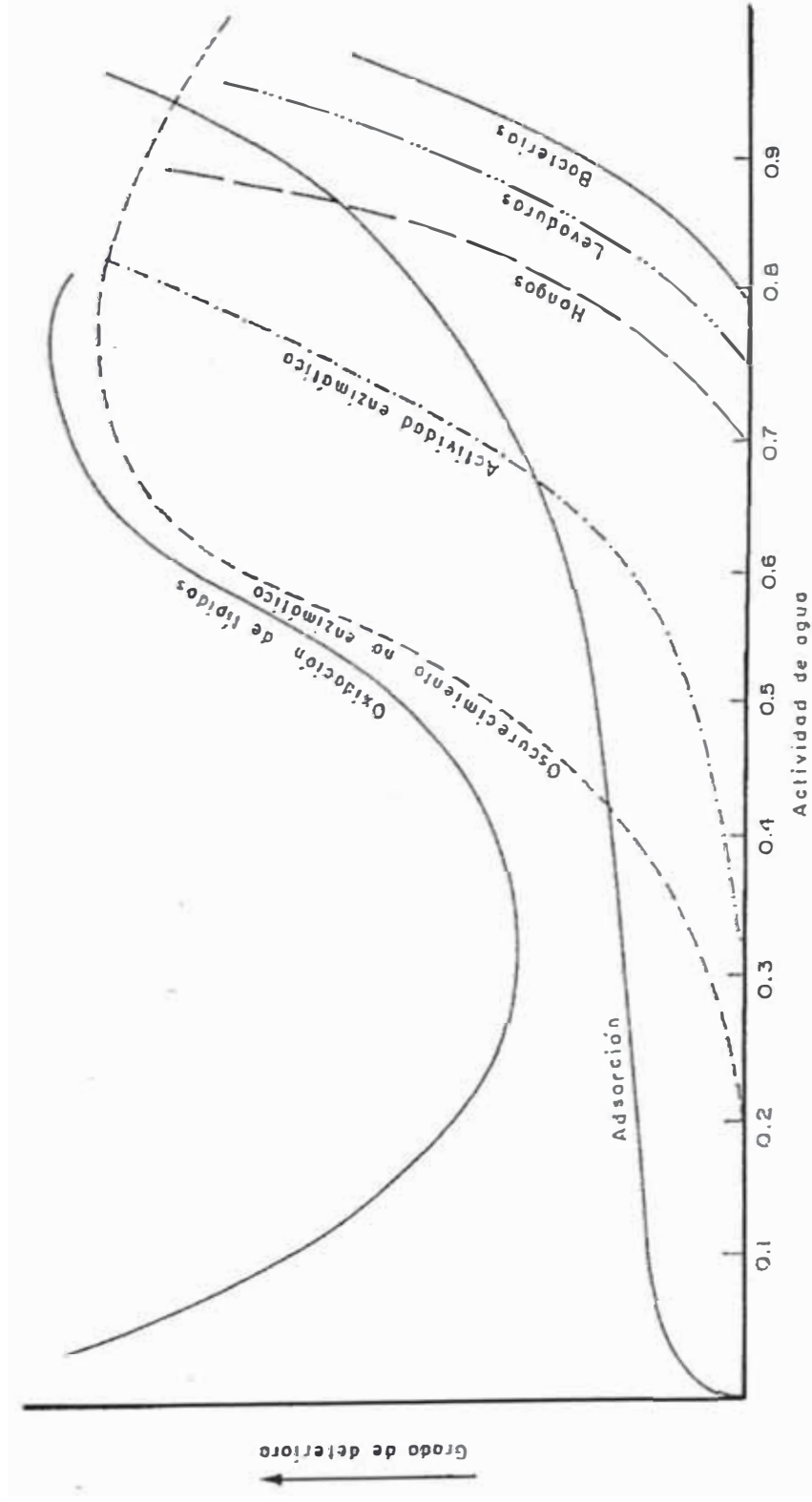
Cuadro 10: Valores de Actividad de Agua mínimos para el crecimiento de microorganismos de importancia en alimentos.

Organismo	aw mínima
Bacterias Dañinas	0,91
Levaduras Dañinas	0,88
Hongos Dañinos	0,80
Bacteria Halófila	0,75
Levadura Osmòfila	0,60
Salmonella	0,95
Cl, Botulinum	0,95
Escherichia coli	0,96
Sthapylococcus aureus	0,86
Bacillus subtilis	0,95

Fuente: Forsyth (2000) S.

Al contenido de agua que se encuentra en el alimento a estas condiciones se denomina humedad de equilibrio y a la actividad de agua (a_w) del producto, humedad relativa de equilibrio. Siendo en el equilibrio el porcentaje de humedad relativa igual a la actividad de agua (a_w); se tiene que la actividad de agua (a_w) de un alimento es un indicador de gran utilidad de su susceptibilidad a sufrir reacciones de deterioro, tales como pardeamiento no enzimático, oxidación enzimática, oxidación de lípidos y desarrollo de microorganismos, tal como se puede observar en la figura 21.

Existe una gran variedad de métodos para la determinación de la actividad acuosa, así que la selección dependerá de los costos, intervalo de actividad de agua (a_w) para medir, exactitud, rapidez del método, precisión, calibración y mantenimiento de cada equipo. La gran diversidad de técnicas



Fuente: Cheftel (1976)

Figura 21: Relación entre la Actividad de Agua y algunos Fenómenos de Deterioro

y aparatos que existen actualmente para la determinación de la actividad acuosa se pueden agrupar en cinco tipos, dependiendo del principio que utilicen para la medición.

- **Métodos isopiéticos (a presión constante) e Interpolación Gráfica:** Consiste en colocar la muestra y un material de referencia en un desecador a 25°C y dejar que lleguen al equilibrio. Entonces, se determina el contenido de humedad del material de referencia y la actividad de agua se obtiene de su isoterma de adsorción. Como la muestra está en equilibrio con el material de referencia, la actividad de agua (a_w) de ambos es la misma, (Aguilera, 1997).

Los materiales de referencia comúnmente usadas son algunas proteínas, celulosa micro cristalina y papel de filtro. En el método de Interpolación Gráfica, se alcanza el equilibrio con atmósferas de diferente humedad relativa, por ejemplo se puede utilizar ácido sulfúrico de diferentes concentraciones. Se grafica entonces la ganancia o pérdida de humedad contra la actividad de agua (a_w) que tiene cada muestra en el equilibrio (Humedad Relativa de las soluciones respectivas) y la actividad de agua (a_w) original de la muestra se estima interpolando el punto nulo en la gráfica, en el cual no ocurre cambio de peso. Una alternativa a este método consiste en utilizar soluciones saturadas de diferentes sales que proporcionan humedades relativas diferentes.

- **Higrómetro de punto de rocío:** La presión de vapor se puede determinar a partir del punto de rocío de una mezcla aire-agua, La temperatura a la cual se da el punto de rocío se determina observando la condensación que se produce en una superficie lisa (espejo). La temperatura del punto de rocío se relaciona con la presión de vapor a través de diagramas psicométricos.
- **Psicométrico de termopar:** La actividad de agua se mide en base al descenso de bulbo húmedo: se enfría un termopar en una cámara

donde se deja que una muestra llegue al equilibrio, y el agua se condensa en el termopar, cuando se encuentre húmedo, se permite que se evapore el agua, provocando un descenso de temperatura; esta variación está relacionada con la velocidad de evaporación de agua de la superficie del termómetro que es función de la humedad relativa en equilibrio con la muestra.

- **Higrómetros eléctrico y de cabello:** La mayoría de los higrómetros son alambres eléctricos recubiertos con una sal higroscópica o un gel de poliestireno sulfonado en los que el recubrimiento absorbe humedad de la mezcla y provoca cambios en su conductancia o capacitancia. La principal desventaja de este tipo de instrumento es la tendencia de la sal higroscópica a contaminarse con compuestos polares, lo que origina lecturas de la actividad de agua más bajas o erróneas. El higrómetro de cabello se basa en el estiramiento de una fibra cuando se le expone a una alta actividad de agua, es menos sensible.

2.5 ESTABILIDAD MICROBIOLÓGICA

La estabilidad microbiológica de los alimentos mediante la reducción de la actividad de agua (a_w) que ocasiona la interrupción de un proceso vital esencial para el crecimiento microbiano o germinación de esporas, se mediatiza por una depresión de la disponibilidad del agua o a_w en los alimentos. Cada microorganismo posee un rango de valores de actividad de agua (a_w) para su crecimiento. Una reducción por debajo del valor máximo ocasiona que las esporas al germinar alarguen su fase, disminuyendo la velocidad de crecimiento. Los efectos de la actividad de agua (a_w) en el crecimiento microbiano esta influenciado por otros factores que afectan el crecimiento, tales como: la temperatura, nutrientes, componentes del medio, pH y el abastecimiento de oxígeno.

2.5.1 MICROFLORA DE LAS FRUTAS DESECADAS.

Para Muller (1991) las frutas y verduras son muy ricas en agua, que ofrecen a los microorganismos excelentes condiciones de desarrollo, por lo que se alteran pronto sino se someten a desecación o a otros métodos de conservación. Atendiendo a su contenido de acidez, las frutas se prestan mejor a desecación que las verduras, lo que si deben estar sanas y en estado de madurez apropiado que, una vez lavadas, se preparan en formas distintas.

En las regiones sometidas a radiaciones solares fuertes, las frutas pueden secarse sometiéndolas directamente a la acción solar en capas delgadas, así se desecan: albaricoques, higos, dátiles y melocotones.

La desecación artificial se lleva a cabo en túneles de desecación a temperaturas de alrededor de 65°C; temperaturas mayores dan productos finales de color oscuro al caramelizarse el azúcar de la fruta. La desecación se completa en unas 6 – 8 horas, Las frutas desecadas generalmente tienen un contenido acuoso de 18 al 25%. El volumen de estas frutas reduce a la mitad aproximadamente al de las frutas frescas; por otra parte, las frutas desecadas permiten la formación de bloques, lo que supone una gran ventaja para el almacenamiento y transporte.

La microflora presente en las frutas desecadas, depende de materia con la que se elaboran, del tipo de fruta y de la técnica de desecación seguida. En general la carga microbiana original de la fruta disminuye como consecuencia de las operaciones de selección, lavado y escaldado por vapor y lejía. También se reduce mucho como consecuencia del tratamiento térmico desecante aplicado; en la desecación al sol, la radiación UV actúa disminuyendo el número de gérmenes. Sin embargo, las frutas desecadas no son estériles, sino que poseen varios cientos a muchos millares de microorganismos viables

por gramo. Las mayores cargas microbianas se dan en las frutas que se sometieron a desecación después de un lavado defectuoso, por ejemplo con poca agua y por los utensilios que se usan. La posibilidad del desarrollo microbiano es mayor en la piel golpeada y en las superficies de corte de las frutas, como consecuencia del acumulo del zumo que fluye de la zona herida. Acortando el tiempo de las diferentes fases del proceso desecante y tratando la fruta con dióxido de azufre o con otros medios que destruyan los microbios, se contribuye a mejorar la calidad del producto final. Bajo la acción del calor, durante los procesos de deshidratación, se inactivan la mayoría de las levaduras y formas bacterianas vegetativas de la fruta, pero las esporas fúngicas y bacterianas permanecen viables; no obstante, estas formas de resistencia microbiana normalmente no causan daño a las frutas secas.

2.5.2 ALTERACIONES MICROBIANAS DE LAS FRUTAS SECAS.

La alteración microbiana de los alimentos, solo tiene lugar cuando se cumplen todas las condiciones necesarias para el normal desarrollo metabólico microbiano, entre ellas una cantidad suficiente de agua. Se debe tener presente que para el metabolismo microbiano es menos importante el contenido absoluto de agua que la cantidad de agua disponible que depende de la presión osmótica y de la actividad de agua (a_w). Puesto que el aumento de los dos últimos factores depende, además de la temperatura, del número de partículas disueltas por unidad de volumen, en la desecación de la fruta, juegan un papel importante como método de conservación, el contenido azucarado; debido precisamente a la gran concentración de azúcar en las frutas secas, se conservan mejor que las verduras. Durante el almacenamiento de las frutas secas, como consecuencia de las bajas temperaturas y de la escasa humedad del aire, disminuye el contenido

microbiano viable, sobre todo al principio. Esto tiene como consecuencia un enriquecimiento relativo de las frutas desecadas en aquellas especies microbianas adaptadas a la desecación; entre ellas deben citarse, además de esporas bacterianas y fúngicas, numerosas especies de cocos. Durante el envasado pueden tener lugar diversos tipos de contaminación microbiana (Muller, 1991). Las alteraciones microbianas en frutas desecadas son raras y solo se presentan cuando el contenido acuoso, que oscila entre 18 a 25%, aumenta como consecuencia de una desecación, envasado o almacenamiento deficientes. En las frutas secas siempre hay bacterias, pero no producen alteraciones debido a la escasez de agua disponible y a su contenido de acidez. En ocasiones, solo debido al bajo contenido de agua, las frutas frescas son atacadas por levaduras originándose acidez y sabor amargo. Las levaduras que atacan a las frutas son generalmente: *Saccharomyces rouxii*, *Z. barkeri*. Además de las levaduras osmofílicas, cuyo número es bastante limitado, las frutas deshidratadas pueden ser atacadas por hongos osmófilos, entre los que se encuentran los productores de podredumbre en ciruelas secas, como *Aspergillus glaucus*, A, Níger, *Xeromyces bisporus*, algunas especies de *penicillium* y *Chrysosporium sp.*

La pasteurización y el tratamiento sulfuroso favorecen la conservación de las frutas desecadas; el azufre no solo actúa inactivando a los microorganismos sino que evita la decoloración de la fruta; además protege a la fruta del ataque de los insectos. Las frutas desecadas con un contenido de humedad que oscila entre 30 a 40% (ciruelas, pasas, higos, etc.), de reciente elaboración en algunos países, muy adecuadas para su consumo directo inmediato, requieren medidas de conservación adicionales, por ejemplo, envasado en caliente en tarros de plástico seguido de pasteurización o de adición del ácido ascórbico. Para almacenar frutas desecadas a temperaturas y humedades altas, como las que abundan en países tropicales, deben elaborarse y

envasarse al vacío, con ello el contenido hídrico de la fruta se reduce entre el 3 al 5% y la utilización de envases impermeables al vapor de agua evita que aquel aumente.

2.6 RELACIÓN ENTRE PROPIEDADES DEL ALIMENTO Y EL PROCESO DE DESHIDRATACIÓN.

Los factores físicos que afectan a la transferencia de calor y de masa como temperatura, humedad, velocidad del aire, área de superficie, etc.; son relativamente fáciles de optimizar y controlar y por lo general determinan el diseño del desecador. Sin embargo, las propiedades de los productos alimenticios pueden variar durante la deshidratación y afectar a las velocidades de desecación y a la calidad del producto final.

2.6.1 CONCENTRACIÓN DE SOLUTOS.

Los solutos en solución elevan el punto de ebullición de los sistemas acuosos. Esto mismo ocurre en los procesos de deshidratación de alimentos. Los alimentos ricos en azúcar u otros solutos de baja masa molecular se desecan más lentamente que los alimentos pobres en solutos. Además, según progresa la desecación, la concentración de solutos se hace mayor en el agua restante. Este es otro factor que disminuye la velocidad de secado y contribuye al periodo de velocidad decreciente en las curvas de secado de muchos alimentos.

2.6.2 ENCOGIMIENTO Y ENDURECIMIENTO DE LA SUPERFICIE.

Incluso las células muertas retienen distintos grados de elasticidad y se alargan o encogen al someterlas a una fuerza. Si la fuerza es excesiva, se supera el límite de elasticidad celular y no retornan a su forma

original cuando aquella cesa. El encogimiento es uno de los cambios más obvios durante la deshidratación de alimentos celulares y no celulares. Si se elimina uniformemente la humedad de toda la masa de un material perfectamente elástico en estado turgente, el material se encoge de forma lineal y uniforme. Este encogimiento uniforme raramente se ve en los productos alimenticios deshidratados, ya que sus piezas generalmente no tienen una elasticidad perfecta y durante la desecación el agua no se elimina uniformemente de todas las porciones de la pieza. Los distintos productos alimenticios presentan diferentes tipos de encogimiento en el curso de la deshidratación. Frecuentemente en la deshidratación rápida a altas temperaturas la superficie del alimento aparece seca y rígida mucho antes de que el centro se haya desecado. Después, cuando el centro se seca y se encoge, tira de las capas superficiales rígidas causando grietas, huecos y un aspecto de panal en el interior. Las diferencias en el tipo de encogimiento pueden afectar a la densidad del producto desecado, esto es, al peso por unidad de volumen. Los productos desecados rápidamente tienen una superficie rígida, menos cóncava y más encogimiento y huecos de aire internos. Los productos desecados lentamente son más cóncavos y densos.

Una condición especial relacionada con el encogimiento y el cierre de la superficie de una pieza de alimento se conoce como endurecimiento de la superficie. Ocurre cuando la temperatura de la superficie es muy alta y la desecación de la pieza desequilibrada, de modo que se forma rápidamente una costra seca, antes de que la mayor parte de la humedad interna haya podido migrar a la superficie. Esta costra, relativamente impermeable, retiene gran parte del agua restante dentro de la pieza y disminuye mucho la velocidad de desecación. El endurecimiento de la superficie es muy corriente en alimentos que contienen azúcares disueltos y otros solutos a concentración alta. Esto se puede explicar por las distintas maneras en que el agua puede

liberarse de un producto durante la deshidratación. Parte del agua pasa por las paredes y membranas celulares de los alimentos celulares por difusión molecular. Si las membranas son muy selectivas frente a los solutos, el agua dejara detrás de si sustancias disueltas. El agua también puede calentarse hasta vaporizarse dentro de una pieza de alimento y liberarse como moléculas de vapor de agua libres de solutos. Pero las piezas y purés de alimento al desecarse también contienen huecos, fisuras y poros de varios diámetros, llegando hasta el de capilares muy pequeños. El agua asciende por estos poros y capilares, muchos de los cuales alcanzan la superficie del alimento. El agua capilar lleva azúcares, sales y otras sustancias en solución hasta la superficie de las piezas de alimento durante su deshidratación.

Una vez en la superficie, el agua se evapora y los solutos se depositan. Esto es lo que forma un exudado pegajoso y azucarado en la superficie de algunas frutas en las primeras etapas de la desecación. Este exudado puede cerrar los poros y fisuras de la superficie, que también se encoge durante la deshidratación. Los efectos combinados de la contracción y el cierre de los poros por los solutos contribuyen al endurecimiento de la superficie. Si el endurecimiento de la superficie es un problema, normalmente puede minimizarse con temperaturas de superficie más bajas que fomentan una desecación más progresiva en toda la pieza del alimento.

2.6.3 POROSIDAD DEL ALIMENTO.

Muchas de las técnicas de desecación y los tratamientos a que se someten los alimentos antes de la deshidratación persiguen que su estructura sea más porosa para facilitar la transferencia de masa y así aumentar la velocidad de desecación. Pero en algunos casos, aunque las velocidades de transferencia de masa potenciales estén aumentadas al hinchar o abrir la estructura del alimento a desecar, la velocidad de

deshidratación no aumenta. Las estructuras porosas y esponjosas son excelentes aislantes y reducen la velocidad de transferencia de calor en el alimento. El resultado neto depende de que el cambio de porosidad ejerza mayor efecto en la velocidad de transferencia de masa o en la de calor en el producto alimenticio y en el sistema de desecación de que se trate. La porosidad se puede fomentar creando presión de vapor dentro del producto durante su desecación. El vapor que se libera esponja el producto. La porosidad se puede desarrollar en un desecador de vacío mediante la salida rápida del vapor de agua al vacío y por otros medios. Las ventajas de un producto poroso son su rápida solubilidad o reconstitución y su mayor volumen aparente. En cuanto a sus inconvenientes, el tener mayor tamaño ocasiona generalmente una menor estabilidad durante su almacenamiento debido a que es mayor su superficie expuesta al aire, a la luz, etc.

2.6.4 CAMBIOS QUÍMICOS.

Durante la deshidratación de los alimentos, además de los cambios físicos ya descritos, tienen lugar una gran variedad de cambios químicos que contribuyen a la calidad final, tanto de los productos desecados como de sus correspondientes reconstituidos, en lo que se refiere a color, flavor, textura, viscosidad, velocidad, velocidad de reconstitución, valor nutritivo y estabilidad durante el almacenamiento. Estos cambios a menudo son característicos del producto, pero hay algunos tipos principales que ocurren prácticamente en todos los alimentos sometidos a deshidratación. El alcance de estos cambios depende de la composición del alimento y de la intensidad del método de desecación.

Sino se inactivan las enzimas oxidativas, las oxidaciones enzimáticas de los polifenoles y otros compuestos susceptibles dan lugar a reacciones de pardeamiento. Si el calor es excesivo, se produce otro

tipo común de pardeamiento, la caramelización de los azúcares y el socarrado de otros compuestos. En la deshidratación de alimentos son muy importantes los productos de la reacción de Maillard o pardeamiento no enzimático que consiste en la reacción de los aldehídos de los azúcares con los grupos amino de las proteínas.

El pardeamiento de Maillard, igual que otras reacciones químicas, está favorecido por las temperaturas altas y por la alta concentración de grupos reactivos en presencia de agua. En el curso de la deshidratación los grupos reactivos se concentran. En general cuando más rápidamente se produce el pardeamiento de Maillard durante la desecación es cuando el contenido de humedad desciende aproximadamente al 20 – 15%. Al seguir descendiendo el contenido de humedad la velocidad del pardeamiento de Maillard disminuye por lo que en los productos desecados, con una humedad menor del 2%, el cambio de color debido a este tipo de pardeamiento apenas es perceptible incluso después de un almacenamiento prolongado. Los sistemas de desecación o programas de calentamiento están diseñados generalmente para que la deshidratación sea muy rápida en el rango de humedad del 20 – 15% para minimizar así el tiempo de pardeamiento de Maillard en estas condiciones óptimas.

Otra consecuencia frecuente de la deshidratación es una cierta pérdida de la facilidad de rehidratación. En parte se debe al encogimiento físico y a la distorsión de las células y capilares, pero en gran parte es consecuencia también de cambios químicos y fisicoquímicos a nivel coloidal. Los azúcares y sales saliendo de las células dañadas pasan al agua de reconstitución de los alimentos deshidratados dando lugar a pérdida de turgencia. Estos y otros cambios químicos hacen que el agua reabsorbida por los productos desecados sea algo menor que su contenido acuoso original contribuyendo a la alteración de la textura.

CAPITULO III

DESARROLLO EXPERIMENTAL

3.1 VARIABLES DE CONTROL

En el proceso de obtención de orejones las variables que se controlan son:

- **Concentración de la solución osmótica:** Es una de las variables más importantes, porque dependerá de ésta el tiempo de inmersión de la fruta en el jarabe y los niveles de deshidratación.
- **Tratamiento térmico previo (aplicación de microondas, baño maría y refrigeración):** Esta operación es una alternativa empleada para evitar el pardeamiento no enzimático y reducir la carga microbiana. Consiste en aplicar radiación a la fruta, para evitar la oxidación de los compuestos fenólicos siendo la polifenoloxidasas la enzima responsable del pardeamiento en el melocotón.
- **Nivel de acidulantes:** El pH es uno de los factores más importantes de estrés en las frutas de humedad intermedia, ya que determina el tipo de organismo que puede proliferar. La elección de un acidulante depende principalmente del tipo de fruta, costo, balance azúcar/acidez, etc. Los ácidos más utilizados para ajustar la acidez de las frutas conservadas por métodos combinados son el cítrico y el fosfórico, debido a su bajo precio y a su compatibilidad sensorial (Argaiz *et al.*, 1995: Según Revista FAO). En este estudio el ácido cítrico porque además también previene el pardeamiento no enzimático.
- **Relación del sistema fruta-jarabe:** A menor relación fruta jarabe la posibilidad de disminuir la velocidad de deshidratación es mayor.

3.2 PARAMETROS A MEDIR.

Los parámetros a medir en el proceso de obtención de orejones son:

- **Niveles de azúcares (°Brix):** La concentración en sólidos solubles se expresa en °Brix, que es la densidad que tiene, a 20°C una solución de sacarosa al 1% y esta concentración también corresponde a un determinado índice de refracción. Una escala refractométrica en °Brix corresponde a los Índice de Refracción de soluciones de 1, 2, ó 3g de sacarosa por 100 g de solución.
- **Pérdida de humedad:** La pérdida de agua varía en función del tiempo, la temperatura y la concentración inicial; pero se puede asumir que bajo condiciones de temperatura constante la pérdida de agua sólo estaría en función del tiempo.
- **Actividad de agua (a_w):** Medida indirecta del agua que está disponible en un producto para participar en diferentes reacciones deteriorativas y en el crecimiento microbiano. Se mide cuando se obtiene el orejón como producto terminado.

3.3 DESCRIPCIÓN DEL PROCESO.

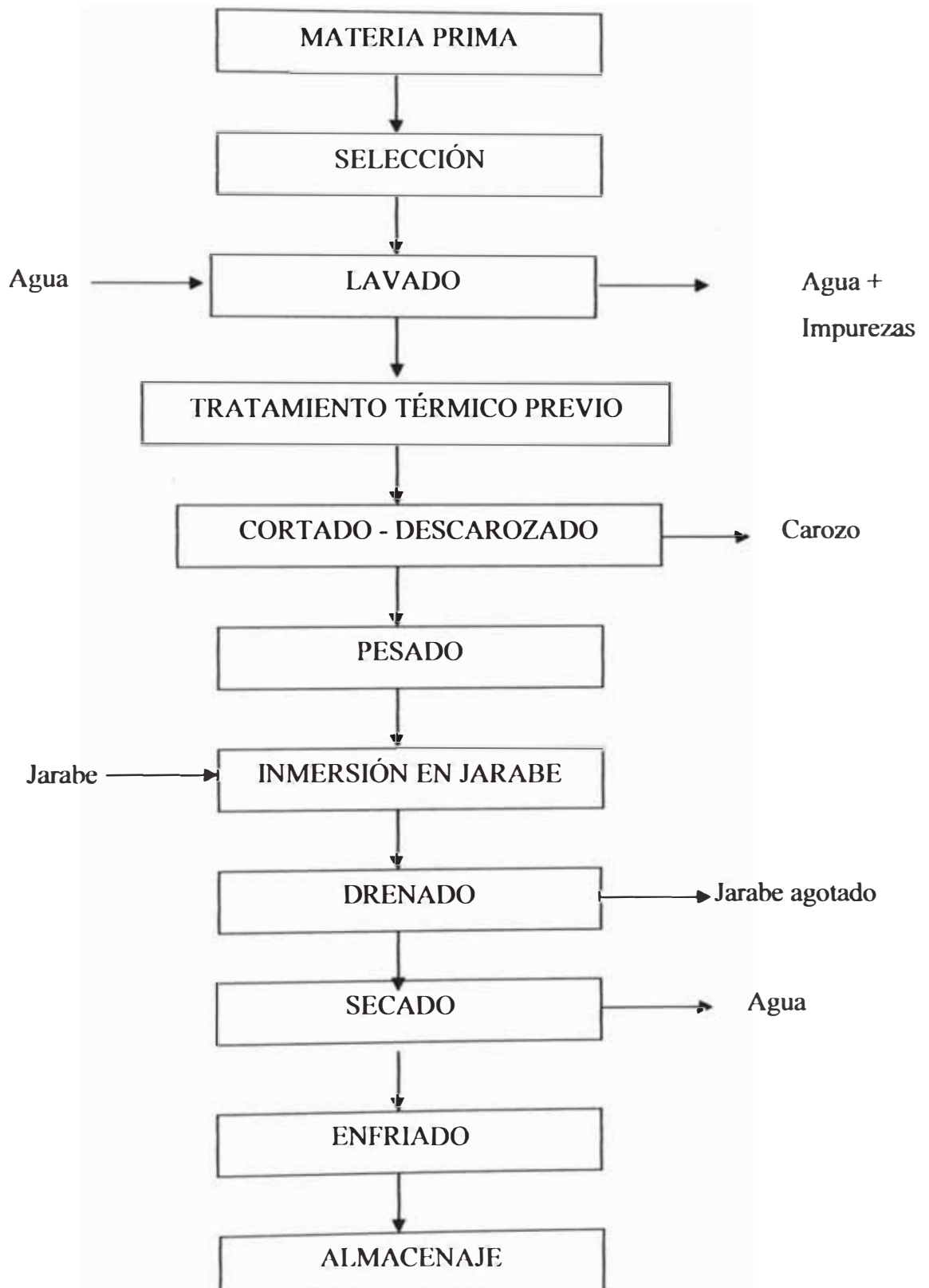
En la figura 22 se muestra el flujo de operaciones para obtener orejones por osmosis y secado.

3.3.1 CARACTERIZACION DE LA MATERIA PRIMA

A) Selección

Se utiliza durazno variedad blanquillo comprada en el mercado de Caquetá, distrito de San Martín de Porres-Lima. Esta fruta proviene de la comunidad campesina San Agustín Huayopampa;

Figura 22: Diagrama de Flujo de Operaciones para la Obtención de Orejones por ósmosis y secado.



provincia de Huaral, departamento de Lima, pionera en el cultivo de los frutales, especialmente el melocotón blanquillo, por tal motivo se la conoce como la "**Capital de los Blanquillos**" (véase figura 23).



Figura 23: Comunidad campesina San Agustín Huayopampa.

Se adquiere fruta de un tamaño promedio de 5 cm, que equivale a una fruta de tercera categoría. Es importante que las frutas para este proceso estén en el estado de madurez apropiado (para que permita su manipuleo y transporte) esto es, cuando el producto está firme y maduro (pulpa succulenta y carnosas) pero no tan maduro para que permita su manipulación sin dificultad eliminando aquellos frutos deteriorados y picados por insectos. Los productos muy maduros o en proceso de decadencia se descartan ya que durante el tratamiento térmico (con microondas y baño maría) sufrirá pardeamiento. (ver figura 24).

Para evaluar el nivel de maduración que debe tener el durazno (materia prima) a procesar y obtener las mejores cualidades del

orejón, el nivel de maduración se clasifica en tres niveles según la apariencia física como color y textura (ver figura 25).

- **Verde:** Poseen un color externo verde con rastros de amarillo. Si se presiona con el dedo pulgar es duro.
- **Intermedio:** El color de la fruta es amarillo en 75% con ciertos tonos de verde.
- **Maduro:** El 100% es de color amarillo claro uniforme o crema, cede a una suave presión que no compromete su manipulación.

A esta clasificación se mide los indicadores fisicoquímicos de madurez como son:



Figura 24: Durazno deteriorado **Figura 25: Selección de durazno**

- **Niveles de acidez:**

La mayoría de las frutas son particularmente ricas en ácidos orgánicos que están usualmente disueltos en la vacuola de la célula, ya sea en forma libre o combinada como sales, esterres, glucósidos, etc. La acidez libre (acidez titulable) representa a los ácidos orgánicos presentes que se encuentran libres y se mide neutralizando los jugos o extractos de frutas con una base fuerte, el pH aumenta

durante la neutralización y la acidez titulable se calcula a partir de la cantidad de base necesaria para alcanzar el pH del punto final de la prueba; en la práctica se toma como punto final un $\text{pH} = 8,5$ usando fenolftaleína como indicador (véase figura 26). Bajo estas condiciones, los ácidos orgánicos libres y sólo una parte del ácido fosfórico y fenoles están involucrados en el resultado final. Para reportar la acidez, se considera el ácido orgánico más abundante del producto vegetal, el cual varía dependiendo de la especie de que se trate, por lo que el resultado se expresa en términos de la cantidad del ácido dominante.



Figura 26: Determinación de nivel de acidez

- **Niveles de azúcar**

Las frutas y hortalizas contienen otros sólidos solubles diferentes de la sacarosa, esto es, otros tipos de azúcares y también ácidos orgánicos, por lo que es más frecuente determinar el contenido total de éstos en porcentaje, empleando el refractómetro (véase la figura 27).

Frecuentemente se considera al ° Brix como equivalente de los sólidos solubles totales (SST) porque el mayor

contenido de sólidos solubles en el jugo de las frutas son azúcares. Sin embargo, es más preciso realizar las correcciones pertinentes a las lecturas registradas para obtener datos reales en términos de sólidos solubles totales (SST). También deben hacerse correcciones por la temperatura a la cual se realice la determinación. A una temperatura de 20 ° C, el °Brix es equivalente al porcentaje de peso de la sacarosa contenida en una solución acuosa. Si a 20° C, una solución tiene 60 °Brix, esto significa que la solución contiene 60% de sacarosa.



Figura 27: Determinación de nivel de azúcar.

En el cuadro 11 se indican los resultados obtenidos de los controles fisicoquímicos del durazno y en el Apéndice N°1 se muestra la metodología utilizada.

Se observa que a medida que la fruta madura; los sólidos solubles totales expresados en °Brix aumentan y los ácidos disueltos disminuyen.

El contenido del ácido cítrico (acidez titulable), decrece en la medida que el fruto se desarrolla, debido a que los ácidos

orgánicos presentes se van transformando en otras sustancias (azúcares) durante el proceso de respiración.

Cuadro 11: Controles Físicoquímicos del Durazno en diferentes estados de Madurez.

Grupo	Nivel de azúcar (°Brix)	Acidez (expresado en % Ac. cítrico)
Verde	8	0,52
intermedio	12	0,42
Maduro	14	0,33

B) Lavado

Se lleva a cabo en forma manual con chorro de agua potable.

El lavado es necesario para separar tierra, materiales extraños de la fruta y reducir la carga bacteriana que está presente en forma natural en los alimentos; no debe olvidarse que el *C.botulinum* es una bacteria del suelo la cual puede ser dañina para nuestra salud.

C) Tratamiento térmico previo (aplicación de microondas y baño maría).

Se coloca la fruta en el interior del microondas con una potencia de 450watts (ver figura 28).

Se hace evaluación a varios tiempos para identificar el tiempo máximo de tratamiento y en que la muestra no sufre pardeamiento (externa e interna).

Seguidamente se utiliza baño maría en el que se coloca la fruta a una temperatura promedio de 60 °C durante 5 minutos (se realiza el tratamiento dos veces), enseguida se enfría por refrigeración durante 1 hora (a temperatura de 5 °C).

El tiempo de tratamiento en microondas para cada grupo de fruta se observa en el cuadro 12.



Figura 28: Fruta en Microondas

Cuadro 12: Niveles de madurez vs. Tiempo de tratamiento

Nivel de madurez	Tiempo máximo de exposición (segundos)
Verde	20,0
Intermedio	15,0
Maduro	10,0

D) Cortado y descarozado

El cortado y descarozado se realiza generalmente en forma manual con cuchillo de acero inoxidable, en función a la forma y el tamaño que se desee deshidratar, los cortes son longitudinales al diámetro mayor de la fruta (ver figura 29). Para contribuir a la calidad del producto final, se debe obtener uniformidad de tamaño de los trozos.

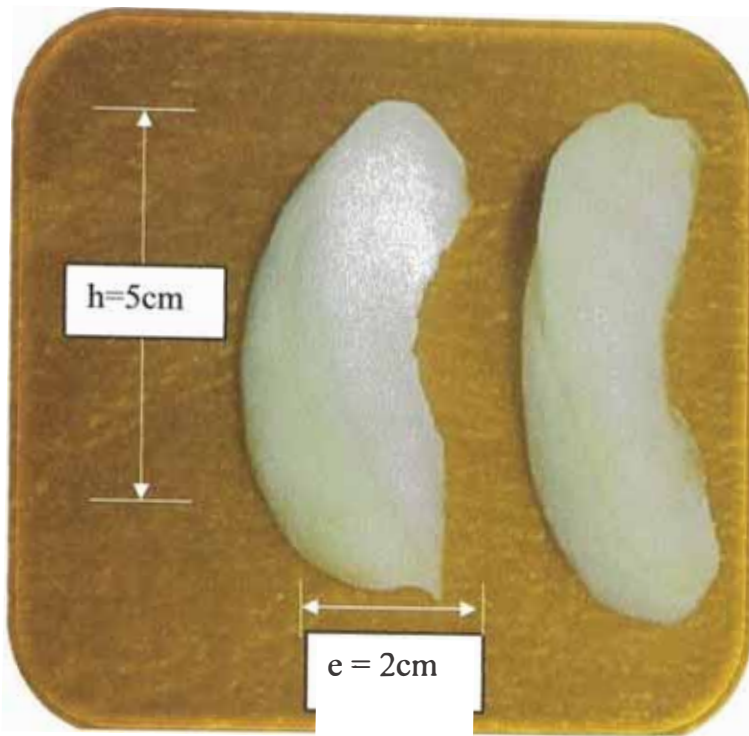


Figura 29: Corte longitudinal al diámetro mayor de la fruta: lonjas.

3.3.2 DESHIDRATACIÓN OSMÓTICA

La solución hipertónica se prepara disolviendo sacarosa de grado alimentario en agua destilada a una concentración de 60 °Brix a temperatura ambiente. Este soluto tiene amplio uso en el proceso de deshidratación osmótica por su alta masa molar respecto a otros azúcares, lo que reduce la ganancia de sólidos y por lo tanto disminuye el cambio de sabor.

Para evitar el pardeamiento no enzimático se utiliza ácido cítrico en diferentes concentraciones: 0,5%; 1,0% y 1,5%. La deshidratación osmótica se inicia al colocar melocotón cortado; con tratamiento térmico previo; en frascos de vidrio que contienen un volumen determinado de solución osmótica (ver figura 30). Estudios revisados (véase en 2.1 Fundamentos teóricos) mencionan que más de 50% de



Figura 30: Deshidratador Osmótico

la pérdida de agua se efectúa durante la primera hora del proceso. Por consiguiente se elige un tiempo de tratamiento de 8 horas y así limitar la absorción del soluto.

Se hace diseño de experimentos para evaluar:

1.- Niveles de concentración de solución osmótica (jarabe).

Se prepara 4 ensayos simultáneos con una relación fruta / jarabe 1:3 (1g de fruta: 3g de solución osmótica) para lo cual se pesa 17 g de fruta y se añade 50 g de solución de 40 °Brix, 50 °Brix ó 60 °Brix según sea el caso. Cada dos horas se descarga y se mide el descenso de nivel de azúcar por lectura directa del índice de refracción en las soluciones agotadas. Los resultados se muestran en los cuadros 13 y 14.

Cuadro 13: Lectura de niveles de azúcar para diferentes concentraciones de jarabe y una misma relación fruta-jarabe 1:3.

Tiempo (horas)	Nivel de azúcar (°Brix)		
0	40,0	50,0	60,0
2	38,0	47,5	57,8
4	37,5	47,0	56,2
6	36,7	46,0	55,2
8	36,0	45,0	54,2

Se observa que la muestra que destaca es la de concentración inicial de 60 °Brix, la cual alcanza mayor disminución de niveles de azúcar (5,8 °Brix), a diferencia de los otros tratamientos que solo disminuyen 5° y 4 °Brix respectivamente, esto se debe porque al mantener una alta diferencia de concentraciones en ambos lados

de la membrana semipermeable de la fruta se favorece un flujo de agua a través de la membrana en busca del equilibrio.

En la figura 31 se muestra que la tendencia de todas las muestras es una disminución en la concentración del jarabe principalmente en las 2 primeras horas luego de las cuales la reducción es en menor proporción. Este proceso termina después de 8 horas; es decir cuando el nivel de azúcar en el jarabe (°Brix) se mantiene constante o el proceso se hace demasiado lento.

Por lo mencionado anteriormente, se elige el de 60 °Brix como agente osmótico para el presente estudio.

Cuadro 14: Variación de niveles de azúcar para diferentes Concentraciones de jarabe y a una misma Relación fruta-jarabe 1:3.

Tiempo (horas)	Nivel de azúcar inicial (°Brix)	Nivel de azúcar final (°Brix)	Variación de azúcares (°Brix)
8,0	40,0	36,0	4,0
8,0	50,0	45,0	5,0
8,0	60,0	54,2	5,8

2.- Relación masa de fruta / masa de solución osmótica.

Para el estudio se fija 60 °Brix de solución osmótica, ocho horas de tratamiento y se formulan dos ensayos: el primero con 14 g de fruta y con 50g de jarabe (relación 1:3) y, el segundo con 20 g de fruta y 100 g de jarabe (relación 1:5). Se registra la tendencia de disminución de °Brix, tomando muestras cada dos horas.

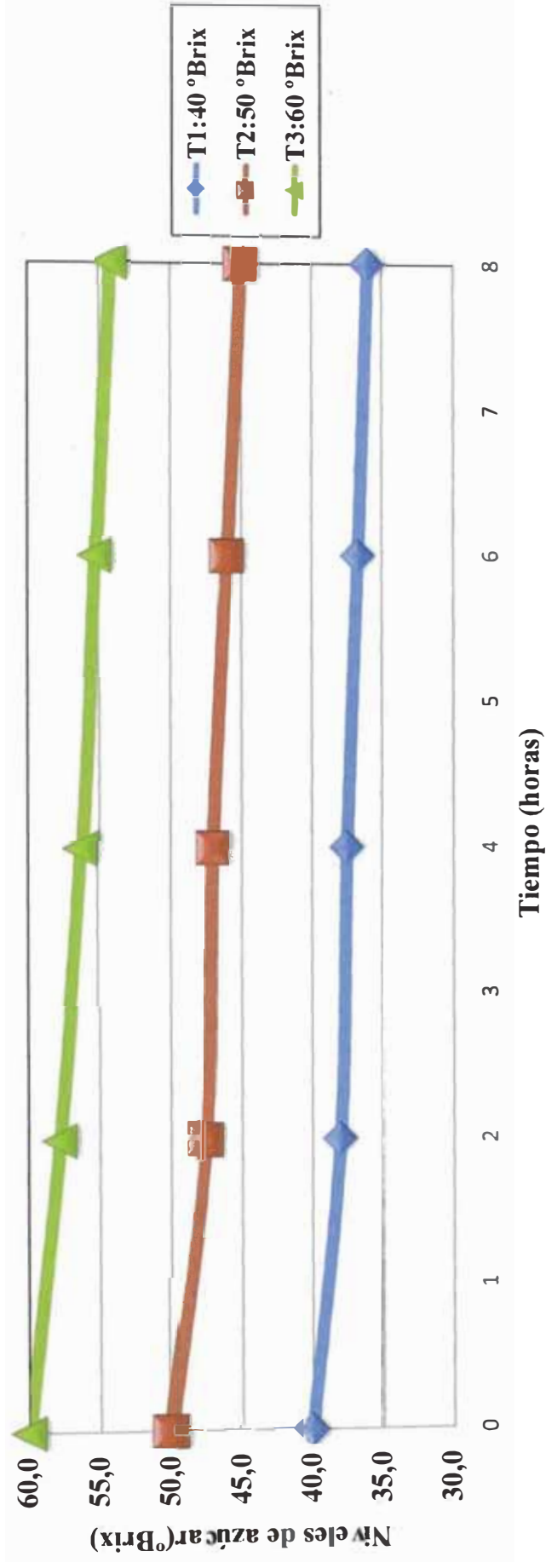


Figura 31: Variación de niveles de azúcar durante Deshidratación Osmótica a diferentes concentraciones de jarabe.

En el cuadro 15 se reporta que en las primeras horas de inmersión el descenso de niveles de azúcar ($^{\circ}$ Brix) es significativa, además que en el tratamiento relación masa de fruta / volumen de la solución osmótica (1:3), la disminución de $^{\circ}$ Brix es mayor (véase figura 32).

Cuadro 15: Variación de niveles de azúcar durante Deshidratación Osmótica para diferentes relaciones fruta-jarabe.

Tiempo (horas)	$^{\circ}$ Brix	
	Relación fruta:jarabe (1:3)	Relación fruta:jarabe (1:5)
0	60,0	60,0
2	57,8	58,4
4	56,2	57,4
6	55,2	57,0
8	54,2	56,6
Δ° Brix	5,8	3,4

En relación al agua removida (ver el cálculo en el Anexo N° 8) se encuentra que es mayor en el tratamiento de relación fruta/ jarabe 1:3 por lo que es elegido para los posteriores estudios. Además, la azúcar necesaria es mayor en el segundo caso por lo que su uso sería una desventaja. En el cuadro 16 se muestra las diferencias mencionadas entre ambos ensayos.

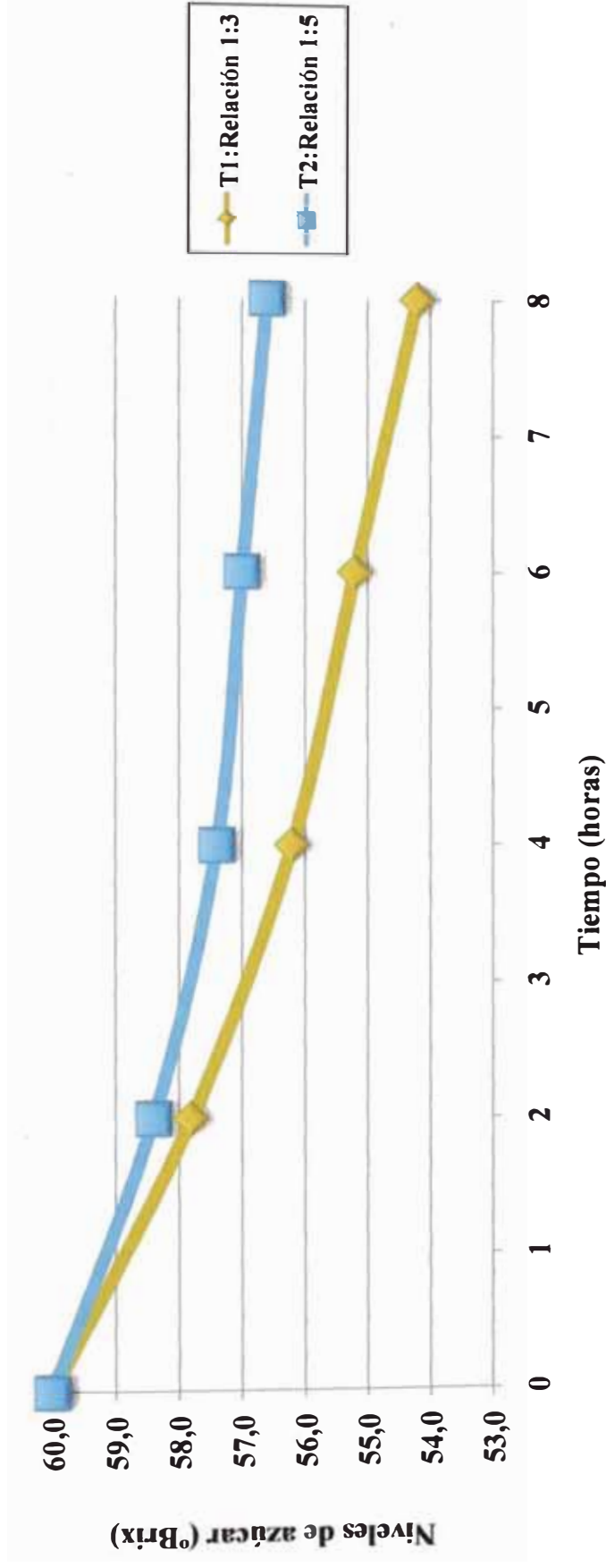


Figura 32: Variación de niveles de azúcar durante la Deshidratación Osmótica para diferentes casos de relación masa de fruta / volumen de jarabe.

Cuadro 16: Diferencias encontradas en ambos tratamientos

Diferencias	Relación masa fruta / masa de jarabe	
	1/3	1/5
Masa de azúcar utilizada (g)	30,00	60,00
Δ °Brix	5,80	3,40
Masa de agua removida (g)	$\frac{5,35 \text{ g agua}}{14 \text{ g fruta}} = 0,382$	$\frac{6 \text{ g agua}}{20 \text{ g fruta}} = 0,30$

3.-Tratamientos sucesivos: Deshidratación cruzada con soluciones frescas.

Para determinar cuantas veces se puede utilizar la misma fruta en jarabes frescos se realiza el esquema de tratamiento que se muestra en la figura 33. Se inicia con 20g de fruta y 60g de jarabe de 60 °Brix, luego de ocho horas se retira la fruta y se coloca en un segundo deshidratador que contiene 60 g de jarabe de 60 °Brix, al término de ocho horas retira la fruta y se coloca en el tercer deshidratador que contiene 60g de jarabe de 60 °Brix. De los resultados (véase el cuadro 17 y la figura 34) se observa que durante la primera deshidratación, la variación de °Brix es mayor (6 °Brix). Además, que luego de dos tratamientos consecutivos no se puede hacer un tercero ya que no se ve el efecto de la deshidratación osmótica, por lo que el reactivo limitante del proceso es el agua del material biológico. También el agua removida en el primer tratamiento es mayor lo cual es una ventaja si se desea aplicar un solo tratamiento, sin embargo el agua

removida en el segundo caso no es despreciable y puede ser considerado para estudios posteriores.

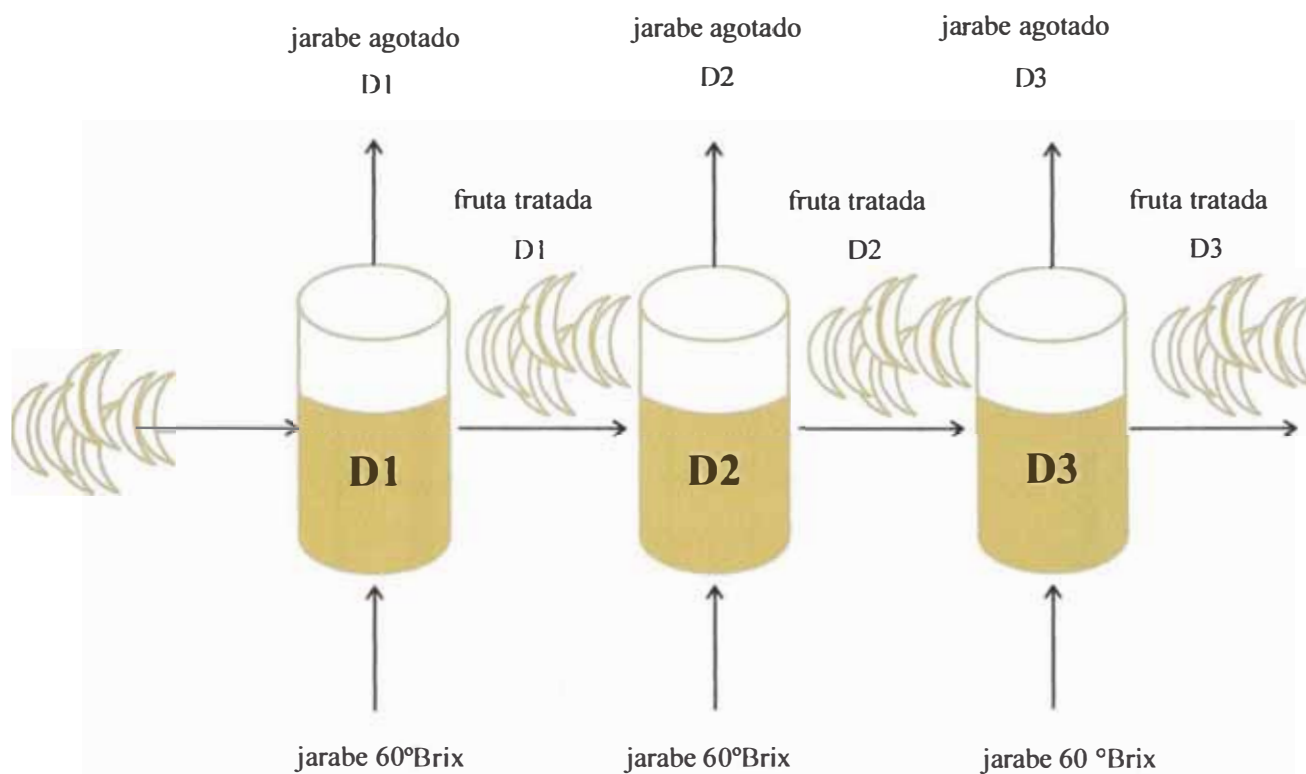


Figura 33: Esquema de tratamiento cruzado con soluciones frescas

Cuadro 17: Descenso de niveles de azúcar del jarabe en Deshidratación Cruzada y agua removida en cada tratamiento.

Calidad de fruta	Tiempo (horas)	Nivel de azúcar inicial (°Brix)	Nivel de azúcar final (°Brix)	Δ (°Brix)	masa de agua removida (g)
fresca	8,0	60,0	54,0	6,0	6,67
usada	2° tratamiento	60,0	55,4	4,6	4,48
reusada	3° tratamiento	60,0	60,0	0,0	-

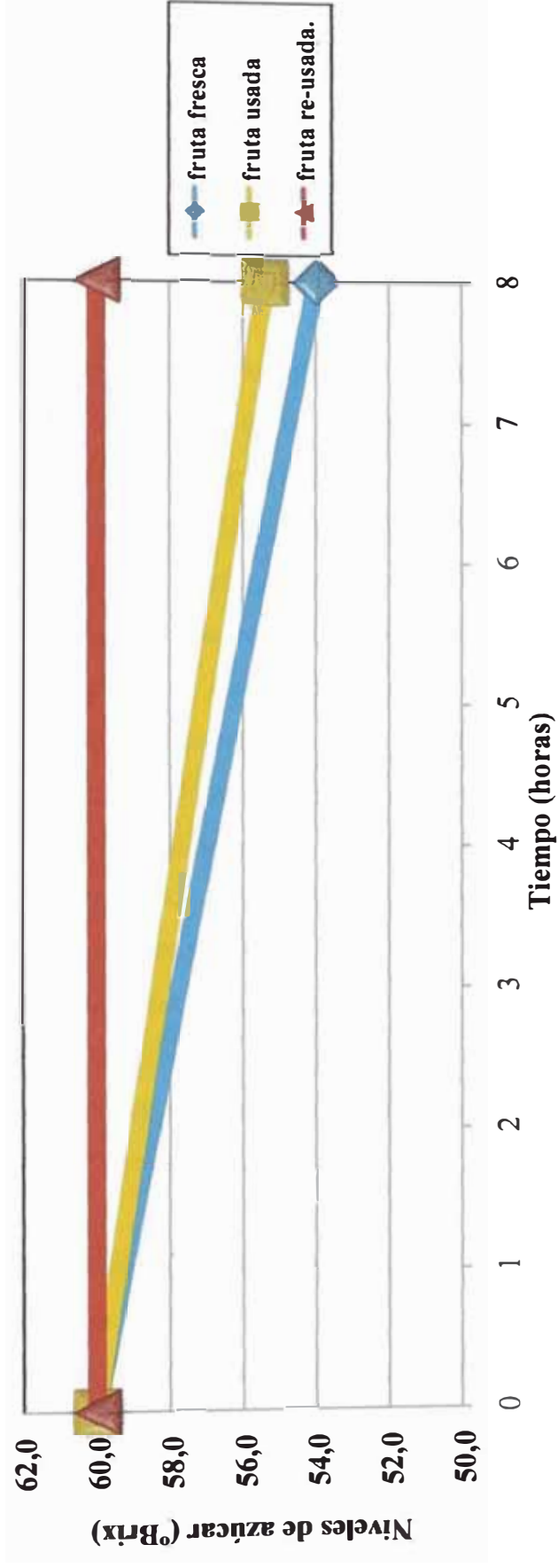


Figura 34: Variación de niveles de azúcar durante la Deshidratación Osmótica para tratamiento cruzado de soluciones frescas

4.-Reuso del jarabe con fruta frescas en cada tratamiento.

El de azúcar residual del jarabe agotado en la primera deshidratación aún tiene potencial agente deshidratante por lo que se evalúa volver a emplearlo con fruta fresca.

Para cada deshidratación se utiliza se 17 g de durazno y 50 g de jarabe de 60 °Brix, el tiempo de tratamiento es de ocho horas. Para determinar cuantas veces se puede usar el mismo jarabe se realiza el esquema de tratamientos mostrado en la figura 35 como se observa se renueva la fruta y el jarabe es el mismo en todas las deshidrataciones. Luego de 8 horas se retira la fruta y se lee el nivel de azúcar del jarabe, seguidamente se coloca durazno fresco en el deshidratador que contiene el jarabe usado previamente y se lee el nivel de azúcar del jarabe luego de 8 horas. Se procede de la misma forma hasta que el nivel de azúcar no cambie, esto ocurre después de utilizar el mismo jarabe sucesivamente seis veces, en un intervalo de tiempo de 48 horas (véase la figura 35).

Como se puede observar en el cuadro 18, el jarabe inicial de 60 °Brix disminuye hasta 32,5 °Brix, además se corrobora que la deshidratación es rápida en las primeras horas y la masa de agua que se logra retirar de la fruta va en descenso debido a que en un inicio existe mayor diferencia de potencial químico del agua entre la fruta y en el jarabe.

5.-Concentración de ácido en solución osmótica.

Se evalúa en 3.3.3

Evaluación del contenido de ácido sobre pardeamiento no enzimático (pág.107).

Parámetros a medir durante la Deshidratación Osmótica

-Niveles de azúcar.

Véase 3.3.2 Deshidratación Osmótica: Niveles de concentración de solución osmótica (jarabe) (pág. 104).

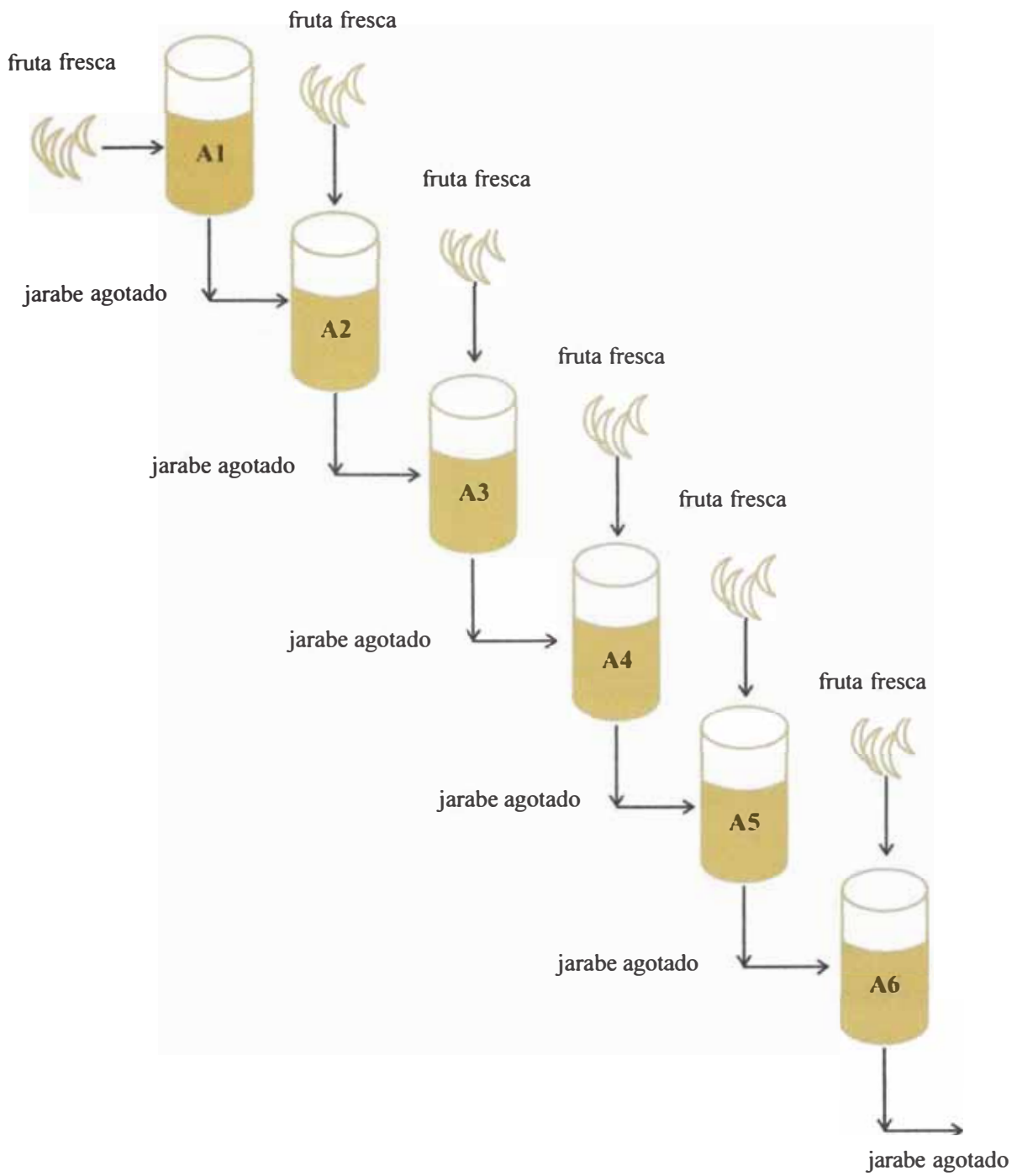


Figura 35: Esquema de tratamiento: Efecto del reuso del jarabe.

Cuadro 18: Variación de niveles de azúcar en el reuso del jarabe y masa de agua removida por masa total de jarabe.

Nivel de azúcar inicial (°Brix)	Nivel de azúcar final (°Brix)	Δ Nivel de azúcar (°Brix)	masa de agua removida entre tratamientos (g)	masa de agua removida desde el inicio (g)	masa de agua removida por masa total de jarabe (g)
60,0	53,0	7,0	6,60	6,60	0,1167
53,0	47,0	6,0	7,23	13,83	0,1132
47,0	42,0	5,0	7,60	21,43	0,1064
42,0	38,0	4,0	7,52	28,95	0,0952
38,0	35,0	3,0	6,77	35,71	0,0789
35,0	32,5	2,5	6,59	42,31	0,0714

-Pérdida de Humedad

Se calcula la Pérdida de Humedad mediante la realización de tres estudios:

a) Primer estudio: Deshidratación Osmótica de 60 °Brix, tiempo de trabajo 8 horas y relación fruta / jarabe 1:3.

Se inicia un nuevo ensayo con cuatro tratamientos en simultáneo lo que sirve para pesar la fruta de cada uno de ellos cada dos horas (previamente se escurre y se enjuaga), y se hacen los cálculos como se muestran en el Apéndice N°2.

Los resultados se muestran a continuación, en el cuadro 19 y figura 36. El comportamiento de la pérdida de humedad es rápida en las primeras dos horas donde se logra hasta 14%, posteriormente la variación en los intervalos de dos horas es sólo de 4 %. Al final del tratamiento se obtiene una reducción de humedad de 28,95%.

Cuadro 19: Pérdida de Humedad durante la Deshidratación Osmótica

Tiempo (horas)	Masa inicial(g)	Masa final(g)	%perdida de humedad	$\Delta\%$ perdida de humedad
0	17,25	17,25	0,00	0,00
2	17,14	14,70	14,21	14,21
4	16,38	13,00	20,68	6,47
6	19,51	14,64	24,98	4,30
8	12,78	9,08	28,95	3,97

b) Segundo estudio: Tratamientos sucesivos: Deshidratación cruzada con soluciones frescas.

Se sigue el esquema de deshidratación de la figura 33. Las condiciones de trabajo son: relación fruta/jarabe 1:3, solución osmótica de 60 °Brix. Luego de 16 horas se produce una importante pérdida de humedad: 51,85% dado que son dos tratamientos consecutivos. Independientemente, en ambos casos el porcentaje de pérdida de humedad es similar. En el cuadro 20 se observa los resultados.

Cuadro 20: Pérdida de humedad durante Deshidratación cruzada con soluciones frescas.

Tratamiento	Tiempo (horas)	%Pérdida de Humedad
1° tratamiento	8	28,95
2° tratamiento	8	22,90
TOTAL	16	51,85

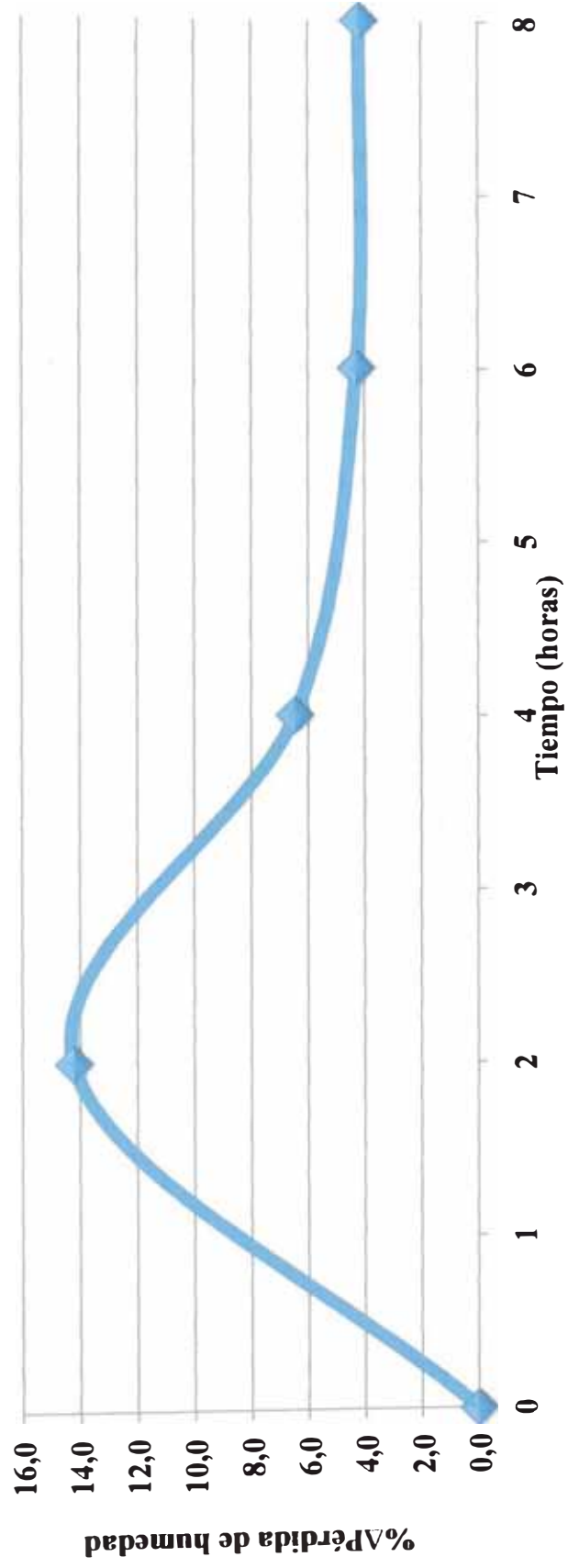


Figura36: Variación de Pérdida de Humedad durante Deshidratación Osmótica

c) Tercer estudio: Deshidratación Osmótica con el efecto de tratamiento jarabe re-usado.

Se sigue el esquema de deshidratación de la figura 35. Las condiciones de trabajo son: relación fruta/jarabe 1:3, solución osmótica de 60 °Brix y tiempo de trabajo de 8 horas para cada tratamiento.

Como se mencionó anteriormente el tiempo total es de 48 horas, sin embargo solo en las primeras ocho horas se logra una pérdida de humedad considerable de 30%. La evolución de los resultados se muestra en el cuadro 21.

Cuadro 21: Pérdida de humedad con tratamiento reuso de Fruta.

Tiempo (horas)	%Pérdida Humedad
8	32,38
8	28,90
8	23,52
8	17,56
8	14,25

F) Drenado y enjuague

Al término de las 8 horas, tiempo en el que la deshidratación ha concluido, los trozos de durazno se retiran del deshidratador para ser escurridos; esta operación consiste en eliminar la mayor cantidad de jarabe que se encuentra en la superficie de la fruta y luego enjuagar con chorros de agua y así completar la eliminación de jarabe adherido a la superficie.

3.3.3 Secado Térmico

Los trozos de fruta que se retiran del deshidratador, se coloca sobre una bandeja previamente forrados con papel de aluminio para ser colocadas en la estufa que opera a 80°C durante 8 horas; tiempo suficiente para obtener una humedad promedio menor de 28 % (véase figura 37). Durante el tiempo de secado térmico se calcula la pérdida de humedad total y la velocidad de secado del producto cada 2 horas, además se realiza la evaluación del contenido de ácido sobre pardeamiento no enzimático.



Figura 37: Fruta en estufa.

❖ Pérdida de Humedad Total en función del tiempo.

Para determinar la pérdida de humedad total del presente estudio se realizan tratamientos con las siguientes características:

Deshidratación Osmótica: 0,5 %; 1,00% y 1,5% de ácido cítrico, jarabe de 60 °Brix y relación masa de fruta / masa de solución osmótica 1:3.

Deshidratación Térmica: 8 horas de secado a 80°C.

En el cuadro 22 se muestra la pérdida de humedad total (durante la Deshidratación Osmótica y Térmica), donde no se observa, mayor diferencia en el uso de acidulantes. Los cálculos se muestran en el Apéndice N°4.

Cuadro 22: Pérdida de humedad Total durante Deshidratación Osmótica y Térmica.

% Acido Cítrico	%Pérdida de humedad debido a Deshidratación Osmótica	%Pérdida de humedad debido a Deshidratación Térmica	%Pérdida de humedad Total
0,5	29,87	42,81	72,68
1,00	28,83	43,74	72,57
1,50	28,85	42,89	71,74

❖ **Velocidad de secado.**

En la figura 38, se observa la tendencia a disminuir de la velocidad de secado en forma decreciente. Geankoplis (1998) indica que en este periodo no hay suficiente agua en la superficie para mantener una película continua. La superficie ya no está totalmente mojada, y ésta comienza a disminuir durante el período de velocidad decreciente hasta que su superficie queda totalmente seca. Los cálculos para obtener esta curva se detalla en el Apéndice N°5.

❖ **Evaluación del contenido de ácido sobre pardeamiento no enzimático.**

El pardeamiento no enzimático (reacciones de Maillard) procede durante la Deshidratación Térmica el cual es afectado por el contenido de ácido cítrico que se añade en la solución osmótica; la

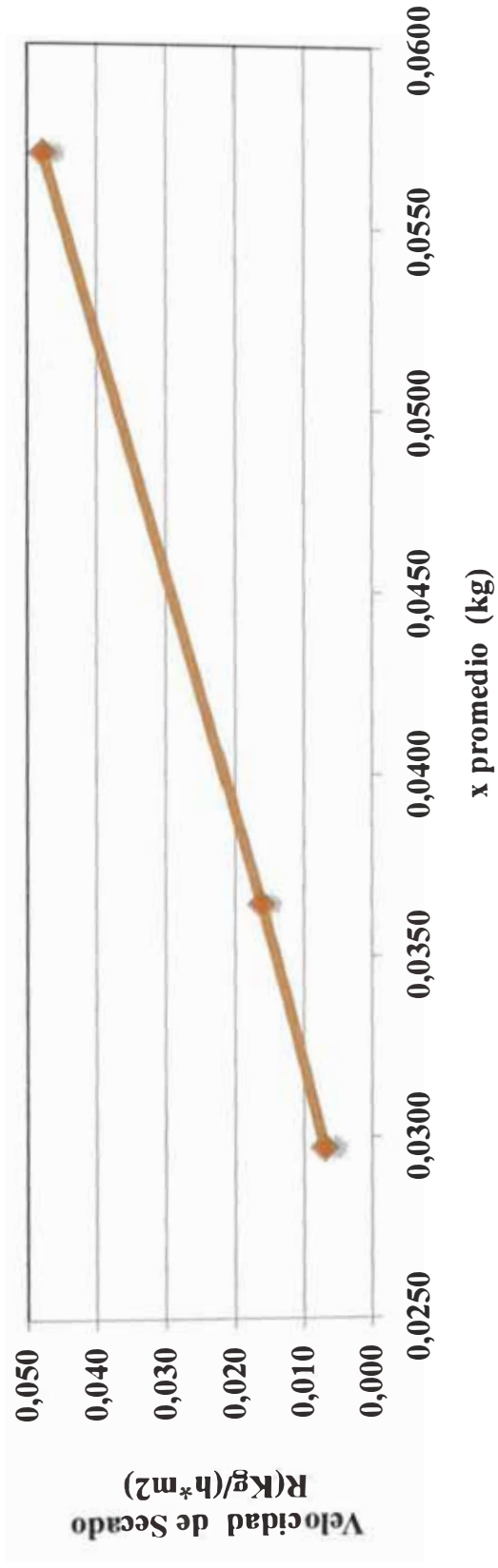


Figura 38: Velocidad de secado en función de la masa promedio (kg).

evaluación implica utilizar ácido a diferentes concentraciones: 0,5 %; 1,00% y 1,5%.

Respecto al color posterior al secado; las muestras tratadas con ácido cítrico a 0,5% muestran un color naranja oscuro y opaco; a diferencia del resultado obtenido con 1,0% que tiene un color más claro en ciertas porciones del orejón y con 1,5% el color es uniforme más claro, brillante y atractivo; con esta última concentración se garantiza una reducción en la carga microbiana en el producto final (ver figura 39). La intensidad de pardeamiento puede medirse por absorbancia después de la extracción de los pigmentos a temperatura ambiente, (ver Apéndice N°6). La medición se hace entre 420 y 540nm; sin embargo es una medida poco precisa por lo que se prefiere generalmente, la evaluación visual, la cual se hace en el presente estudio (citado por Fennema 1985). De la figura 40 se observa como influye el porcentaje de ácido cítrico en el líquido sobrenadante luego de la extracción, claramente se puede distinguir que donde se usa menos ácido es más oscuro, o sea que el efecto del pardeamiento no se ha retardado.

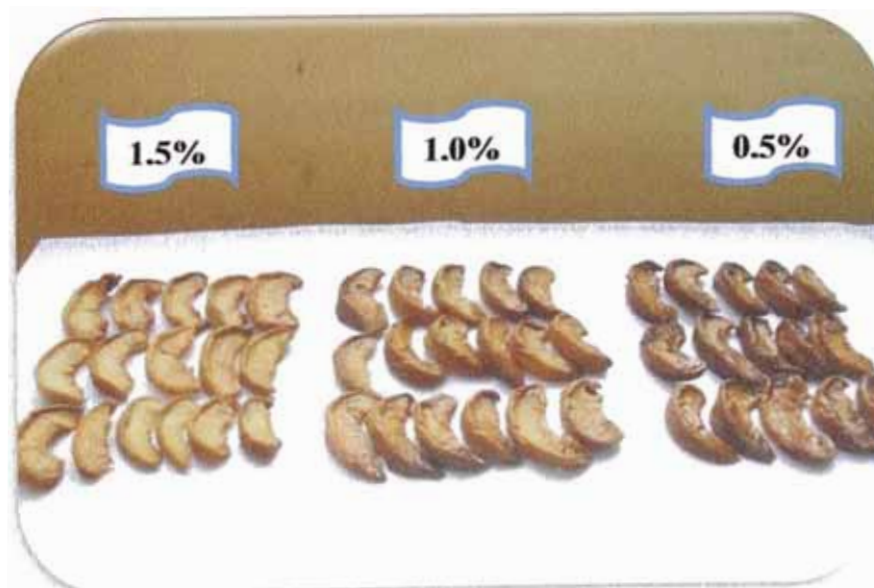


Figura 39: Fruta con ácido cítrico a diferentes concentraciones

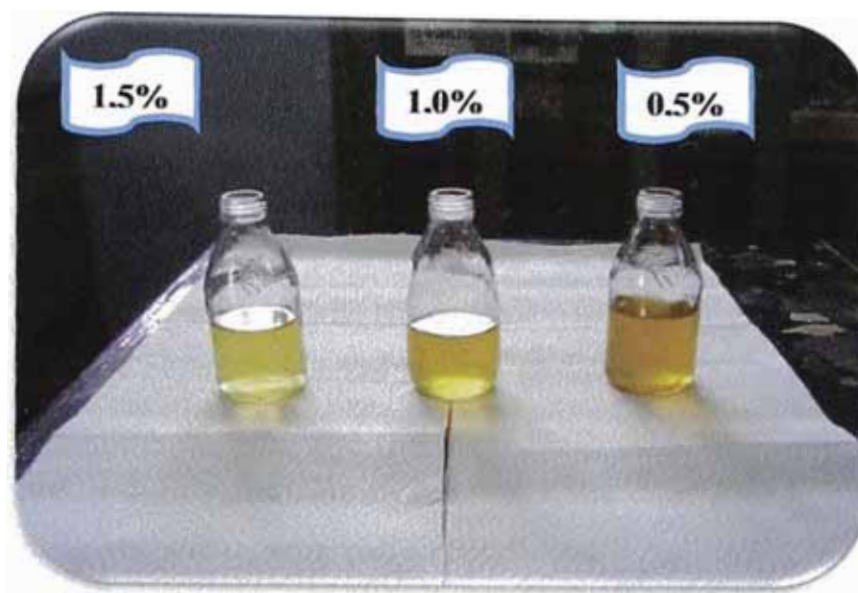


Figura 40: Extracción de pigmentos coloreados de la Fruta luego de la Deshidratación Térmica.

3.3.4 Caracterización del Producto.

❖ **Análisis Físicoquímicos.**

Los análisis realizados no pretenden determinar la complicada composición de forma completa. Se efectúan unas pocas determinaciones convencionales de grupos de componentes afines, tales como:

Humedad: Por evaporación en estufa hasta peso constante a 110 °C.

Cenizas: Por incineración de la muestra en mufla a 600 °C. La materia orgánica se carboniza y luego se oxida dando CO₂, H₂O, N₂O, NO, SO₂, etc., y los elementos minerales quedan como ceniza blanca que se pesa.

Grasa: Se determina por extracción con éter, en un aparato Soxhelt, y posterior evaporación del disolvente. Comprenden la totalidad de componentes lipoides, aceites esenciales, etc.

Proteínas: Mediante la valoración de Nitrógeno (N) total por el método Kjeldahl y multiplicando por un factor que depende del producto analizado. Para pasar de los valores de N a los de proteína, se acepta en general el factor 6,25 por que se considera que por término medio la mayor parte de las proteínas tienen 16% de Nitrógeno.

Fibra Cruda: Representa la parte fibrosa e indigerible de los alimentos, se determina atacando la muestra, sucesivamente con H_2SO_4 y $Na(OH)$ en caliente, hasta dejar sólo la parte digerible, que es, principalmente celulosa.

En el cuadro 23 se reportan los resultados de los análisis fisicoquímicos de las muestras de orejones de durazno.

Cuadro 23: Composición Físico-Química del Durazno Blanquillo Deshidratado Osmóticamente con Jarabe de Azúcar.

Componente	Deshidratado con Jarabe (%)
Humedad	23.71
Proteína (N x 6.25)	2.43
Fibra	2.55
Cenizas	0.44

❖ **Medida de Actividad de agua (a_w).**

Existen una gran variedad de métodos como se describen en ítem 2.4. El método utilizado en el presente estudio es Isopiéstico el cual es elegido por la exactitud y rapidez. Este se basa en el equilibrio

Proteínas: Mediante la valoración de Nitrógeno (N) total por el método Kjeldahl y multiplicando por un factor que depende del producto analizado. Para pasar de los valores de N a los de proteína, se acepta en general el factor 6,25 por que se considera que por término medio la mayor parte de las proteínas tienen 16% de Nitrógeno.

Fibra Cruda: Representa la parte fibrosa e indigerible de los alimentos, se determina atacando la muestra, sucesivamente con H₂SO₄ y Na(OH) en caliente, hasta dejar sólo la parte digerible, que es, principalmente celulosa.

En el cuadro 23 se reportan los resultados de los análisis físicoquímicos de las muestras de orejones de durazno.

Cuadro 23: Composición Físico-Química del Durazno Blanquillo Deshidratado Osmóticamente con Jarabe de Azúcar.

Componente	Deshidratado con Jarabe (%)
Humedad	23.71
Proteína (N x 6.25)	2.43
Fibra	2.55
Cenizas	0.44

❖ **Medida de Actividad de agua (a_w).**

Existen una gran variedad de métodos como se describen en ítem 2,4. El método utilizado en el presente estudio es Isopiéstico el cual es elegido por la exactitud y rapidez. Este se basa en el equilibrio

que alcanza el alimento con algún material de referencia en un sistema cerrado, lo cual puede requerir varios días o semanas en desarrollarse.

Siguiendo el procedimiento descrito en el anexo 3 el valor de la actividad del agua (a_w) para los Orejones de Durazno se muestra en el cuadro 24. El valor obtenido se encuentra dentro de los productos de humedad intermedia. Al respecto Mossell (1980), citado por Solís (1994), indica que los alimentos de humedad intermedia tienen una actividad de agua (a_w) entre 0,7 y 0,85 y a pesar de no ser estables, tienen un poder de conservación considerable.

Cuadro 24: Actividad de Agua en Muestra de Orejones de Durazno.

Ensayo	Resultado
Actividad de Agua a_w (T = 25°C)	0,64

Para Torres (1991), los alimentos de humedad intermedia poseen una actividad de agua entre 0,60 y 0,85. Asimismo Labuza (1980), citado por Solís (1994), manifiesta que los alimentos de humedad intermedia presentan niveles de humedad entre 20 y 50% con actividades de agua mayor a 0,5. El bajo valor de actividad de agua (a_w) que registran los Orejones de Durazno imposibilita el crecimiento microbiano o germinación de esporas.

❖ **Análisis Microbiológico**

El análisis microbiológico corresponde a las muestras de Orejón de Durazno tratadas con jarabe de sacarosa, cuyos métodos se presentan en el cuadro 25.

Cuadro 25: Análisis Microbiológico en muestras de Orejones de Durazno. Tiempo de Almacenamiento = 1 día

Microorganismo	Unidad	Límite
Número de mesófilos aerobios viables	(ufc/g)	< 10
Número de Mohos y Levaduras	(ufc/g)	< 100

Fuente: Análisis realizados en la UNALM-Facultad de Industrias Alimentarias.

Al respecto Desrosier (1966), dice que uno de los objetivos en alimentos deshidratados es obtener recuentos totales inferiores a 100 colonias por gramo de producto.

Según Quito (1987), generalmente los alimentos que contienen partes o sus constituyentes en descomposición presentan cargas elevadas de 10^6 a 10^8 de microorganismos por gramo o mililitro, los recuentos altos indican que el producto va a alterarse pronto, salvo algunas excepciones como es el caso de los denominados productos moderados (Salchichas, encurtidos, quesos y otros productos lácteos).

Mossell (1967), citado por Solís (1994), indica que el rango de tolerancia para el número de mesófilos viables varía de 10^2 a 4×10^6 ufc/g y como se puede observar en el reporte dado este límite no es alcanzado, incluso está muy por debajo, Para mohos el rango que establece Mossell (1967), citado por Solís (1994), es de 10^4 ufc/g y para levaduras es de 10^3 ufc/g, del análisis realizado para

las muestras de Orejones el valor obtenido cumple la especificación.

Esta numeración sirve como indicador de la buena higiene del producto durante su procesamiento, garantizando una buena conservación del mismo.

Como se puede observar, los valores obtenidos indican que el producto es apto para el consumo.

❖ **Análisis Sensorial.**

Para evaluar y describir los atributos sensoriales del orejón de durazno obtenido mediante deshidratación osmótica, se aplica la evaluación sensorial.

La evaluación sensorial es usada para medir, analizar e interpretar las sensaciones producidas por las propiedades sensoriales del orejón de durazno, y que son percibidas por los sentidos de la vista, olfato y gusto.

El análisis sensorial fue realizado por un panel de degustación conformado por 40 jueces (personas no formadas en evaluación sensorial) caracterizándose de la siguiente manera: 65% del total eran mujeres y el 70% entre 20 y 30 años de edad.

El análisis sensorial puede ser definido como el método experimental mediante el cual los jueces perciben y califican caracterizando y/o mensurando, las propiedades sensoriales de muestras adecuadamente presentadas, bajo condiciones ambientales preestablecidas y bajo un patrón de evaluación acorde al posterior análisis, donde el análisis descriptivo empleado es: Caracterización Cuantitativa Relativa. En ese tipo de análisis se presenta el jurado una escala dimensionada relativa denominada “Escala de intensidad del dulzor”. Los panelistas reciben las muestras para proceder a percibir y asignar una puntuación acorde a la intensidad del estímulo promovido por determinado atributo sensorial

(longitud medida hasta el punto marcando con X, ver Apéndice N°7). En cuanto a la evaluación del dulzor y acidez el producto se calificó como dulce normal obteniendo un 96,15% y 46,15 % de muy poco ácido considerándolo como un producto agradable al paladar.

Con la finalidad de saber de que fruta se trata la muestra degustada se realiza la siguiente pregunta al panel de degustación: ¿A que fruta corresponde la muestra degustada?, la cual se realiza dos veces la primera sin alternativas y la segunda citando ciertas clases de frutas (ver Apéndice N°7). Se muestran los resultados en el cuadro 26. De los resultados obtenidos se puede concluir que el producto conserva su sabor y dulzor semejante a la de la fruta fresca ya que fueron fácilmente reconocidas al ser degustadas como fruta seca (véase figuras 41 y 42). En ambos casos el producto es reconocido como proveniente del durazno.

Cuadro 26: ¿A que fruta corresponde la muestra degustada?

Fruta	Respuesta (%) sin alternativas	Respuesta (%) con alternativas
Durazno	51,85	55,56
Manzana	14,81	11,11
Membrillo	18,51	26,93
Piña	-	3,70
Pera	-	0,0
Otros	14,83	-

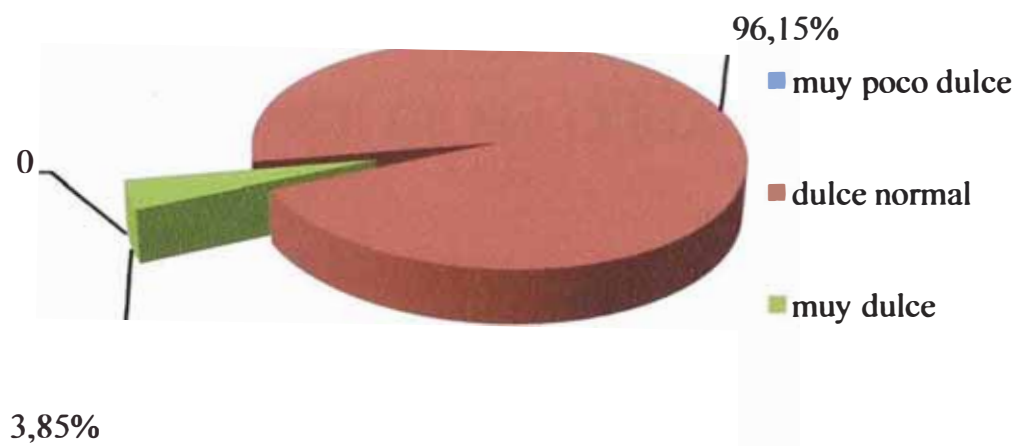


Figura 41: Resultados de la evaluación del dulzor

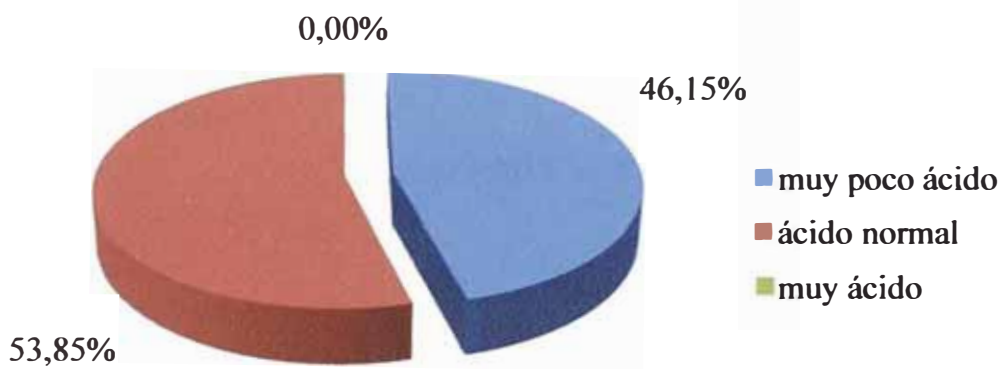


Figura 42: Resultados de la medición de acidez

CAPITULO IV

BALANCE DE MATERIA Y ENERGÍA

4.1 BALANCE DE MATERIA

El Balance de Materia se efectúa en las etapas del proceso de obtención correspondiente (véase figura 43). La base de cálculo es de 100 kg de durazno y se considera los datos del cuadro A2 (pág. 148).

$$ENTRADA + GENERACIÓN = SALIDA + ACUMULACIÓN + CONSUMO$$

Se sabe que no existe reacción química, ni acumulación.

$$G = AC = C = 0$$

Por lo tanto:

$$ENTRADA = SALIDA$$

a) Cortado y descaroado

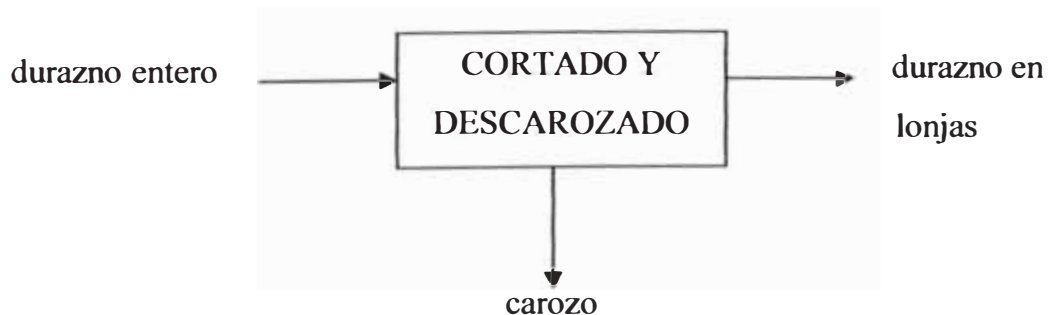
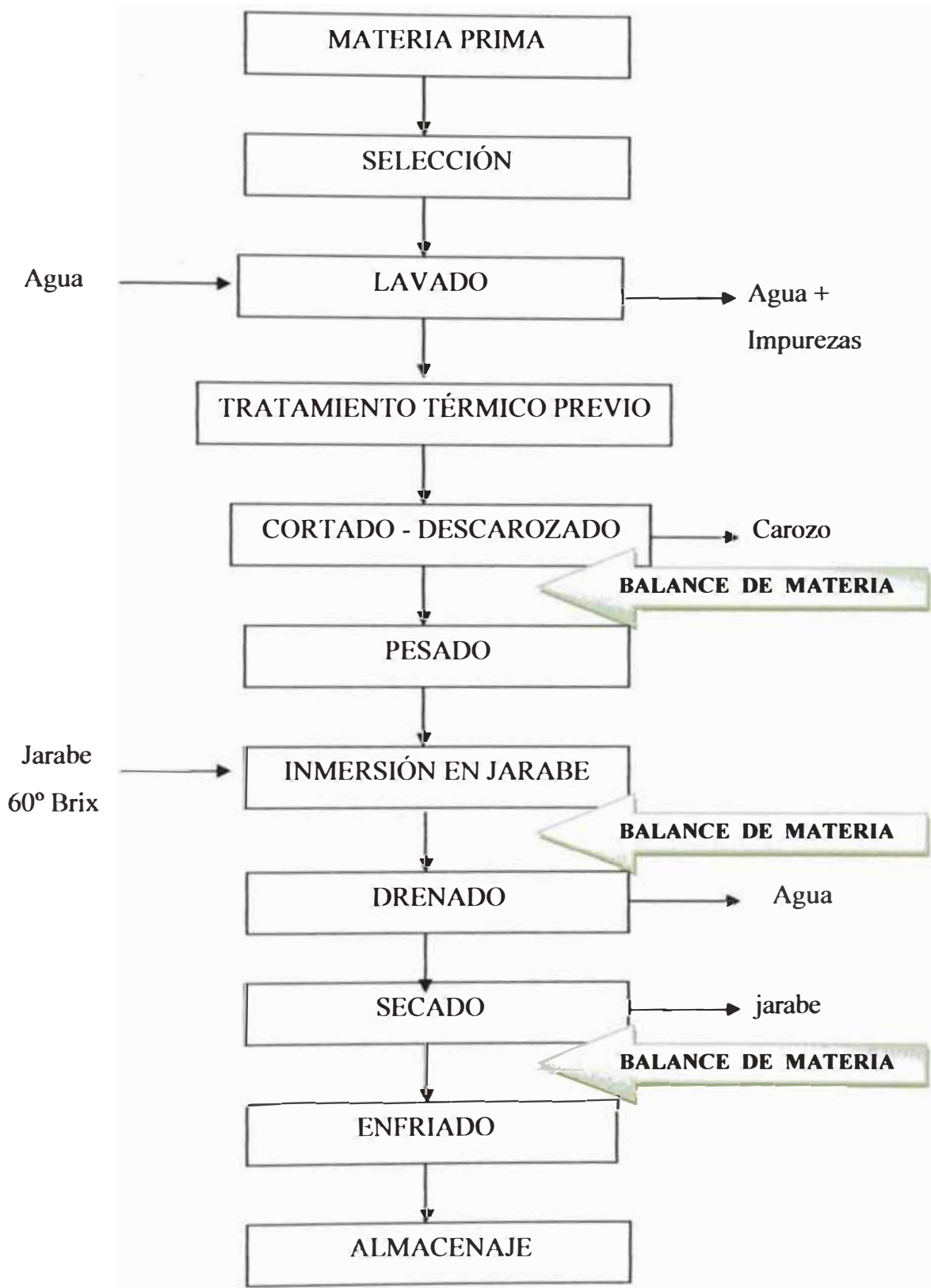


Figura 43: Ubicación de etapas donde se realiza Balance de Materia en el diagrama de Flujo de Operaciones.

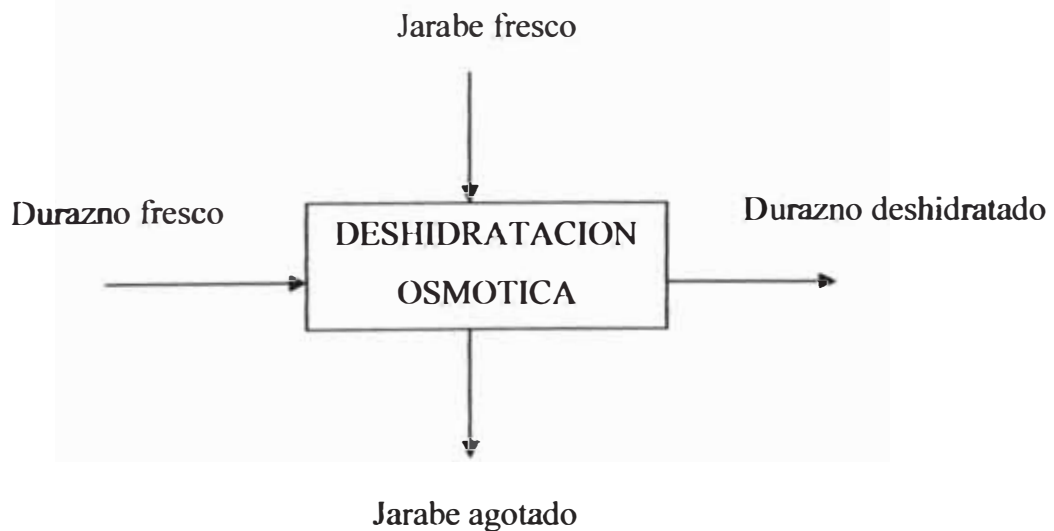


Cuadro 27: Balance de Materia: Cortado y descarozado

Material	Entrada (kg)	Salida (kg)
Durazno	100	90,9
Carozo	-	9,10

b) Deshidratación Osmótica.

En esta etapa la fruta ingresa al deshidratador que contiene jarabe y ácido cítrico. Para el cálculo de fruta que sale del deshidratador se considera 29,18 % de pérdida de humedad; de acuerdo a datos y resultados promedio del cuadro A2. (pág. 148).



Cuadro 28: Balance de Materia: Deshidratación Osmótica.

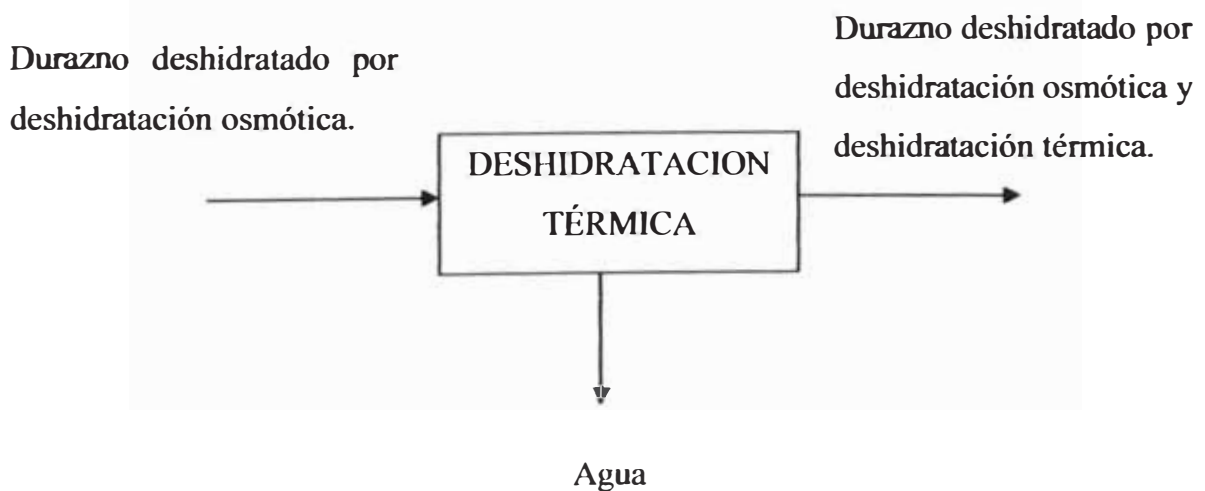
Material	Entrada (kg)	Salida (kg)
Durazno	90,9	64,38
Jarabe	273,00	299,52

c) Enjuagado.

Al retirar la fruta se enjuaga para ser ingresada al horno.

d) Deshidratación Térmica

El agua perdida en la estufa es 60,93% (véase cuadros 29, 30 y Apéndice 4: parte d).



Cuadro 29: Balance de Materia: Deshidratación Térmica.

Material	Entrada (kg)	Salida (kg)
Durazno	64,38	25,15
Humedad	-	39,23

Rendimiento del proceso es:

$$\% \text{ Rendimiento} = \frac{\text{orejones producidos (kg)}}{(\text{fruta fresca (Kg)})} \times 100$$

$$\% \text{ Rendimiento} = \frac{25,15}{100} * 100\% = 25,15 \%$$

Cuadro 30: Resumen de Balance de Materia

Operación	Material (kg)	Ingreso(kg)	Salida(kg)
Cortado y descaroado	durazno	100	90,9
	carozo	-	9,1
Deshidratación Osmótica	durazno	90,9	64,38
	jarabe	273,0	299,52
Deshidratación Térmica	durazno	64,38	25,15
	humedad	-	39,23

4.2 BALANCE DE ENERGÍA

Para los cálculos de Balance de energía se tiene los siguientes datos:

$$C_p = 1,675 + 0,025.M_w$$

Donde:

M_w = contenido de humedad (en %).

C_p = calor específico (kJ/kg*K).

Se sabe que la humedad del durazno es de 82% por lo que el calor específico será:

$$C_p = 3,73 \frac{kJ}{kg.K}$$

Base de Cálculo: 100 kg de durazno.

Se efectúa un Balance de Energía en aquellas etapas donde existe transferencia de calor o trabajo mecánico efectuado; éstas son:

a) Tratamiento Térmico Previo

Está compuesta por:

Dos veces de: radiación por microondas + baño maría

Una vez de: enfriamiento por refrigeración.

Microondas:

La potencia necesaria del microondas es de 10 000 W el tiempo de trabajo es de 15 segundos y se logra alcanzar una temperatura de 30 °C.

Por lo tanto el calor necesario se calcula de la siguiente manera:

$$Q = \text{Potencia} * t \quad (1)$$

Donde:

Q: calor ganado (J)

P: Potencia de trabajo de microondas (Watts).

T: tiempo de trabajo (segundos)

Reemplazando en la ecuación (1):

$$Q = 10\,000 * 15 = 150\,000 \text{ J} = 150 \text{ kJ}$$

Baño maría

La fruta se somete a un calentamiento en baño maría a 60 °C por 5 minutos, y el calor ganado:

$$Q = m * C_p * \Delta T \quad (2)$$

Donde:

m: masa de la fruta (kg)

Q: calor ganado por la fruta (J).

C_p: calor específico (kJ/kg*K).

ΔT: Diferencia de temperatura final e inicial. (K) = (t_f - t_i).

$$Q = 100 * 3,73 * (60 - 30)$$

$$Q = 11\,190 \text{ kJ.}$$

De la ecuación (1) se obtiene la potencia:

$$P = 37\,300 \text{ W}$$

Enfriamiento

Seguidamente se somete a enfriamiento, en una refrigeradora hasta alcanzar una temperatura de 5°C durante 1 hora. Como no existe ningún

cambio de fase, se considera el calor específico para el cálculo del calor y luego se calcula la potencia con la ecuación (2).

$$Q = 100 * 3,73 * (5-60)$$

$$Q = -20 515 \text{ kJ.}$$

Cálculo de la potencia con la ecuación (1):

$$P = 5 698 \text{ W.}$$

-Cálculo de calor ganado durante el tratamiento por microondas: (kJ)

$$2 \times (\text{Calor microondas} + \text{calor baño maría}) =$$

$$2 \times (150 + 11 190) = 22 680 \text{ kJ.}$$

-Cálculo de calor pedido (kJ): Enfriamiento: 20 515 kJ

b) Deshidratación Térmica.

El tratamiento es a 80 °C durante un tiempo de ocho horas. El calor ganado se calcula de la ecuación (1):

$$Q = 64,38 * 3.73 * (80-20)$$

$$Q = 14 408 \text{ kJ.}$$

De la ecuación (1) se obtiene la potencia:

$$P = 500 \text{ W}$$

c) Otros.

Entre otros servicios que requieren del consumo de energía se tienen:

- Bomba de proceso
Bomba de 0,5 HP (370 W).
De manera efectiva, trabaja por 20 min.

La energía necesaria y la potencia de eje para movilizar el motor de esta bomba será:

$$Q = Potencia_1 * t$$

$$Q = 444 \text{ kJ}$$

$$Pot = 370 \text{ W}$$

- Faja transportadora

Tiene una potencia de eje de 250 W de manera efectiva, las dos fajas transportadoras operan durante 50 min. La energía necesaria y la potencia de eje para movilizar el motor de estas fajas será:

$$Q = Potencia * t$$

$$Q = 750 \text{ KJ}$$

$$Pot = 500 \text{ W}$$

En los cuadros 30 y 31 se muestra el resumen de los resultados obtenidos:

Cuadro 31: Balance de Energía.

Etapas	Calor Ganado (kJ)	Calor Perdido (kJ)
Tratamiento Térmico previo total	22 680	20 515
Secado Térmico	14 408	-
Otros	1 194	-

En el cuadro 32 se puede ver un resumen de consumo de potencia en las diferentes etapas de tratamiento del durazno para obtener orejones.

4.3 REQUERIMIENTOS DE SERVICIOS.

Son necesarios los siguientes servicios:

a) Energía Eléctrica

Actualmente se cuenta con un servicio de energía eléctrica, disponiendo de un voltaje de 220 V y una frecuencia de 60 Hz.

Para una planta piloto que procesa 100 kg de durazno en 10,34 horas; la potencia consumida será de 16,33 kw-h.

Cuadro 32: Consumo de Potencia.

Etapas	Potencia (kw)	Tiempo de uso (min)	Consumo (kw-h)
Tratamiento por microondas	20,0	0,25	0,08
Baño maría	75,60	5	6,22
Enfriamiento	5,70	60	5,70
Secado	0,50	480	4,00
Bombas	0,37	20	0,12
Fajas transportadoras	0,25	50	0,21

b) Agua potable.

Esta agua ha sido tratada previamente para ser apta al consumo humano. Aproximadamente se necesitan 100 L de este tipo de agua básicamente para operaciones de limpieza.

c) Agua tratada.

Esta agua tiene que ser sin gas, ozonizada y libre de toda contaminación microbiana. Es adquirida en los supermercados, siendo de marcas comerciales autorizadas y reconocidas.

Se necesita 120 L de agua tratada para la preparación del jarabe.

4.4 COSTO DE PROCESAMIENTO.

A continuación se describen los pasos a seguir para determinar el costo primo de procesamiento.

-Descripción: Para calcular el costo de procesamiento, se consideran como base 100 kg de durazno a trabajar durante un tiempo propuesto de 10,34 horas; obteniendo 25,15 kg de Orejones de durazno. Se necesitan 3 personas (mano de obra) para esta labor.

-Costos directos de producción

a) Materia prima, insumos y materiales:

Realizar el costeo de la materia prima, insumos y materiales es necesario para la producir orejones.

Se consideran los costos del durazno, azúcar, agua tratada y ácido cítrico. (véase cuadro 33).

Cuadro 33: Costo de materia prima, insumos y materiales.

Material	Cantidades	Precio unitario (S/.)	Total (S/.)
Durazno (kg)	100,0	3,00	300,0
Azúcar (kg)	180,0	1,40	252,0
Agua Tratada (L)	120,0	0,75	90,00
Ácido Cítrico (kg)	4,50	6,00	27,0
Total (S/.)			669,0

b) Mano de obra

En la producción se requiere la participación de 3 personas, para la elaboración del volumen de producción proyectado 10 horas de trabajo.

La remuneración mensual que percibirán será de S/. 600, considerando 20 días de trabajo y un jornal de 10 horas diarias, por lo que el costo hora hombre será de S/ 3,00 /H-h (véase cuadro 34).

c) Servicios

En el cuadro 35 se muestran los costos de los servicios de electricidad y agua potable.

Cuadro 34: Costo de mano de obra.

Personas	Cantidad	Salario (S/.)	
		Unitario (S./H-h)	Total
Trabajador	3	3,00	90,0

Cuadro 35: Costo de servicios.

Servicios	Cantidad	Precio unitario (S/.)	Total (S/.)
Electricidad (kW-h)	16,33	0,34	5,580
Agua Potable (m ³)	0,10	1,28	0,128
	Total (S/.)		5,710

En el cuadro 36 se presenta un resumen de los costos directos de producción, tales como materia prima, mano de obra, etc.

Cuadro 36: Costos directos de producción.

Especificación	Precio (S/.)
Materia Prima, insumos y materiales	669,00
Mano de Obra	90,00
Servicios	5,71
Total Costos Directos (S/.)	764,72

4.5 COSTO PRIMO DE PRODUCCIÓN

Para conocer cual es el costo unitario de producción se divide el costo total de producción entre kilogramos de orejones producidos.

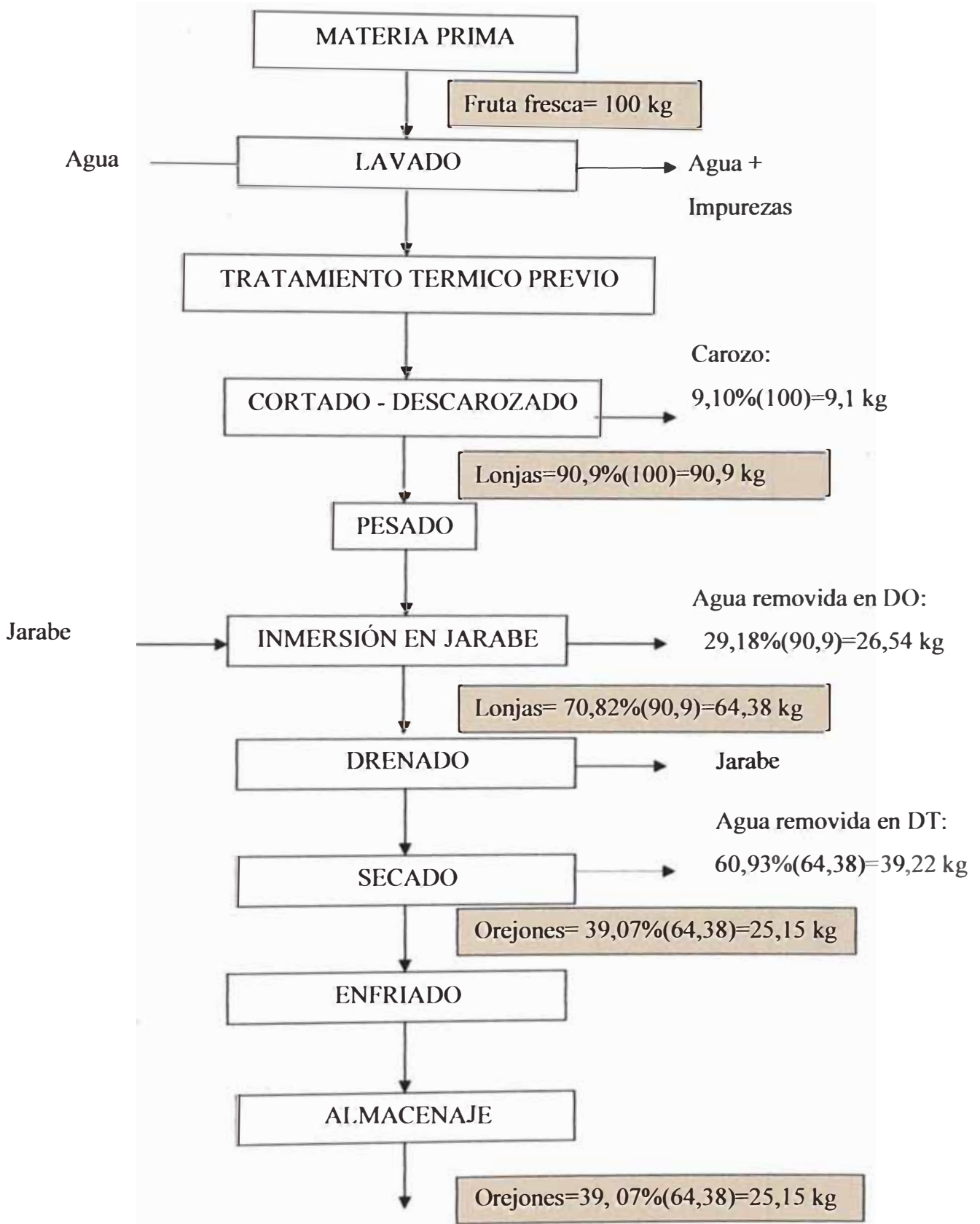
$$\text{Costo por kilogramo} = \frac{\text{Costo de producción (S/.)}}{\text{Kilogramos producidos (kg)}}$$

$$\text{Costo por kilogramo} = \frac{764,72}{25,15} = 30.41 \text{ N.S /Kg}$$

$$\text{Costo por } 100 \text{ g} = 3,041 \frac{\text{N.S}}{\text{Kg}}$$

En la figura 44 se puede observar un diagrama de flujo de operaciones para la obtención de orejones tomando como base 100 kg de muestra.

Figura 44: Diagrama de operaciones para la obtención de orejones en base 100kg de durazno



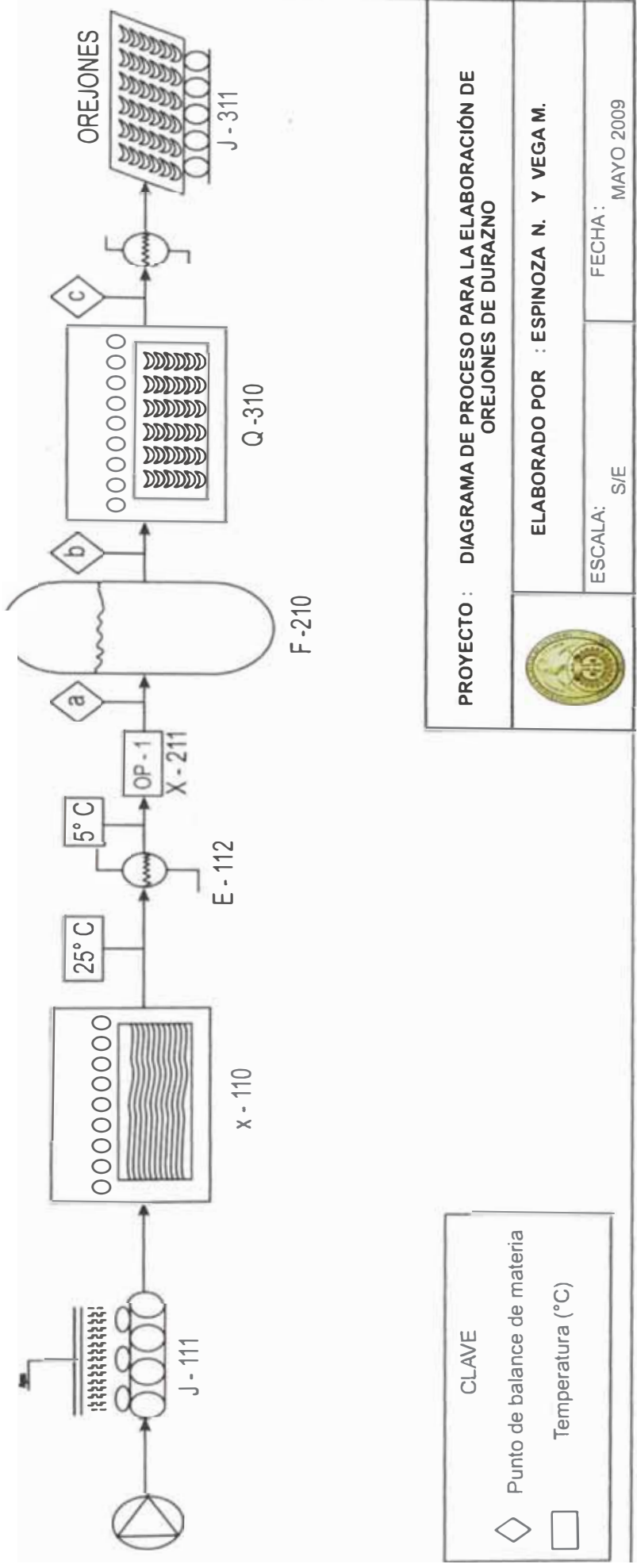


Figura 45: Diagrama de Proceso para la Elaboración de Orejones de Durazno.

DESCRIPCIÓN DE EQUIPOS Y OPERACIONES

En el diagrama de procesos de la figura 45 se cuenta con los siguientes equipos y operaciones:

X - 110: Equipo para tratamiento por microondas

J - 111: Faja transportadora con cepillo para limpieza.

E - 112: Equipo de refrigeración

X - 211: Operación de cortado y descarozado

F - 210: Recipiente para deshidratación osmótica

Q - 310: Horno para secado de orejones

J - 311: Faja transportadora de orejones

CAPITULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 CONCLUSIONES

- Durante la maduración de la fruta los niveles de azúcar (° Brix) aumenta y el nivel de ácido disminuye.
- El tratamiento térmico previo inactiva las enzimas lo que asegura que el color no será afectado en gran medida al final del tratamiento.
- Cuando es sometido el durazno a un proceso de deshidratación osmótica se produce un fenómeno de transferencia de masa, sale agua hacia la solución osmótica esto se aprecia en la diferencia de peso de la misma.
- El mejor tratamiento osmótico para este estudio se lleva a cabo con el jarabe de 60 ° Brix y relación fruta / jarabe 1:3 en un tiempo de tratamiento de 8 horas, esto se refleja en la disminución de niveles de azúcar en comparación con otros tratamientos de este estudio.
- Queda definido que la fruta puede ser utilizada dos veces con jarabes frescos en ambos casos, pero en un tercer tratamiento no existe variación de niveles de azúcar en el jarabe.
- El re-uso del jarabe puede ser hasta en seis tratamientos logrando disminuir el nivel de azúcar inicial a 32 °Brix y la variación de niveles de azúcar en los dos primeros tratamientos es de 6 °Brix en comparación con el último que es tan solo de 2,5° Brix.
- La mayor pérdida de humedad durante la Deshidratación Osmótica se logra en las primeras dos hora (14%); al cabo de ocho horas de tratamiento la pérdida de humedad es de 29,18%.
- Existe la posibilidad de lograr hasta de 52% de pérdida de humedad si se trabaja de acuerdo al efecto del tratamiento cruzado fruta usada –jarabe.

De la misma forma, el jarabe agotado puede utilizarse en cinco deshidrataciones con ruta fresca respectivamente y obtener niveles de pérdida de humedad significativa.

- Los orejones de durazno obtenidos tiene una actividad de agua (a_w) de 0,64 considerándolos en el grupo de alimentos de humedad intermedia con lo que se impide el deterioro del orejón por acción del crecimiento microbiano de esporas.
- La pérdida de humedad del orejón de durazno es de 75%; es decir, la humedad final del producto es de 25% obteniéndose orejones con buenas propiedades organolépticas.
- El uso de acidulantes inhibe el desarrollo de microorganismos y disminuye el pardeamiento no enzimático del orejón por lo que se utiliza ácido cítrico de 0,5%; 1,00% y 1,5%.
- El tiempo total empleado para la obtención de orejones de durazno blanquillo mediante deshidratado osmótico y térmico es de 18 horas.
- Los análisis fisicoquímicos y evaluaciones microbiológicos indicaron que los productos son estables y de buena calidad..

5.2 RECOMENDACIONES

- Utilizar el deshidratado osmótico como etapa intermedia en el deshidratado por aire caliente de frutas, pudiendo de esta manera disminuirse las horas de secado por aire caliente obteniéndose a su vez productos deshidratados con una mejor calidad organoléptica y nutricional, con la correspondiente disminución en los costos de producción.
- Realizar durante la etapa de tratamiento osmótico pruebas con agitadores mecánicos y diferentes tipos de agentes osmóticos, buscando incrementar la velocidad del proceso y una mejor acción del agente osmótico durante el

osmodeshidratado sin perjuicio de las características físico-químicas y sensoriales del producto deshidratado.

- Efectuar trabajos de investigación sobre el blanqueado de duraznos buscando conseguir mejor comportamiento de color (pardeamiento) durante el almacenamiento del producto deshidratado.
- Evaluar el efecto del sorbato de potasio como antimicótico durante la deshidratación osmótica de frutas de tal manera que permita una larga vida útil de almacenamiento del producto.
- Otro factor que puede acelerar el proceso de deshidratación es mediante la aplicación de vacío al sistema. Esta técnica permite la salida de gases ocluidos en el interior de las paredes de la fruta los cuales son una barrera para la ósmodeshidratación.
- Trabajar con temperaturas mayores a 50 °C, tiene un efecto significativo sobre la deshidratación produciendo una mayor pérdida de humedad.

CAPITULO VI

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 1.- Aguilera J, (1997) “Temas en Tecnología de Alimentos” Editorial Alfa y Omega. Santiago (Chile).
- 2.-Alvarado J. (et al) (2001), “Métodos para Medir Propiedades Físicas en Industria de Alimentos”. Editorial Acribia, S.A. Zaragoza (España).
- 3.-Barbosa G. – Canovas (et al). (1984) “Deshidratación de los alimentos”. Editorial Acribia, S.A. Zaragoza (España).
- 4.-Braverman, J. (1967). “Introducción a la Bioquímica de los Alimentos”. Editorial Goldblith S.A .Barcelona (España).
- 5.-Camacho G. (2006). “Deshidratación Osmótica de Frutas (Instituto de Ciencias y Tecnología de Alimentos)”. Editorial Reverté. Zaragoza (España).
- 6.-Carrillo, S. (1995). “Obtención de Huesillo a partir de Durazno (*Prunus Pérsica*) mediante Deshidratado Osmótico”. Tesis Facultad de Industrias Alimentarias – UNALM. Lima- Perú.
- 7.-Cheftel, J. (1976). “Introducción a la Bioquímica y Tecnología de los Alimentos” Vol. I.Editorial Acribia. Zaragoza (España).
- 8.-Cruz, E. (2003). “Control Integrado de Enfermedades en el Cultivo Melocotonero en el valle de Huaral”. Tesis Facultad de Agronomía - UNALM. Lima- Perú.
- 9.-Desrosier, N. (1966). Conservación de los Alimentos”. Editorial Continental S.A. México.
- 10.-Fellows P. (1994). “Tecnología del Procesado de los alimentos”. Editorial Acribia, S.A. Zaragoza (España).
- 11.-Fennema, O. (1985). “Introducción a la Ciencia de los Alimentos”. Editorial Reverté. Zaragoza (España).

- 12.-Flores, E. (1977). “Deshidratación de frutas por Osmosis: Piña (*Ananas comusus*): Efectos del Bisulfito, Temperatura y tipo de Edulcorante”. Tesis para optar el título de Ingeniero de Industrias Alimentarias. UNALM. Lima- Perú.
- 13.-Forsyth S. (2000) J. “Alimentos Seguros Microbiología”. Editorial Acribia. S.A. España.
- 14.-Geankoplis C.J. (1998) “Procesos de Transporte y Operaciones Unitarias”. Editorial Continental. S.A. México.
- 15.-Lazo, R (1973). “Elaboración de Pulpas y Néctares de Durazno (*Prunus Pérsica*)”. Tesis Facultad Industrias Alimentarias - UNALM. Lima- Perú.
- 16.-Madrid, K.T (1992). “Secado de Manzana por Métodos combinados de Osmosis y Secado convencional”. Tesis Facultad Industrias Alimentarias – UNALM. Lima- Perú.
- 17.-Moyano, C.P. (1991) “Estudio Preliminar de la Difusión de Sorbato durante la Deshidratación Osmótica de Manzana”. Actas del IV Congreso Latinoamericano de Transferencia de Calor y Materia. La Serena (Chile).
- 18.-Muller, G. (1981). “Microbiología de los Alimentos Vegetales”. Editorial Acribia. Zaragoza (España).
- 19.-Pantastico, B. (1975). “Fisiología de la Post-recolección, manejo y utilización de Frutas y Hortalizas Tropicales y Subtropicales”. Editorial Continental S.A. México.
- 20.-Peña A, (et al). (2003). “Estudio de Pre-Factibilidad para la Instalación de una Planta Procesadora de Infusiones filtrantes de Durazno Variedad Blanquillo y Manzana”. Tesis Ciclo Optativo de Profesionalización en Gestión Agrícola Empresarial. UNALM. Lima- Perú.
- 21.-Potter, N. (1973) “Ciencia de los Alimentos”. Editorial Acribia, S.A Zaragoza (España).
- 22.- Rodríguez. (1977). “Deshidratación de frutas por Osmosis II Piña (*Ananas comusus*) : Efectos d del la concentración y temperatura del edulcorante y del sorbato de potasio” .Tesis para optar el título de Ingeniero de Industrias Alimentarias. UNALM. Lima.

- 23.-Salazar, L. (1999). “Obtención de la Carambola (*Averroa carambola L*) Deshidratada por Osmosis”. Tesis Facultad de Industrias Alimentarias .UNALM. Lima- Perú.
- 24.-Schmith – Hebbel, H. (1982). “Ciencia y Tecnología de los Alimentos”. Editorial Universitaria. Santiago de Chile (Chile).
- 25.-Sharma K, S. (2003). “Ingeniería de Alimentos, Operaciones Unitarias y Practicas de Laboratorio”. Editorial Limusa. México.
- 26.-Stephen Forsythe. (2000). “Alimentos Seguros: Microbiología”. Editorial Acribia, S.A. Zaragoza (España).
- 27.-Solís, S. (1994). “Obtención de parámetros Tecnológicos para la elaboración de fruta confitada de carambola (*Averroha carambola L*)”. Tesis Facultad de Industrias Alimentarias. Universidad Agraria de la Selva. Tingo María (Perú).
- 28.-Ureña M, (et al), (1999). “Evaluación Sensorial de los Alimentos” . Editorial Agraria 1999 .UNALM. Lima (Perú).
- 29.- Norma Técnica Nacional ITINTEC 209.147 Abril, 1980
- 30.-Resolución Ministerial N° 615-2003-SA/DM (2003) "Criterios Microbiológicos de Calidad Sanitaria e Inocuidad para los Alimentos y Bebidas de Consumo Humano"

-Centro de investigación y capacitación en envases y embalajes “CICEE”. (1995). Separata del Curso de Deshidratación de Alimentos (Food Dehydration). Vicerrectorado Académico-Oficina de proyección social. UNALM. Lima- Perú.

- “Deshidratación Osmótica de Frutas”

www.virtual.unal.edu.co/agronomia/2006228/teoria/fundam/pl.htm

-“Guía de Prácticas de Microbiología de Alimentos y Productos Agropecuarios”. Quito, M. Facultad de Industrias Alimentarias – UNALM. Lima Perú.

- “El Cultivo del Melocotón”

Camacho Olarte Docente e Investigador del área de frutas y hortalizas del ICTA Colombia. (Instituto de Ciencias y Tecnología de Alimentos)

www.virtual.unal.edu.co/agronomia/2006228/teoria/fundam/pl.htm

-“El Cultivo del Melocotón.

www.laverdad.es/canalagro/datos/frutas_tradicional/melocoton.htm

-“El Cultivo del melocotón”

[.www.infoagro.com/frutas/frutas_tradicionales/melocoton](http://www.infoagro.com/frutas/frutas_tradicionales/melocoton)

-“Estabilidad de Pigmentos en Frutas Sometidas a Tratamiento con Energía de Microondas”. Jiménez M. (et al).México (2002)

<http://www.scielo.com>

-“Obtención de Parámetros Tecnológicos para la Elaboración de Fruta Confitada de Carambola (*Averroa Carambola L.*) por el Método de Proceso Lento”.

[http://www.icta.gob.gt/fpdf/recom /frut ls/cultivomelocotoneros.PDF](http://www.icta.gob.gt/fpdf/recom/frutas/cultivomelocotoneros.PDF).

-Recomendaciones Técnicas para el cultivo de melocotoneros y durazneros.

Revista Alimentos Ciencia e Ingeniería Octubre 2005 N 14 (2) pág. 63

http://fcial.uta.edu.ec/archivos/revistas/REV14_2.pdf).

-Revista Facultad Nacional de Agronomía, vol.58 no.2 Medellín July/Dec. 2005

http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0304-

[28472005000200013&lng=en&nrm=iso&tlng=es](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0304-28472005000200013&lng=en&nrm=iso&tlng=es)

-Revista FAO

<http://www.fao.org/docrep/008/y5771s/y5771s02.htm>

Rodríguez F. “Cultivo del Duraznero”.Boletín N°25.Ministerio de Agricultura.