



# UNIVERSIDAD AUSTRAL DE CHILE

Facultad de Ciencias Agrarias  
Escuela de Ingeniería en Alimentos

## **Elaboración de Láminas de Fruta (“*fruit leathers*”) a partir de pulpa de Murta (*Ugni molinae* Turcz) congelada**

Tesis presentada como parte de los  
requisitos para optar al grado de  
Licenciado en Ingeniería en Alimentos

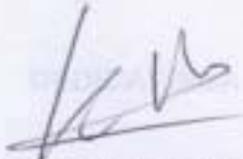
**Fausto Santiago Merino Darquea**

Valdivia Chile 2002



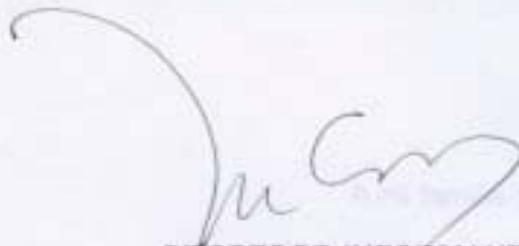
**PROFESOR PATROCINANTE**

Fernando Figuerola Rivas  
Ingeniero Agrónomo, Master of Science  
Instituto de Ciencia y Tecnología de los Alimentos



**PROFESOR INFORMANTE**

Kong Shun Ah-Hen  
Ingeniero en Alimentos, (Dipl. – Ing ; Dr. – Ing)  
Doctor en Ingeniería  
Instituto de Ciencia y Tecnología de los Alimentos



**PROFESOR INFORMANTE**

Marcia Costa Lobo  
Ingeniero Civil Bioquímico, Diploma Ingeniería Industrial  
Instituto de Ciencia y Tecnología de los Alimentos

## DEDICATORIA

A mi familia y a mi prima Marcia Isabel

## **AGRADECIMIENTOS**

A mis padres y hermanas por su sacrificio, comprensión, apoyo y sobre todo por su amor y cariño incondicional.

Al profesor Fernando Figuerola, quien fue guía y patrocinante para llevar a cabo este trabajo. También a los profesores Kong Shun Ah-Hen, Marcia Costa y Fernando Asenjo por su ayuda y colaboración.

A la UACH y en especial al ICYTAL por facilitarme los laboratorios para llevar a cabo esta investigación.

A la Marcelita por su apoyo, amor y sobre todo su ayuda no solamente para lograr este trabajo, sino durante toda la carrera, para alcanzar la tan esperada meta.

A mis compañeros Eduardo, Alejandro, Cristian, Claudia, Mónica, etc., con quienes compartimos muy buenos momentos y experiencias enriquecedoras e inolvidables.

**INDICE DE MATERIAS**

Capítulo		Página
1	INTRODUCCION	1
2	REVISION BIBLIOGRAFICA	3
2.1	La murta	3
2.1.1	Antecedentes generales	3
2.1.2	Características de la murta	6
2.2	La manzana	6
2.3	Agua en los alimentos	8
2.4	Actividad de agua	8
2.5	Láminas de fruta ( <i>"fruit leathers"</i> )	9
2.6	Operaciones preliminares en la elaboración de láminas de fruta	11
2.6.1	Lavado	11
2.6.2	Selección	11
2.6.3	Escaldado	12
2.6.4	Deshidratación	12
2.7	Valor nutritivo de las láminas de fruta	15
2.7.1	Fibra dietaria	15
2.7.2	Pectina	16
2.7.3	Los azúcares	17
2.7.4	Vitamina C	17
2.8	Evaluación sensorial	18

3	MATERIAL Y METODO	20
3.1	Material	20
3.2	Método	20
3.2.1	Metodología utilizada	21
3.2.2	Diseño experimental	22
3.2.3	Determinaciones analíticas	22
3.2.3.1	Materia prima	22
3.2.3.2	Producto terminado	24
3.2.4	Evaluación sensorial	24
3.2.5	Análisis estadístico	24
3.2.6	Análisis de vida útil	24
4	PRESENTACION Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS	26
4.1	Deshidratación	26
4.2	Rendimientos	34
4.3	Determinaciones analíticas	34
4.4	Fibra dietaria	39
4.5	Aporte calórico de las láminas de fruta	40
4.6	Evaluación sensorial	41
4.6.1	Aceptabilidad	41
4.6.2	Atributos de calidad	43
4.7	Vida Útil	45
5	CONCLUSIONES	47
6	RESUMEN	48
7	BIBLIOGRAFIA	50
	ANEXOS	57

**INDICE DE CUADROS**

Cuadro		Página
1	Composición química de la murtila (por 100 g parte comestible)	5
2	Composición química de la manzana (por 100 g parte comestible)	7
3	Contenido de fibra dietaria total de alimentos consumidos en Chile	16
4	Composición de los tratamientos utilizados	21
5	Datos de la curva de velocidad de secado adimensional en distintos períodos de tiempo	33
6	Resultados de rendimientos obtenidos después de la deshidratación	35
7	Resultados de las determinaciones analíticas de la materia prima	35
8	Resultados de las determinaciones analíticas de las mezclas	37

9	Resultados de las determinaciones analíticas del producto terminado	38
10	Pérdida de vitamina C de las láminas de fruta a partir de murta	39
11	Contenido de fibra dietaria de las láminas de fruta a partir de murta	40
12	Contenido calórico de las láminas de fruta a partir de murta	41
13	Evaluación de aceptabilidad de las láminas de fruta a partir de murta	42
14	Evaluación descriptiva global de las láminas de fruta a partir de murta	43

**INDICE DE FIGURAS**

Figura		Página
1	Murta ( <i>Ugni molinae</i> Turcz)	3
2	Distribución de los principales usos de murta en el país	4
3	Diagrama de flujo de láminas de fruta a partir de murta	23
4	Contenido de humedad en función del tiempo de secado para los cuatro tratamientos	27
5	Curvas de velocidad de secado frente al tiempo de secado	29
6	Curvas de velocidad de secado adimensional en función del tiempo para los cuatro tratamientos	30
7	Curvas de velocidad de secado en función del contenido de humedad	32
8	Láminas de fruta a partir de murta	45

**INDICE DE ANEXOS**

Anexo		Página
1	Análisis de Varianza y Test de Rango Múltiple para los rendimientos obtenidos después de la deshidratación	58
2	Análisis de Varianza y Test de Rango Múltiple para las mezclas	59
3	Análisis de Varianza y Test de Rango Múltiple para el producto terminado	61
4	Planilla de evaluación sensorial para aceptabilidad	63
5	Planilla de evaluación sensorial para atributos de calidad	64
6	Análisis de Varianza y Test de Rango Múltiple para textura en la evaluación sensorial	66

## 1. INTRODUCCION

Se ha planteado la necesidad de elaborar nuevos productos para aprovechar los excedentes de frutas que quedan del consumo fresco y de la agroindustria tradicional. Por ello, se busca elaborar nuevos productos de buena calidad, que sean aceptados por el público, obteniendo así un mercado alternativo, y de mayor valor agregado.

Uno de estos productos son los llamados láminas de fruta ("*fruit leathers*"), las que se obtienen al disminuir la humedad mediante un proceso de concentración y deshidratación, elaboradas a partir de pulpas de frutas, azúcar y otros ingredientes menores.

La murta, *Ugni molinae* Turcz, se presenta como una alternativa de producción en las actuales condiciones de la agricultura chilena, ya que presenta como característica el aroma intenso de sus frutos, agradable sabor, y por otro lado, al ser poco conocida por los mercados extranjeros, podría ser una alternativa de exportación como producto no tradicional (VENEGAS *et al.*, 1993).

La hipótesis de la presente investigación es: "si se elaboran láminas de fruta, con altos contenidos de azúcar y murta (*Ugni molinae* Turcz), será posible su conservación sin la adición de preservantes, por un período prolongado (no menos de seis meses)".

Para cumplir con la hipótesis planteada se proponen los siguientes objetivos:

Objetivo general:

- Elaborar láminas de fruta naturales, sin preservantes químicos, que puedan auto conservarse y mantener su calidad en el tiempo.

Objetivos específicos:

- Estudiar la factibilidad de producir láminas de fruta sin aditivos, ni preservantes y con adición de azúcar.
- Estudiar la factibilidad de mezclar pulpa de murta con pulpa de manzana, debido a que esta última tiene un alto contenido de fibra dietaria.
- Formular la adición necesaria de edulcorante y manzana para la mejor aceptabilidad del consumidor.

## 2. REVISION BIBLIOGRAFICA

### 2.1 La murta

En Chile existen tres especies de murta o murtilla: *Ugni molinae* Turcz, *Ugni condollei* (Barn) Berg y *Ugni selkirkii* (H. y A.) Berg, las dos primeras se encuentran en el territorio continental y la tercera en la Isla Juan Fernández. Se diferencian entre si por características morfológicas, especialmente coloración del fruto (VENEGAS *et al.* 1995).

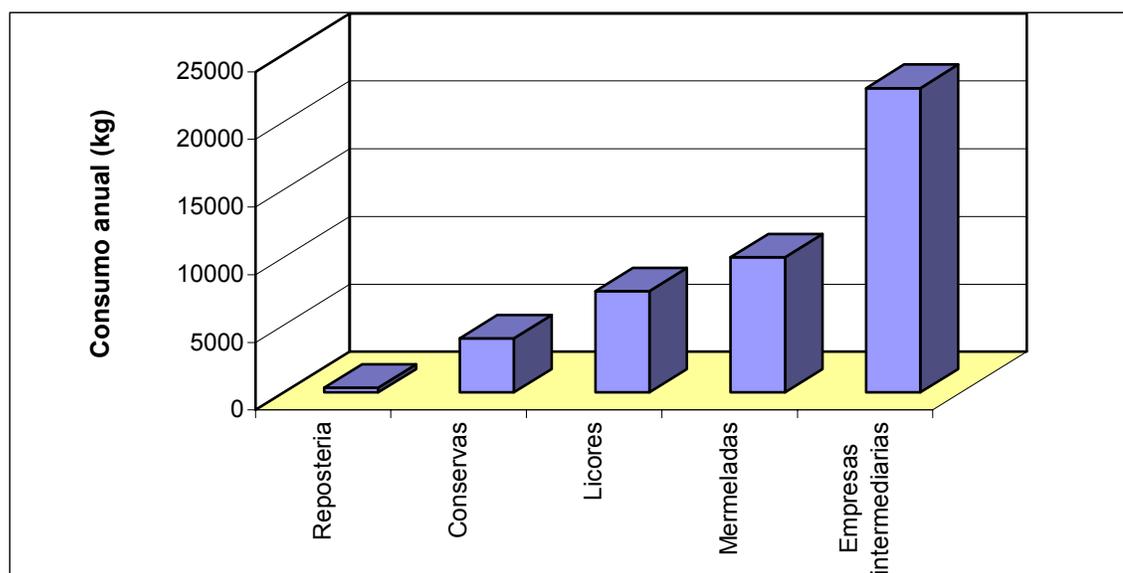
**2.1.1 Antecedentes generales:** La murta (*Ugni molinae* Turcz), mostrada en la FIGURA 1, es una baya globosa, de color rojo de epicarpio y blanco en la pulpa con una fragancia característica, de 6 a 10 mm de diámetro (TORRES *et al.*, 1999). Es un arbusto siempre verde que puede alcanzar 2 m de altura, con hojas opuestas generalmente ovoides y puntiagudas (RODRÍGUEZ, 1986; LAVIN y MUÑOZ, 1988).



FIGURA 1. Murta (*Ugni molinae* Turcz)

La murta (*Ugni molinae* Turcz), especie perteneciente a la familia de las Mirtáceas (HOFFMANN, 1982), nativa del sur de Chile se encuentra sola o asociada, distribuida desde Talca (VII Región) hasta el río Palena (XII Región) (RODRÍGUEZ, 1986), especialmente en la cordillera de la costa y parte de la precordillera andina (RAMÍREZ *et al.*,1980). Condiciones tales como su tolerancia al frío, sequía, su peculiar sabor y sus bajos requerimientos de nutrientes hacen de ella una posible alternativa de producción sobre todo para la pequeña agricultura. Sin embargo, algunas características como el tamaño de su fruto y su bajo rendimiento impiden su explotación comercial (MEDEL, 1981).

La principal forma de comercialización de este fruto es en fresco, no obstante sus características hacen de el una buena alternativa para la elaboración de productos procesados comestibles como mermeladas, pulpas, licores, entre otros, los cuales se muestran en la FIGURA 2 (VENEGAS *et al.*, 1993; CHILE, 1998; SEGUEL, *et al.* 2000).



**FIGURA 2. Distribución de los principales usos de murta en el país**  
Fuente: (CHILE, 1998)

La murta es un fruto pequeño y liviano, cuyo contenido de sólidos solubles es comparable al de la frambuesa, frutilla y arándano (VENEGAS *et al.*, 1993; CHILE, 1998), pero con acidez titulable inferior a la de éstos. Significa ello, que este fruto presenta una menor capacidad de resistir largos períodos de almacenamiento ya que su descomposición es más rápida (VENEGAS *et al.*, 1993). La composición química de la murta se observa en el CUADRO 1.

**CUADRO 1. Composición química de la murta (por 100 g parte comestible)**

	g	mg	
	*	*	**
Calorías (kcal)	75		
Humedad (%)	77,2		
Proteína	0,3		
Lípidos	0,3		
Carbohidratos	19,4		
Fibra cruda	1,8		
Cenizas	0,6		
Calcio		90	
Fósforo		20	
Potasio		116	
Ac. Ascórbico			63,4

Fuente: \* SCHMIDT – HEBBEL y PENNACCHIOTTI, 1979.

\*\* TORRES *et al.*, 1999

Otro antecedente entregado por TORRES *et al.*, (1999) respecto a la composición química de la murta es que posee un pH de 4,29. Según CHILE (1998), el contenido de sólidos solubles es de un 15%.

### 2.1.2 Características de la murta

- Crecimiento del fruto: es un crecimiento más bien lento. La caída de los pétalos se produce en el mes de enero momento en el que se inicia el crecimiento del fruto ( ALBA, 1977).
- Madurez: el fruto alcanza su madurez comercial a fines de marzo o abril, dependiendo de los días de sol que se observen durante la temporada verano - otoño. El fruto maduro permanece largo tiempo adherido a la planta madre (hasta 2 meses) sin observarse deterioro de él, tampoco se ve afectado por la lluvia cuando está en la planta (ALBA, 1977).
- Producción: una hectárea de murtales no asociadas de vegetación compacta al estado silvestre, produce alrededor de 1000 kg de fruta al año. Con un mejoramiento en el manejo de murtales, es decir, introduciendo la poda, fertilización, controles sanitarios y métodos de cosecha la producción puede incrementarse hasta 6000 kg/há·año (ALBA, 1977).

## 2.2 La manzana

El fruto del manzano (*Malus pumila* Mills), corresponde a un pomo, la parte carnosa se forma a partir de tejido del receptáculo del cáliz de la flor, posee cinco carpelos, generalmente con dos semillas cada una, más o menos unidos en la cavidad calicinal, la que tiene forma de copa (WESTWOOD, 1982). La composición química de la manzana se muestra en el CUADRO 2.

Un dato importante respecto a la composición química de la manzana es que posee un pH entre 2,8 – 3,3 y tiene alrededor de 11% de azúcares, pero esto varía según el cultivar y según las condiciones de cultivo (ARTHEY, 1996). En general, el agua y azúcares constituyen en conjunto un 95% de los componentes de la manzana por lo que el contenido de azúcares varía de acuerdo al contenido de agua (CHILE, 1980).

**CUADRO 2. Composición química de la manzana (por 100 g parte comestible)**

	<b>g</b>	<b>mg</b>
Calorías (kcal)	53	
Humedad	84,2	
Proteína	0,3	
Lípidos	0,3	
Carbohidratos	14,5	
Fibra cruda	0,5	
Cenizas	0,2	
Calcio		7
Fósforo		10
Hierro		0,2
Sodio		1,1
Potasio		108
Tiamina		0,04
Riboflavina		0,07
Niacina		0,2
Ac. Ascórbico		5,6

Fuente: SCHMIDT – HEBBEL y PENNACCHIOTTI, 1979

Específicamente, en cuanto al cultivar Liberty, MEDEL (1993) señala que este tipo de manzana posee un contenido de sólidos solubles de 12,1 °Brix, una acidez de 831 (mg de ácido Málico / 100 g de jugo) y un pH de 3,3.

El árbol es vigoroso, de copa redonda y abierta. Los frutos son de calibre medio, forma redonda y achatada, de color rojo intenso cubriendo gran parte de la piel, que tiene color de fondo verde amarillo. La pulpa es de color blanco, de textura fuerte, crujiente, jugosa y aromática (MEDEL, 1992).

### **2.3 Agua en los Alimentos**

El agua forma parte de la mayoría de los alimentos naturales. Las frutas y las hortalizas pueden contener un 90% o más de agua. El agua afecta a las condiciones o características de conservación de los alimentos, y por esta razón se elimina de los mismos, bien sea parcialmente, como en la evaporación y la concentración, o bien casi completamente como en la deshidratación (POTTER, 1999).

Otra razón para eliminar el agua de los alimentos (además de la conservación), es la de reducir su peso y el volumen del alimento y así economizar en envases y costos de transporte (POTTER, 1999).

El agua, en la cantidad, localización y orientación correcta, es crucial para los procesos vitales, e influye profundamente también en la estructura, aspecto y sabor de los alimentos y en su susceptibilidad a la alteración (FENNEMA, 1993).

Es importante señalar que la eliminación del agua, ya sea por deshidratación convencional o por separación localizada en forma de cristales de hielo puro (congelación), altera considerablemente las propiedades nativas de los alimentos y productos biológicos (FENNEMA, 1993).

### **2.4 Actividad de agua**

La actividad de agua ( $a_w$ ), es un mejor indicador de la alterabilidad de los alimentos que el contenido de agua, no es perfecto, puesto que otros factores como concentración de oxígeno, pH, movilidad del agua y el tipo de soluto presente, pueden, en algunos casos, ejercer fuertes influencias sobre la velocidad de degradación (FENNEMA, 1993).

El término actividad de agua está relacionado con la humedad relativa, y se

expresa de la siguiente forma (BELITZ y GROSCH, 1997):

$$a_w = \frac{P}{P_o} = \frac{HRE}{100}$$

Donde:

$a_w$  = Actividad de agua.

$P$  = Presión parcial de vapor del agua en un alimento a una temperatura  $T$ .

$P_o$  = Presión de vapor de saturación del agua pura a la misma temperatura  $T$ .

HRE = Humedad relativa en el equilibrio.

FENNEMA (1999) señala que las frutas desecadas que contienen un 15 - 20 % de humedad, tienen un rango de  $a_w$  de 0,6 – 0,65, en la cual hay crecimiento de mohos y levaduras, y con un  $a_w$  de 0,5 no hay proliferación microbiana. Pero según POTTER (1999) a valores de  $a_w$  menores de 0,65 se inhibe completamente el desarrollo de los mohos.

La  $a_w$  tiene que ver con la inhibición microbiana, sin embargo, también afecta otras propiedades de los alimentos como reactividad y equilibrio químico, actividad enzimática, textura, color y estabilidad de los nutrientes (POTTER, 1999).

## 2.5 Láminas de fruta (“fruit leathers”)

Las láminas de fruta, también llamadas pieles o rollos de fruta, comenzaron a ser estudiadas en 1942 como una solución para obtener raciones de combate para las fuerzas armadas, por su alto contenido energético, ya que pueden ser almacenadas entre temperaturas de  $-18^{\circ}\text{C}$  hasta  $40^{\circ}\text{C}$  sin sufrir ningún tipo de deterioro (Cruess citado por LODGE, 1981). El origen de las láminas de fruta es

Norteamérica, pero su consumo se ha extendido a Centro y Sudamérica, África del norte, Europa, países Mediterráneos, Medio Oriente, etc (EWAIDAH y HASAN, 1992).

La elaboración de láminas de fruta es un atractivo método alternativo para extender la vida útil de fruta procesada (ANÓNIMO, 1998).

Las láminas de fruta son elaboradas por la deshidratación de purés de fruta (VIJAYANAND, *et al.*, 2000; CHEMAN y SIN, 1997). Estas pueden ser preparadas de muchos frutos, por ejemplo, manzana, papaya, guayaba, durazno, mango, naranja, plátano, berries, ciruela, uva, fresa, kiwi, y una serie de combinaciones de fruta (CHEMAN y TAUFIK, 1995).

Cuando la lámina de fruta no es correctamente empacada, ésta pierde color y sabor gradualmente y los estándares de calidad son difíciles de mantener (WOODROOF, 1986; ANÓNIMO, 1988).

Según MOYLS (1981), la deshidratación comercial de frutas ha tenido un importante incremento en los últimos años, y una de sus aplicaciones es la producción de láminas de fruta, las que se obtienen mediante la remoción de la humedad de una extensa capa de fruta hasta obtener la estructura de una lámina.

El secado o deshidratación de las láminas de fruta puede llevarse a cabo en un deshidratador o bajo energía solar directa; según TORRES (1988) la deshidratación implica el control sobre las condiciones climáticas dentro de una cámara y el secado solar está a merced de los elementos naturales, por lo que los alimentos secados en una unidad deshidratadora pueden tener mejor calidad que sus duplicados secados al sol.

Estos productos alimenticios pueden ser secados mediante la aplicación de aire, vapor sobrecalentado, en vacío, con gas inerte o por aplicación directa de calor. Generalmente se utiliza el aire caliente como medio secador, debido a su abundancia, conveniencia y a que puede ser controlado fácilmente mediante equipos adecuados (TORRES, 1988).

Según Amoriggi citado por STIER (1996), el tiempo de deshidratación varía entre 4 y 48 horas. Además, MOYLS (1981) señala que se deben considerar factores como temperatura de secado, la cual varía entre 45 y 121 °C, sin embargo, las altas temperaturas provocan problemas de caramelización por lo que no son aconsejables a pesar de que reducen fuertemente el tiempo de secado.

## **2.6 Operaciones preliminares en la elaboración de láminas de fruta**

Estas operaciones son básicas y se requieren en el proceso de elaboración de láminas de fruta, entre las más importantes se puede mencionar: lavado, selección, escaldado y deshidratación.

### **2.6.1 Lavado**

El lavado es una operación que generalmente constituye el punto de partida de cualquier proceso de producción para frutas y hortalizas. Este consiste en eliminar la suciedad que el material trae consigo antes que entre a la línea de proceso, evitando así las complicaciones derivadas de la contaminación que la materia prima puede contener. Este lavado debe realizarse con agua limpia, lo más pura posible y de ser necesario potabilizada mediante la adición de hipoclorito de sodio, a razón de 10 mL de solución al 10% por cada 100 litros de agua (PALTRINIERI y FIGUEROLA, 1998).

### **2.6.2 Selección**

Una vez que la materia prima está limpia, se procede a la selección, la cual se

realiza en una mesa adecuada a tal propósito. Se trata, entonces, de separar toda fruta que no presenta uniformidad con el lote, en cuanto a madurez, color, tamaño o presencia de daño mecánico o microbiológico (PALTRINIERI y FIGUEROLA, 1998).

La uniformidad es un factor de calidad relevante, ya que se le da la mayor importancia a que el material sea homogéneo y uniforme. La selección cumple la función de producir tal homogeneidad (PALTRINIERI y FIGUEROLA, 1998).

### **2.6.3 Escaldado**

El escaldado es otra operación de amplio uso en el procesamiento de frutas y hortalizas. Corresponde a un tratamiento térmico usado con el propósito de acondicionar el material en diversos sentidos: ablandarlo para obtener un mejor llenado de los envases, inactivar enzimas deteriorantes causantes de malos olores, malos sabores y fallas del color natural del producto (PALTRINIERI y FIGUEROLA, 1998). El escaldado, dependiendo de su severidad, destruye también algunos microorganismos (POTTER, 1999).

El escaldado se realiza habitualmente con vapor o agua caliente, la elección de uno u otro método depende del tipo de alimento y de los procesos que sigan al escaldado, además, el tratamiento debe ser detenido en forma rápida mediante un enfriamiento eficiente. De las operaciones como el lavado, el transporte por arrastre con agua, el escaldado, el enfriamiento y la cocción, el escaldado es la que ocasiona las mayores pérdidas de nutrientes (FENNEMA, 1993; PALTRINIERI y FIGUEROLA, 1998).

### **2.6.4 Deshidratación**

La deshidratación de los alimentos es el método más antiguo de conservación de los alimentos perecederos (CASP y ABRIL, 1999), la cual consiste en la remoción de la mayor cantidad de agua presente en el alimento, normalmente

por vaporización, por la aplicación de calor (FELLOWS, 1988). Entre los productos obtenidos por deshidratación se encuentran algunos tan conocidos como la leche en polvo y el café instantáneo.

La deshidratación tiene por objetivo reducir el contenido de agua disponible del producto, es decir, disminuir la  $a_w$  hasta un nivel que sea insuficiente para la actividad de las enzimas o el crecimiento de microorganismos (FAO, 1993).

IBARZ y BARBOSA (1999), señalan que a pesar de que los términos de secado y deshidratación se utilizan como sinónimos, éstos se diferencian según el contenido de humedad, ya que se considera que un alimento está deshidratado si no contiene más de 2,5% de agua, mientras que uno seco puede contener más de 2,5 %.

Algunas de las ventajas de la deshidratación son:

- Los productos deshidratados tienen una larga vida útil, por un alto grado de inhibición de actividad bacteriana y fungosa, y su duración depende de las condiciones de almacenaje (MOYLS, 1981; BRENNAN, 1970).
- La reducción en peso y volumen de alimentos reduce costos de transporte y almacenamiento (VAN ARSDEL *et al.*, 1973), para algunos tipos de alimentos, provee gran variedad y conveniencia para el consumidor (FELLOWS, 1988). En algunos casos esta operación se aplica para conseguir productos más fáciles de utilizar o con un aspecto más atractivo (POTTER, 1999).
- No afecta el aporte calórico proveniente de la constitución original de frutas y hortalizas (MOYLS, 1981).

Una de las desventajas del secado es que causa deterioro de la calidad alimenticia y el valor nutritivo de los alimentos (FELLOWS, 1988). Por el contrario, MOYLS (1981) destaca que no hay reducción del contenido de

minerales, y la pérdida de vitaminas, no es mayor a la producida por otros métodos de conservación.

La deshidratación parcial es menos efectiva que la total, aunque en algunos microorganismos la deshidratación parcial, al igual que la concentración, puede ser suficiente para detener el crecimiento y la multiplicación. Los microorganismos en fase de crecimiento pueden contener más de un 80% de agua que obtienen del alimento en el que crecen. Si se elimina el agua del alimento, también será eliminada el requerido por las células bacterianas y se detendrá su multiplicación (POTTER, 1999).

Según Downing, citado por STIER (1996); existen factores que condicionan la efectividad del proceso de deshidratación, ellos son:

- Estructura y composición del material: estas propiedades afectan la migración de agua hacia la superficie de secado.
- Contenido de sólidos solubles: un mayor contenido de sólidos solubles aumenta la retención de agua en el producto.
- Tamaño del producto: en general la tasa de secado es directamente proporcional a la superficie del trozo, e inversamente proporcional al espesor.
- Humedad inicial del producto: el secado del producto depende de la transferencia de masa dada por la vaporización del agua presente; a medida que disminuye el contenido de agua se hace más difícil la evaporación, ya que el agua es retenida con más fuerza por las moléculas.
- Temperatura y humedad del aire de secado: a mayor temperatura, y menor humedad aumenta la velocidad de secado, sin embargo, temperaturas altas pueden producir caramelización y endurecimiento superficial.
- Velocidad y turbulencia del aire: al aumentar la velocidad y turbulencia del aire, se obtiene una reducción en el tiempo de secado.

## **2.7 Valor nutritivo de las láminas de fruta**

El valor nutritivo es el aporte de nutrientes y beneficios que nos proporciona un alimento, para poder satisfacer las necesidades diarias de un individuo, entre ellos podemos mencionar a la fibra, los azúcares, la vitamina C, etc.

### **2.7.1 Fibra Dietaria**

Se conoce con el nombre de fibra a diversos compuestos de origen vegetal que presentan como común denominador el estar constituidos por macromoléculas no digeribles, debido a que las enzimas del intestino humano no pueden hidrolizarlas (REDONDO, 1999).

En la década de los ochenta los investigadores en alimentos enfocaron su interés sobre la fracción de la fibra bruta que puede ser útil para los procesos digestivos en el tracto. A esta fracción se le ha dado el nombre de fibra dietaria. En esta fracción se incluyen polisacáridos no celulósicos, celulosa, lignina, hemicelulosa y sustancias pécticas (BERNAL, 1993).

Las fibras insolubles, como la celulosa, la mayoría de las hemicelulosas y la lignina, forman con el agua mezclas de baja viscosidad. Las fibras solubles, como las pectinas, se encuentra principalmente en las frutas y los vegetales, especialmente las naranjas, las manzanas y las zanahorias. Se encuentran también en las hojuelas del salvado, la cebada y las legumbres. Las fibras solubles forman mezclas de consistencia viscosa cuyo grado depende de la fuente de vegetal o fruta utilizada. De este grupo también forman parte las gomas y los mucílagos (REDONDO, 1999).

En el CUADRO 3, se muestra ejemplos con valores de fibra dietaria total (FDT) de algunos alimentos consumidos en Chile.

**CUADRO 3. Contenido de fibra dietaria total de alimentos consumidos en Chile (g/100 g producto comestible)**

Alimento	FDT
Salvado de trigo **	44,5
Cebada *	17,3
Fríjol **	15,4
Centeno *	14,6
Salvado de avena **	13,5
Trigo *	12,6
Maíz *	11,0
Avena *	10,3
Pan integral **	6,9
Pan corriente **	3,7

Fuente: \* FAO, 1999.

\*\* RUZ *et al.*, 1996.

### 2.7.2 Pectina

La pectina comercial se obtiene a partir de pulpa de manzana y de frutos cítricos. La pectina es un polisacárido constituido por 150-500 unidades de ácido galacturónico (WONG, 1995).

Las pectinas encuentran una amplia utilización en alimentos como mermeladas y confituras por su capacidad de formar geles estables. Las pectinas totalmente esterificadas no necesitan la adición de ácidos ni electrolitos para formar geles.

Las sustancias pécticas son importantes componentes de la fibra dietaria por sus propiedades intercambiadoras de iones debidas a la presencia de unidades de ácido galacturónico y por sus propiedades gelificantes (FAO, 1999).

### **2.7.3 Los azúcares**

Los azúcares como la glucosa, fructosa, maltosa, sacarosa y lactosa poseen en común y en diferentes grados las siguientes características: se usan habitualmente por su dulzor; son solubles en agua y originan fácilmente jarabes; proporcionan energía; son fácilmente fermentados por microorganismos; en alta concentración previenen el desarrollo de microorganismos y por ello se pueden usar como conservantes; se oscurecen y caramelizan al calentarlos (POTTER, 1999).

La sacarosa está presente sólo en pequeñísimas cantidades en la mayor parte de los alimentos vegetales, cuando se consumen estos alimentos naturales es minoritaria la ingestión de ese azúcar. La mayor parte de la sacarosa proviene del consumo de alimentos modificados (FENNEMA, 1993).

Una de las fuentes de obtención de sacarosa es la caña de azúcar, ésta contiene entre un 13 y 17% de sacarosa; otra fuente importante de obtención es la remolacha, la cual contiene aproximadamente un 18% de sacarosa (CHEFTEL , 1976; BERNAL, 1993).

### **2.7.4 Vitamina C**

La vitamina C o ácido ascórbico, pertenece a las vitaminas hidrosolubles (C y complejo B) no son almacenadas en el organismo y por eso es necesario suministrarlas constantemente (BERNAL, 1993) . La vitamina C es la vitamina antiescorbuto. Su deficiencia provoca fragilidad capilar, hemorragia frecuente de las encías, pérdida de dientes y trastornos de las articulaciones. Es necesaria

para la síntesis del colágeno, componente importante de la piel. Al igual que la vitamina E, la vitamina C favorece la absorción de hierro (POTTER, 1999).

Las frutas y verduras maduras son su fuente más apropiada aún cuando también existe en los tubérculos en cantidades menores (BERNAL, 1993). Son excelentes fuentes de vitamina C las frutas cítricas, los tomates, las coles y los pimientos verdes (POTTER, 1999).

La vitamina C es muy sensible a diversas formas de degradación, como la temperatura, la concentración de sal y azúcar, el pH, el oxígeno, etc. (FENNEMA, 1993). Además, es la vitamina que se pierde con mayor facilidad durante la elaboración, almacenamiento y cocción de los alimentos. Para evitar pérdidas de vitamina C los alimentos que la contienen deben protegerse de la exposición al oxígeno (POTTER, 1999).

## **2.8 Evaluación sensorial**

La evaluación sensorial es una disciplina desarrollada desde hace décadas; nació durante la segunda guerra mundial, ante la necesidad de establecer las razones que hacían que las tropas rechazaran en gran volumen las raciones de campaña (WITTIG, 1981).

Según Cornejo y Leverato, citados por KINAST (2001), la evaluación sensorial de los alimentos consiste en la aplicación de diferentes técnicas que mediante el uso de los sentidos permiten llegar a una valoración muy adecuada de los alimentos que son ingeridos. La evaluación sensorial llega a afinar los sentidos usando la fisiología y la psicología de la percepción.

Los consumidores son muy sofisticados en los productos que desean consumir, desean diversidad en su dieta y diferentes sensaciones, además de un amplio rango nutricional (STONE y SIDEL, 1995).

El conocimiento de las características de los productos es importante; para intentar establecer un producto en un mercado es necesario aplicar un test que permita asegurar que va a ser consumido por el grupo de la población al cual está destinado. Además, se debe tratar de determinar el nivel de consumo, y el poder comprador del producto (STONE y SIDEL, 1995). Para conocer esta respuesta la evaluación sensorial resulta ser una útil herramienta que permite determinar algunas cualidades que los instrumentos y técnicas analíticas no son capaces de estimar.

La evaluación sensorial trabaja en base a paneles de degustadores, denominados jueces, que hacen uso de sus sentidos como herramientas de trabajo (WITTIG, 1981).

La propiedad sensorial más importante para los tecnólogos de alimentos, asociada con el sentido de la vista, es la apariencia; esta propiedad puede hacer que un alimento sea aceptado o rechazado de inmediato por el consumidor, sin siquiera haberlo probado (ANZALDUA, 1994).

Después del color de los alimentos, el olor de éstos afecta muy significativamente a la aceptación de los mismos. El olor es la percepción de sustancias volátiles -fragantes o fétidas- por medio de la nariz. En cambio el aroma es la detección después de haberse puesto el alimento en la boca. El gusto de un alimento puede ser salado, dulce, amargo o ácido; mientras que el sabor del alimento consiste en una combinación de gusto y aroma (ANZALDUA, 1994).

### 3. MATERIAL Y METODO

#### 3.1 Material

- **Lugar:** La investigación se realizó en los laboratorios del Instituto de Ciencia y Tecnología de los Alimentos (ICYTAL), de la Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Austral de Chile. Valdivia.

La deshidratación del producto se realizó en la Unidad Experimental Santa Rosa. Universidad Austral de Chile. Valdivia.

- **Materia prima:** La materia prima utilizada es: murta (*Ugni molinae* Turcz), la que se recolectó en la zona de Curiñanco, Valdivia y se mantuvo congelada, manzana (*Malus pumila* Mills) cv. Liberty, proveniente del fundo Santa Rosa, Valdivia, y azúcar (sacarosa).
- **Equipos:** Balanza, despulpadora, deshidratador de bandeja, potenciómetro, refractómetro, estufa, analizador de  $a_w$ , calorímetro.

#### 3.2 Método

Mediante pruebas experimentales previas se establecieron las composiciones de los tratamientos a utilizar, variando la composición de los ingredientes para la elaboración de láminas de fruta deshidratada, las cuales se pueden observar en el CUADRO 4.

Las restricciones en el uso de los ingredientes fueron:

Murta  $\geq 80\%$

Manzana  $\leq 10\%$

Azúcar  $\leq 15\%$

**CUADRO 4. Composición de los tratamientos utilizados**

<b>Tratamientos</b>	<b>Murta (%)</b>	<b>Manzana (%)</b>	<b>Azúcar (%)</b>
T1	90	0	10
T2	85	0	15
T3	85	5	10
T4	80	10	10

**3.2.1 Metodología utilizada:** el proceso de elaboración de láminas de fruta se detalla a continuación en los siguientes pasos:

1. Selección de la murta: una vez descongelada la murta, se procedió a separar y eliminar los restos de hojas, palos y fruta machucada.
2. Lavado con agua: se lavó para eliminar cualquier suciedad o restos de insectos.
3. Escaldado: para realizar el escaldado la materia prima fue dispuesta en mallas para facilitar la dosificación y el respectivo manipuleo, esta operación se realizó a 90 °C durante 4 minutos en ollas de acero inoxidable.
4. Despulpado: el despulpado de la murta y manzana se realizó en una despulpadora semi-industrial con un tamiz de 0,5 mm.
5. Adición de aditivos y mezclado: a la pulpa de murta se le adicionó pulpa de manzana y azúcar en cantidades determinadas y luego se mezclaron.
6. Toma de muestras: a las respectivas mezclas se tomaron muestras para realizar las determinaciones analíticas.
7. Moldeado: para la deshidratación se utilizaron bandejas (moldes) de aluminio.

8. Deshidratado: las tres repeticiones de cada tratamiento se secaron en distintos momentos. El secado se realizó a 55 °C durante 29 horas, para esta operación se utilizó un deshidratador de bandejas.
9. Enfriado: las bandejas se dejan en reposo en un desecador para homogeneizar la humedad del producto.
10. Toma de muestras: a las láminas se tomaron muestras para realizar las determinaciones analíticas del producto final.
11. Cortado: las láminas se desmoldaron y se cortaron en un tamaño de 9 x 4,5 cm.
12. Envasado: las láminas de fruta se envasaron en papel celofán.
13. Almacenamiento: a temperatura ambiente.

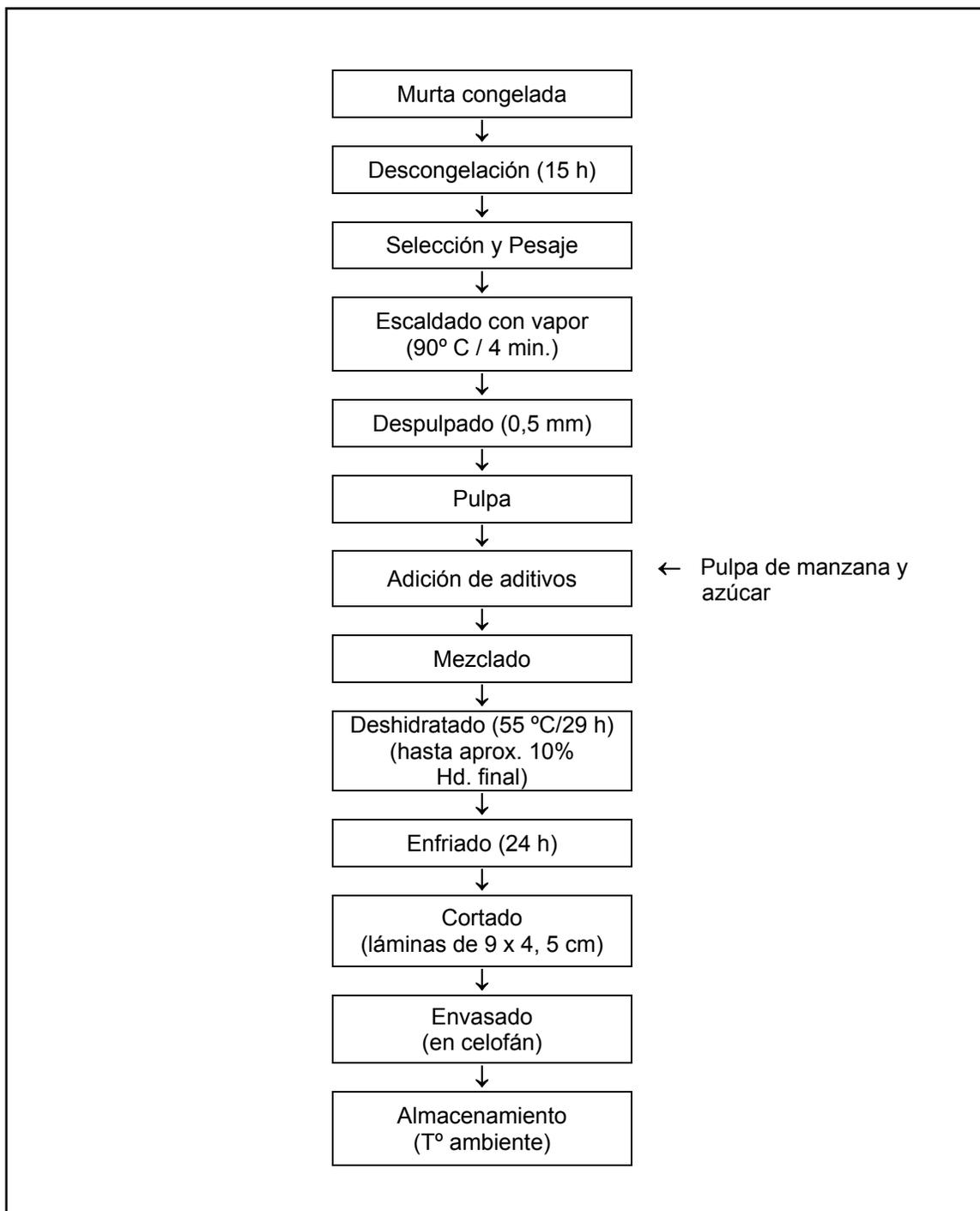
Un resumen de la metodología utilizada, se presenta en el diagrama de flujo de láminas de fruta a partir de murta, el cual se muestra en la FIGURA 3.

**3.2.2 Diseño experimental:** Se aplicó un diseño experimental completamente aleatorizado, con cuatro tratamientos y tres repeticiones, es decir, doce ensayos. Estos fueron distribuidos aleatoriamente para ser deshidratados en tres diferentes procesos de secado bajo las mismas condiciones.

**3.2.3 Determinaciones analíticas:** Se realizaron determinaciones analíticas para caracterizar, tanto a la materia prima como al producto terminado.

#### **3.2.3.1 Materia prima**

- Sólidos solubles: mediante un refractómetro Bellingham and Stanley RF330.
- Acidez: se determinó por titulación potenciométrica utilizando NaOH 0,1 N.
- pH: se cuantificó mediante un potenciómetro Radiometer Copenhagen.
- Humedad: se determinó mediante el método gravimétrico (AOAC, 1995).



**FIGURA 3.** Diagrama de flujo de láminas de fruta a partir de murta

### 3.2.3.2 Producto terminado

- Sólidos solubles: mediante un refractómetro Bellingham and Stanley RF330 (CHILE, 1978) .
- Acidez: se determinó por titulación potenciométrica utilizando NaOH 0,1 N (CHILE, 1976 ).
- Humedad: se determinó mediante el método gravimétrico (AOAC, 1995).
- Contenido de fibra dietaria soluble e insoluble: mediante el método gravimétrico enzimático MES-TRIS (LEE *et al.*, 1992).
- Actividad de agua ( $a_w$ ): se determinó mediante un analizador de  $a_w$  Lufft 5803.
- Contenido de vitamina C: mediante el método de Tillmans (MATISSEK, *et al.* 1992).
- Contenido calórico: mediante un calorímetro adiabático Parr Instruments 1242.

**3.2.4 Evaluación sensorial:** Para evaluar el producto se lo sometió a una evaluación sensorial donde se midió aceptabilidad usando una escala hedónica de 1 a 9, y calidad donde se evaluó la apariencia, sabor, textura, color, dulzor con una escala de 1 a 7.

**3.2.5 Análisis estadístico:** Los resultados de la investigación fueron analizados estadísticamente mediante el programa Statgraphics Plus 5.0, a través de análisis de varianza con un nivel de significancia del 95%. En caso de existir diferencias significativas ( $P \leq 0,05$ ) se realizó el Test de Rango Múltiple de Tukey al 95% de confianza.

### 3.2.6 Análisis de vida útil

Este análisis se realizó evaluando el desarrollo de hongos en el producto final de dos maneras. La primera consistió en depositar las láminas en placas Petri

estéril con agar papa dextrosa, y la segunda en placas Petri estéril sin agar, durante un período de ocho meses a temperatura ambiente.

Además, se colocaron muestras en placas Petri estéril sin agar a 25 °C en estufa durante un período de cuatro meses, para evaluar el desarrollo de hongos a su temperatura óptima.

## 4. PRESENTACION Y DISCUSION DE RESULTADOS

Durante el proceso de elaboración de láminas de fruta a partir de murta, se determinó los rendimientos obtenidos antes y después de la deshidratación, y la cinética de secado en el proceso de deshidratación para cada uno de los tratamientos.

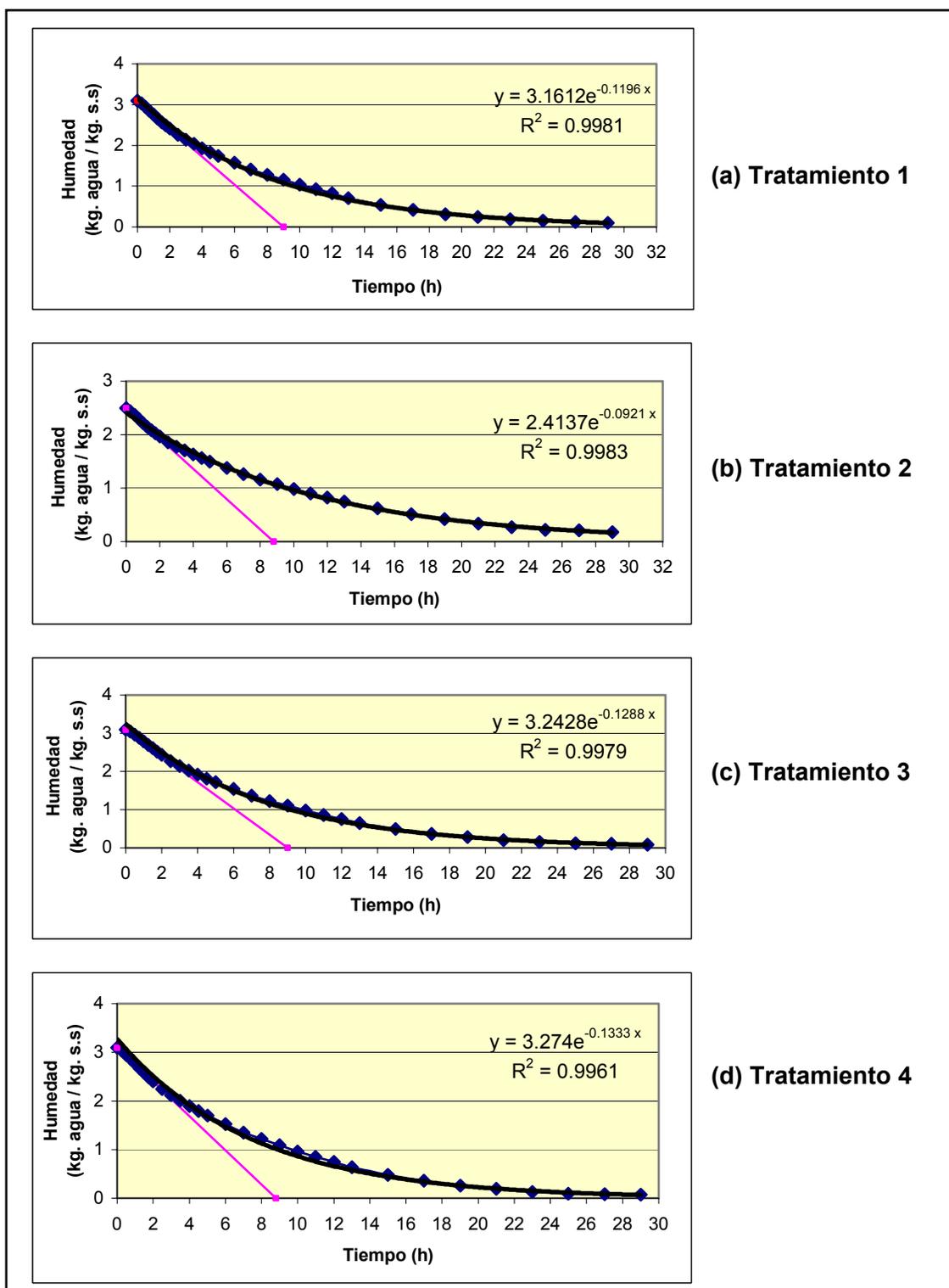
### 4.1 Deshidratación

En esta etapa, se determinó la cinética de secado de las láminas de fruta bajo condiciones específicas del deshidratador de bandeja utilizado, las cuales fueron 55 °C bulbo seco, 40 °C bulbo húmedo y se utilizó aire fresco con un 50% aire de recirculación, a una velocidad de 7 m/s .

Se determinó la variación de la humedad (kg agua / kg sólido seco) en función del tiempo (h) de las láminas de fruta. Además, se calculó la velocidad de secado para cada tratamiento, realizándose las curvas correspondientes a cada uno de ellos.

En la FIGURA 4, se muestran las curvas de secado de los diferentes tratamientos (T1, T2, T3 y T4), las que representan el promedio de tres repeticiones.

Observando el comportamiento de secado, las curvas muestran la tendencia típica de forma exponencial a una curva de secado correspondiente a un sólido no poroso, los que contienen líquido en su interior (McCABE *et al.*, 1991).



**FIGURA 4. Contenido de humedad en función del tiempo de secado para los cuatro tratamientos**

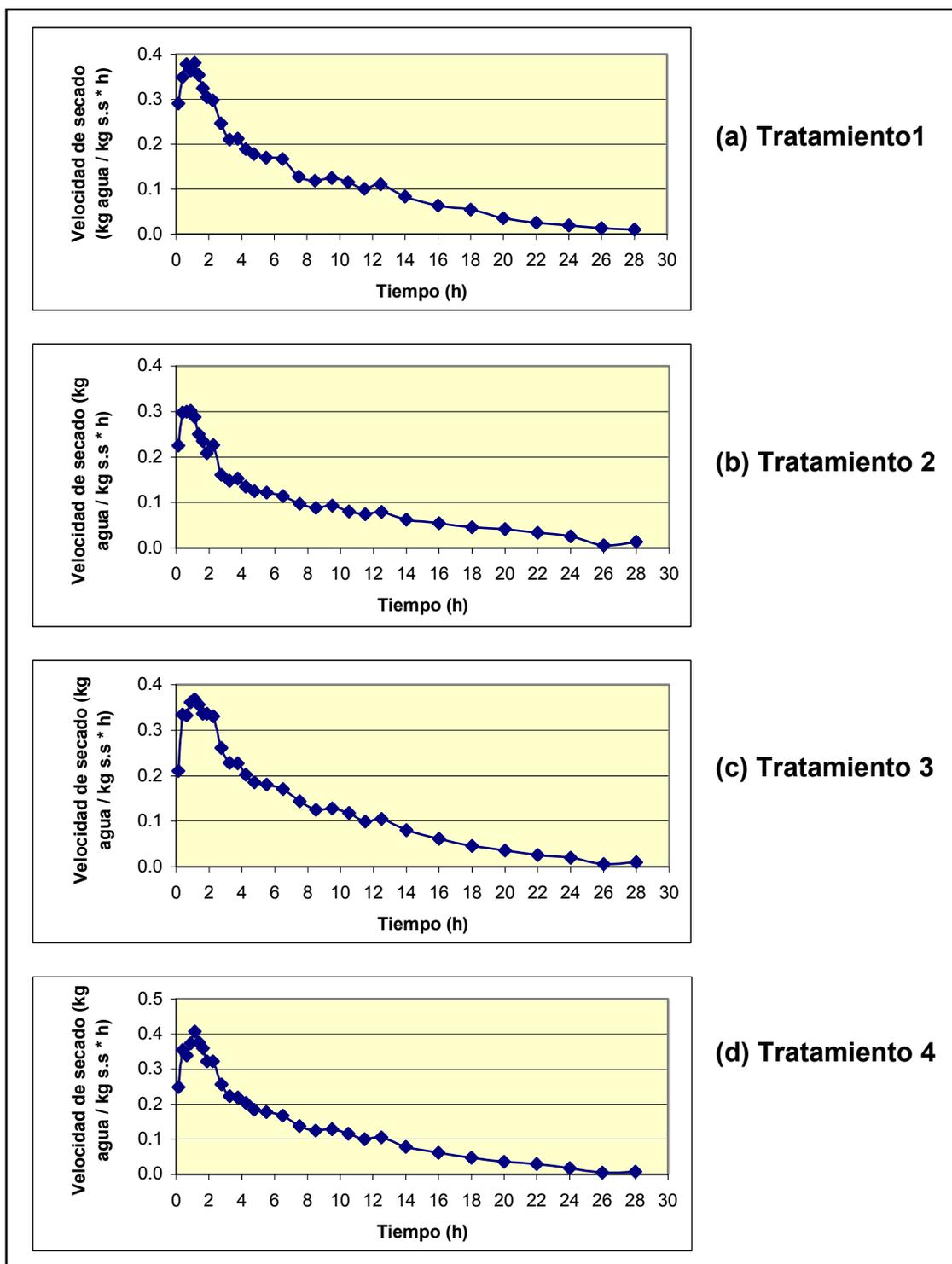
Los gráficos (a), (b), (c) y (d) de la FIGURA 4, se obtienen al representar el contenido de humedad frente al tiempo de secado. La representación grafica muestra cierta linealidad en las 2 horas iniciales, posteriormente se curva hacia el eje de abscisas y finalmente tiende a ser horizontal, mediante el cual se puede apreciar que prácticamente a las 29 horas se llega a la humedad de equilibrio.

Además, se pueden observar las ecuaciones correspondientes a cada tratamiento que mejor se ajustan a las curvas, con su coeficiente de correlación el cual es cercano a 1.

Se puede observar claramente una similitud de las curvas, indicando que tienen el mismo comportamiento con forma exponencial; sin embargo, las ecuaciones poseen diferente exponente, lo que puede deberse a su contenido de humedad inicial, movimiento del líquido dentro de la lámina y la distribución de la humedad en la lámina.

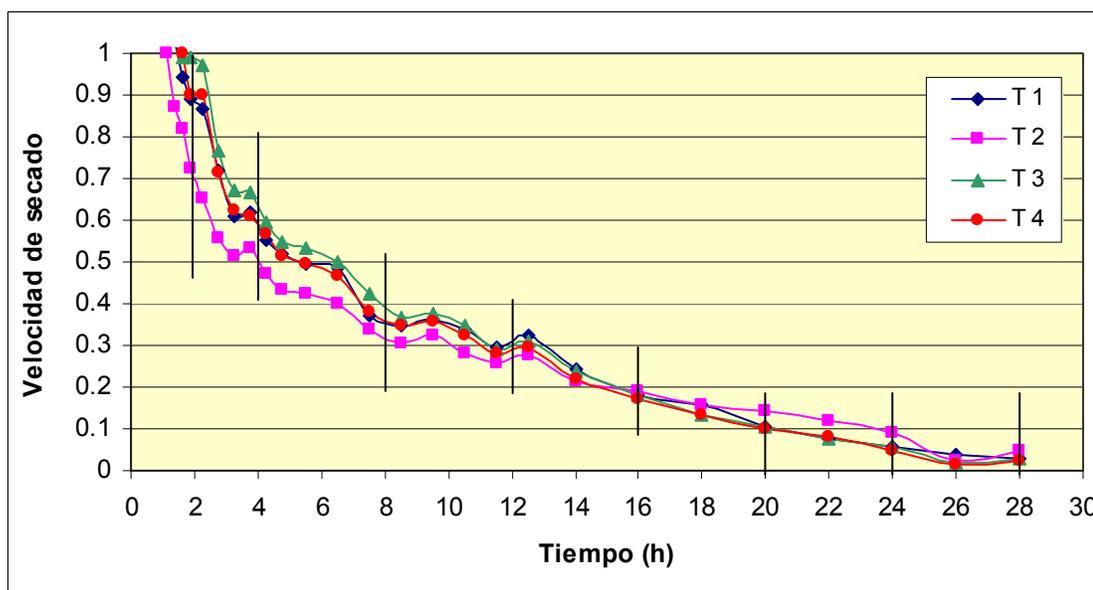
En la FIGURA 4, se observa claramente que si el proceso de secado consta de un solo período, es decir, período de velocidad de secado constante, éste tomaría un tiempo de aproximadamente 9 horas.

Las curvas de velocidad de secado (a), (b), (c) y (d) en función del tiempo, para los cuatro tratamientos se presentan a continuación en la FIGURA 5, donde al iniciar el secado los puntos se calientan hasta la temperatura de vaporización, comenzando así el período de velocidad de secado constante, el cual presenta un tiempo entre 1 y 2 horas; luego se curva hacia abajo, dando inicio al período de velocidad decreciente, el cual representa la mayor cantidad de tiempo, aproximadamente 26 horas, en el proceso de secado. Cabe destacar, que las curvas mostradas en la FIGURAS 5 y 7 presentan una velocidad de secado absoluta.



**FIGURA 5.** Curvas de velocidad de secado (kg agua / kg s.s. · h) frente al tiempo de secado

En la FIGURA 6, se representan los cuatro tratamientos con su respectiva curva de velocidad de secado relativa del período decreciente en función del tiempo, es decir, velocidad de secado adimensional.



**FIGURA 6. Curvas de velocidad de secado adimensional en función del tiempo (h) para los cuatro tratamientos**

En la FIGURA 6, se compara el comportamiento de los cuatro tratamientos cada cuatro horas, frente a la velocidad de secado en forma relativa en el proceso de deshidratación de las láminas de fruta. Los valores obtenidos cada cuatro horas en cada curva, se presentan detalladamente en el CUADRO 5. Además, se consideró necesario analizar a las dos horas de secado, ya que en éste período de tiempo ocurre el cambio de período de velocidad de secado constante a decreciente, tal como se observa en la FIGURA 5.

En la FIGURA 7, se muestran las curvas de velocidad de secado en función de la humedad correspondientes a los cuatro tratamientos, en la cual se puede apreciar las dos zonas principales de la curva de velocidad de secado; el período de velocidad constante y el período de velocidad decreciente.

Las líneas verticales de color rojo que a continuación se muestran en la FIGURA 7, representan el cambio de período de velocidad constante a decreciente, en donde se observa el punto de humedad crítica.

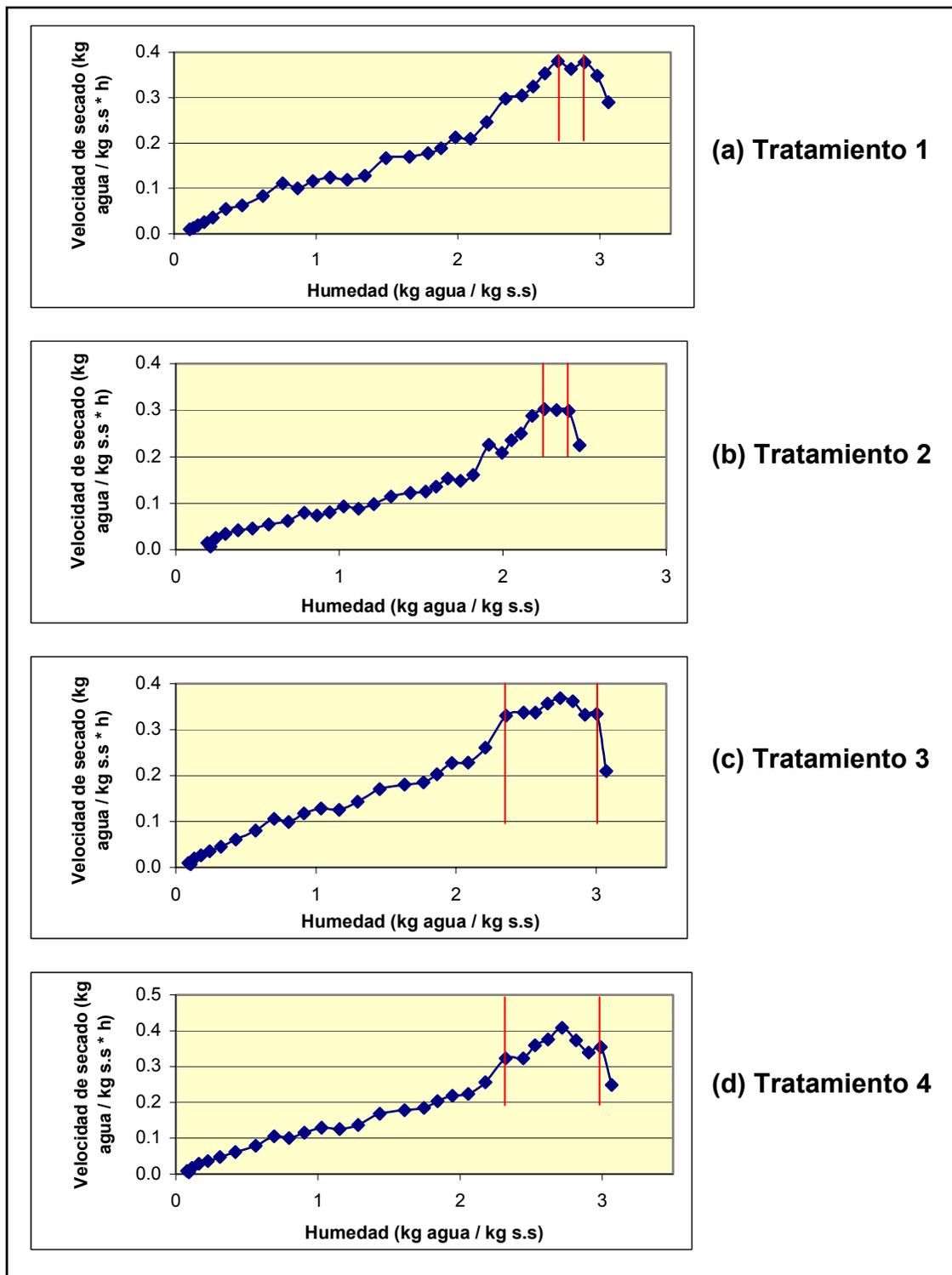
En la FIGURA 7 (a), se puede observar que el período de velocidad constante (primer período real de secado) comienza cuando la lámina tiene un contenido de humedad de 2,891 (kg agua / kg s.s.) y termina con un contenido de 2,706 (kg agua / kg s.s.), después de este punto empieza el período de velocidad decreciente, cuando el agua superficial de la lámina se termina y empieza la difusión del líquido en el sólido.

En la FIGURA 7 (b), se puede observar más claramente el período de velocidad constante, el cual comienza con 2,404 (kg agua / kg s.s.) y termina con 2,254 (kg agua / kg s.s.).

En la FIGURA 7 (c), se puede observar una pequeña variación en el período de velocidad constante, el cual varía entre 3,004 (kg agua / kg s.s.) y 2,356 (kg agua / kg s.s.), luego de este punto comienza el período de velocidad decreciente.

En la FIGURA 7 (d), se puede apreciar claramente que el período de velocidad constante comienza con un contenido de humedad de 2,992 (kg agua / kg s.s.) y el período de velocidad decreciente comienza con una humedad de 2,323 (kg agua / kg s.s.) .

La tendencia y forma de las curvas de secado de las FIGURAS 4, 5 y 7, coinciden con la forma de las curvas de los períodos de secado señalados por McCABE *et al.*, (1991) y GEANKOPLIS, (1986).



**FIGURA 7.** Curvas de velocidad de secado (kg agua / kg s.s. · h) en función del contenido de humedad

**CUADRO 5. Datos de la curva de velocidad de secado adimensional en distintos períodos de tiempo**

Tiempo (h)	T 1	T 2	T 3	T 4
2	0,88	0,70	0,99	0,90
4	0,59	0,50	0,64	0,59
8	0,35	0,32	0,40	0,35
12	0,32	0,27	0,30	0,29
16	0,18	0,19	0,18	0,17
20	0,10	0,15	0,10	0,10
24	0,05	0,09	0,06	0,05
28	0,03	0,05	0,03	0,02

En el CUADRO 5, se puede apreciar que a medida que aumenta el tiempo disminuye la velocidad de secado, prácticamente hasta llegar a una velocidad de secado entre 2 y 5%.

En las 2 primeras horas, se observa que la velocidad de secado fluctúa entre un 70 y 99%, disminuyendo rápidamente a una velocidad entre 50 y 64% en las cuatro horas del proceso de secado; también se observa que transcurridas cuatro horas las láminas se han secado aproximadamente en un 50%.

Cabe destacar, que el tratamiento 2 presenta un secado más acelerado que los demás tratamientos durante las doce primeras horas; sin embargo, al completar las 28 horas del proceso de secado, éste alcanza una velocidad de secado de 5%, siendo la más alta con respecto a los otros tratamientos; debiéndose esto

probablemente a que el tratamiento 2 posee el mayor contenido inicial de azúcar (expresado en °Brix), lo que imparte al producto una mayor capacidad de atrapar agua.

#### **4.2 Rendimientos**

En primer lugar se determinó el rendimiento del proceso de despulpado a partir de fruta entera (murta), lo que entrego como resultado un rendimiento de 56%. Este rendimiento no se puede considerar bajo ya que se procesó aproximadamente doce kilos de fruta, en una despulpadora semi-industrial, donde existe una pérdida inherente en el procesamiento, debido a que es un fruto pequeño con un alto contenido de semillas; sin embargo, es de esperar que al procesar una mayor cantidad de fruta, el rendimiento debería aumentar ya que la pérdida en el despulpado tendría que disminuir.

En segundo lugar, se determinó el rendimiento del producto terminado para cada uno de los tratamientos, el cual se expresa como producto final, es decir, lámina de fruta deshidratada a partir de mezcla utilizada. El rendimiento se calculó a una  $a_w$  de 0,69 para todos los tratamientos. Los resultados obtenidos se observan en el CUADRO 6.

Al observar el CUADRO 6, los resultados de los rendimientos obtenidos en la elaboración de láminas de fruta a una  $a_w$  de 0,69 muestran diferencias estadísticamente significativas (ver ANEXO 1), obteniendo el mayor rendimiento el tratamiento 2, el cual está constituido por 85% murta y 15% azúcar, lo cual puede deberse a su mayor contenido de humedad en el producto terminado, para una misma  $a_w$ .

#### **4.3 Determinaciones analíticas**

Para la materia prima y mezclas las determinaciones realizadas fueron contenido de humedad, medición de acidez, sólidos solubles (°Brix) y pH; los

resultados obtenidos son el promedio de seis repeticiones, los cuales se muestran en el CUADRO 7 y 8 respectivamente.

**CUADRO 6. Resultados de rendimientos obtenidos después de la deshidratación**

Tratamiento	Rendimiento (%)
T1	26,18 d
T2	30,86 a
T3	26,57 c
T4	27,40 b

Letras distintas indican diferencias estadísticamente significativas al 5%, según la prueba de Rango Múltiple de Tukey.

**CUADRO 7. Resultados de las determinaciones analíticas de la materia prima**

Determinaciones	Murta	Manzana
Humedad (%)	84,14 ± 1,54	84,58 ± 0,14
Sólidos solubles (° Brix)	13,50 ± 0,19	12,20 ± 0,09
Acidez (meq / 100 g-prod.)	12,04 ± 0,80	5,80 ± 0,69
pH	3,35 ± 0,05	3,50 ± 0,03

Observando el CUADRO 7, el valor de humedad de la murta obtenida en la presente investigación, es mayor a la descrita en el CUADRO 1 por SCHMIDT – HEBBEL y PENNACCHIOTTI (1979).

En cuanto a sólidos solubles de la murta se obtuvo un valor de 13,50 °Brix, estando éste dentro del rango obtenido por TORRES *et al.* (1999), mientras que al comparar con los valores encontrados por VENEGAS *et al.* (1993) este valor es inferior, lo que puede deberse a dos posibles razones, diferentes ecotipos de murta en los cuales se realizó el ensayo, o, por otro lado, el contenido de sólidos solubles puede variar, por la condición de cosecha, lo que influye en la acumulación de azúcares en los frutos. Por otra parte, SOTOMAYOR (2000), señala que un aumento en el contenido de sólidos solubles probablemente se deba a una mayor intensidad lumínica y a una mayor temperatura.

SEPULVEDA (1994) obtuvo una acidez en murta de 15,26 meq NaOH/100 g prod., siendo mayor a la obtenida en la presente investigación (12,04 meq/100 g-prod.). Según TORRES *et al.* (1999), la acidez fluctúa entre 2,02 a 32,89 meq NAOH/100 g de prod., por lo tanto, el valor obtenido se encuentra dentro de este rango. Estos resultados corroboran lo planteado por LAVIN y VEGA (1996) al considerar los frutos de esta especie con una acidez muy variable.

Al analizar los valores de pH, se obtuvo un valor de 3,35 este resultado corrobora lo planteado por ANDRADE (2000) y TORRES *et al.* (1999).

En cuanto a la manzana, el CUADRO 7 muestra que el contenido de humedad es similar al obtenido por SCHMIDT – HEBBEL y PENNACCHIOTTI (1979) (ver CUADRO 2).

MEDEL (1993), obtuvo un valor de sólidos solubles de 12,1 °Brix en la manzana, el cual está dentro del rango obtenido en la presente investigación como se aprecia en el CUADRO 7.

En cuanto al pH, MEDEL (1993) obtuvo un pH de 3,3, el cual es similar al obtenido en el presente trabajo, tal como se puede apreciar en el CUADRO 7.

En relación al contenido de acidez, se obtuvo un valor de 5,80 (meq/100 g prod.) mostrado en el CUADRO 7. Este valor es más bajo que el obtenido por MEDEL (1993), lo que se puede deber al grado de madurez del fruto.

**CUADRO 8. Resultados de las determinaciones analíticas de las mezclas**

Tratamiento	Determinaciones analíticas				
	Acidez (meq/100 g-prod.)	Sól. Solubles (° Brix)	pH	Humedad (%)	Vit. C
T1	11,08 ± 0,26 a	21,30 ± 0,24 b	3,90 ± 0,34 a	75,63 ± 2,08 a	3,68 ± 0,17 a
T2	10,24 ± 0,51 b	25,00 ± 0,45 a	4,00 ± 0,18 a	71,42 ± 1,23 b	2,76 ± 0,20 c
T3	10,20 ± 0,56 b	21,40 ± 0,20 b	4,00 ± 0,13 a	75,82 ± 1,02 a	3,08 ± 0,09 b
T4	9,64 ± 0,46 b	21,50 ± 0,30 b	4,10 ± 0,09 a	76,05 ± 1,69 a	2,46 ± 0,07 d

Letras distintas indican diferencias estadísticamente significativas al 5%, según la prueba de Rango Múltiple de Tukey.

Los resultados obtenidos para las determinaciones analíticas del producto terminado se muestran en el CUADRO 9, los cuales consisten en la medición de acidez, sólidos solubles (°Brix), humedad, actividad de agua y contenido de vitamina C.

Para las determinaciones analíticas, tanto de la mezclas como del producto terminado, en las que se obtuvieron diferencias significativas, se muestra más detalladamente en el ANEXO 2 y 3 respectivamente.

En cuanto a acidez, el CUADRO 9, muestra los valores obtenidos para los cuatro tratamientos, los cuales presentan valores que fluctúan entre 35,75 y 44,92; encontrándose diferencias significativas entre éstos. El tratamiento 1

indica analíticamente que tiene el mayor contenido de acidez, lo cual se puede explicar porque este tratamiento es el que más murta contiene (90%).

Por el contrario, el menor contenido de acidez lo presenta el tratamiento 2, lo cual era de esperarse, ya que es el tratamiento con el mayor contenido de azúcar.

**CUADRO 9. Resultados de las determinaciones analíticas del producto terminado**

Trata- miento	Determinaciones analíticas				
	Acidez (meq/100g-prod.)	Sól. Solubles (° Brix)	Vitamina C (mg AA/100g-prod.)	Humedad (%)	aw
T1	44,92 ± 0,38 a	73,30 ± 0,15 b	2,80 ± 0,14 a	6,96 ± 1,04 a	0,67 ± 0,02 a
T2	35,75 ± 1,95 c	73,90 ± 0,25 b	2,16 ± 0,16 bc	7,13 ± 0,48 a	0,69 ± 0,03 a
T3	42,00 ± 1,09 ab	74,60 ± 1,10 ab	2,42 ± 0,15 b	6,97 ± 0,62 a	0,66 ± 0,05 a
T4	39,92 ± 0,72 b	76,10 ± 0,51 a	1,91 ± 0,07 c	5,44 ± 0,03 a	0,65 ± 0,01 a

Letras distintas indican diferencias estadísticamente significativas al 5%, según la prueba de Rango Múltiple de Tukey.

Como se puede observar en el CUADRO 9, los valores de sólidos solubles fluctúan entre 73,30 y 76,10 °Brix, encontrándose diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos. La muestra con el mayor contenido de °Brix es el tratamiento 4, ya que este tratamiento está compuesto por un mayor contenido de manzana, la cual hace que aumente la concentración de sólidos solubles.

El CUADRO 9, muestra los valores de vitamina C, los cuales presentan diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos, obteniendo el

valor más alto el tratamiento 1, lo cual era de esperarse ya que éste es el tratamiento con mayor cantidad de murta.

La pérdida de vitamina C, en relación a la mezcla utilizada se muestra en el CUADRO 10.

En el CUADRO 9, se muestran los valores de humedad, los cuales varían entre 5,44 y 7,13 %, no encontrándose diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos. El tratamiento 2 presenta el contenido de humedad más alto, lo cual puede deberse a que este tratamiento tiene un mayor contenido de azúcar inicial (15%), y ésta tiene una alta capacidad de retención de agua.

Con respecto a la  $a_w$  de las láminas, el CUADRO 9 nos indica que no existe diferencias significativas entre los tratamientos, sin embargo, el tratamiento 4 presenta una  $a_w$  de 0,65, siendo el valor más bajo; mientras que el valor más alto lo presenta el tratamiento 2 con una  $a_w$  de 0,69.

**CUADRO 10. Pérdida de vitamina C de las láminas de fruta a partir de murta**

Tratamiento	Pérdida de vitamina C (%)
T1	80,0
T2	76,0
T3	79,6
T4	80,3

#### 4.4 Fibra dietaria

Debido a la gran importancia de la fibra en tracto gastro intestinal del hombre, se consideró importante conocer la cantidad de fibra dietaria presente en las

láminas de fruta. Los resultados que se muestran en el CUADRO 11, corresponden al análisis de una muestra.

**CUADRO 11. Contenido de fibra dietaria de las láminas de fruta a partir de murta**

<b>Tratamiento</b>	<b>FDI (%)</b>	<b>FDS (%)</b>	<b>FDT (%)</b>
T1	12,66	9,41	22,07
T2	9,73	7,44	17,17
T3	7,26	11,59	18,85
T4	8,02	8,98	17,00

Nomenclatura: FDI: fibra dietaria insoluble  
 FDS: fibra dietaria soluble  
 FDT: fibra dietaria total

Como se puede observar en el CUADRO 11, los valores muestran que el tratamiento 1, tuvo el valor más alto en FDI con un 12,66% y en FDT con un 22,07%, mientras que el tratamiento 3, presenta el valor más alto en FDS con un 11,59%.

Al comparar las láminas de fruta a partir de murta, con los alimentos mostrados en el CUADRO 3, se evidencia que se trata de un producto con alto contenido de fibra.

#### **4.5 Aporte calórico de las láminas de fruta**

Las calorías constituyen una unidad energética, y se consideró de utilidad conocer el contenido calórico de las láminas de fruta elaboradas a partir de murta. Los resultados se muestran en el CUADRO 12.

Al observar el CUADRO 12, se puede ver que las láminas de fruta a partir de murta corresponden a un alimento con un alto contenido energético.

**CUADRO 12. Contenido calórico de las láminas de fruta a partir de murta**

Tratamiento	Kcal / 100 g de producto
T1	297,97 ± 5,11 a
T2	300,80 ± 7,17 a
T3	301,83 ± 11,30 a
T4	304,20 ± 8,40 a

Letras distintas indican diferencias estadísticamente significativas al 5%, según la prueba de Rango Múltiple de Tukey.

Observando los resultados para el contenido calórico, presentados en el CUADRO 12, se puede apreciar que no existe diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos, sin embargo, estos valores muestran que el tratamiento 4 obtuvo el valor más alto, esto se debe al mayor contenido de sólidos solubles presente en el producto, como se muestra en el CUADRO 9, el contenido de sólidos solubles sobrepasó el 76%.

#### **4.6 Evaluación sensorial**

Las láminas de fruta fueron analizadas sensorialmente mediante un panel sensorial de 8 jueces entrenados, los cuales debieron evaluar las características de calidad y aceptabilidad del producto.

##### **4.6.1 Aceptabilidad**

En el CUADRO 13, se presentan los resultados de la evaluación sensorial donde se midió la aceptabilidad de las láminas de fruta, por medio de la prueba

de escala hedónica de nueve niveles; esta prueba se realizó de acuerdo a la planilla de evaluación mostrada en el ANEXO 4.

**CUADRO 13. Evaluación de aceptabilidad de las láminas de fruta a partir de murta**

Tratamiento	Aceptabilidad
T1	6,4 a
T2	6,8 a
T3	6,3 a
T4	6,5 a

Letras distintas indican diferencias estadísticamente significativas al 5%, según la prueba de Rango Múltiple de Tukey.

Como se puede observar en el CUADRO 13, los valores de aceptabilidad no presentan diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos, variando entre 6,3 y 6,8; los cuales están entre las categorías “me gusta levemente” y “me gusta moderadamente”.

Se puede apreciar que el tratamiento 2 tuvo una mayor aceptabilidad, el cual corresponde a una combinación 85% murta + 15% azúcar, obteniendo una calificación de 6,8; de igual manera se puede observar que el tratamiento 3 obtuvo la menor aceptabilidad con una calificación de 6,3 correspondiendo éste a una combinación de 85% murta + 5% manzana + 10% azúcar, lo que se puede concluir que hay una mayor aceptabilidad hacia el producto con mayor contenido de azúcar.

Estos resultados indican que no hubo rechazo de los productos, debido a que los valores de aceptabilidad están sobre la calificación 6, lo que hace pensar

que son susceptibles a ser mejorados cambiando algunos aspectos de este producto en cuanto a su composición porcentual.

#### 4.6.2 Atributos de calidad

En el CUADRO 14, se muestra los resultados obtenidos en la evaluación descriptiva global donde se evaluó los atributos de color, sabor, dulzor, acidez, textura y pegajosidad por medio de una escala con valores de uno a siete, la cartilla para esta evaluación se muestra en el ANEXO 5.

**CUADRO 14. Evaluación descriptiva global de las láminas de fruta a partir de murta**

Tratamiento	Color	Sabor	Dulzor	Acidez	Textura	Pegajosidad
T1	4,9 a	4,5 a	3,6 a	5,1 a	5,4 a	4,5 a
T2	5,1 a	4,2 a	3,9 a	4,9 a	4,6 b	4,7 a
T3	4,9 a	4,1 a	3,6 a	5,3 a	5,5 a	4,8 a
T4	4,8 a	4,4 a	3,7 a	5,2 a	5,6 a	4,6 a

Letras distintas indican diferencias estadísticamente significativas al 5%, según la prueba de Rango Múltiple de Tukey.

El color es una característica fundamental para la aceptabilidad de un producto, ya que debe cumplir con las expectativas del consumidor, es decir, si se elabora una lámina de fruta en base a murta, el color de ésta deberá ser la esperada.

En el CUADRO 14, se observan los valores obtenidos en la evaluación sensorial para el atributo antes mencionado, el cual no presenta diferencias estadísticamente significativas. Las láminas fueron calificadas con valores entre 4,8 (4) y 5,1 (5), lo que corresponde a “ni pálido ni oscuro” y “moderadamente

oscuro” respectivamente. El tratamiento 2 tuvo la calificación más alta (5,1), lo que podría deberse a su mayor contenido de azúcar.

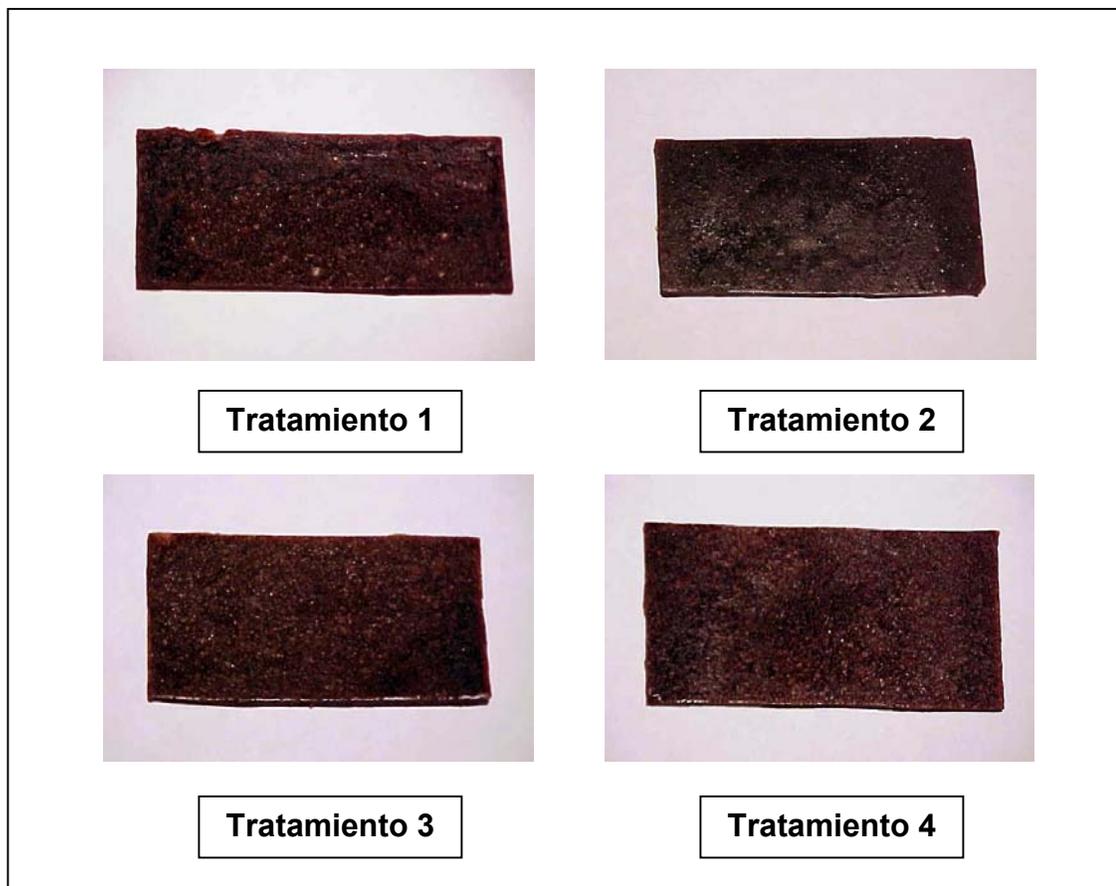
En cuanto al sabor de las láminas, estas fueron calificadas con valores cercanos a 4 (CUADRO 14), lo que corresponde a un sabor “moderado”, no encontrándose diferencias significativas, por lo que se puede decir que las láminas degustadas presentan el sabor adecuado para este tipo de producto.

En relación al dulzor, el CUADRO 14 muestra que las láminas no presentaron diferencias estadísticamente significativas, éstas fueron calificadas con valores entre 3,6 y 3,9, lo que corresponde a un dulzor “leve”, esto se debe a que el fruto con que son hechas las láminas es bastante ácida. El tratamiento 2 obtuvo el valor más alto, ya que esta lámina posee el mayor contenido de azúcar inicial.

La acidez es uno de los sabores básicos del gusto, por lo que es importante saber como perciben la intensidad de ésta el panel de jueces. Al respecto, el CUADRO 14 muestra que para este atributo no hubo diferencias estadísticamente significativas, presentando valores cercanos a 5, siendo evaluadas como “moderadamente ácida”. Cabe destacar que el tratamiento 2 obtuvo la calificación menor, coincidiendo con las determinaciones químicas mostradas en el CUADRO 9, esto puede deberse a su mayor contenido de azúcar.

Observando los resultados para textura, presentados en el CUADRO 14, se puede apreciar que el tratamiento 2, presenta diferencias estadísticamente significativas con los demás tratamientos (ver ANEXO 6), encontrándose valores entre 4,6 y 5,6; es decir, “ni suave ni dura” y “moderadamente dura” respectivamente.

En la FIGURA 8, se ilustra el producto terminado de láminas de fruta a partir de murta, de los cuatro tratamientos.



**FIGURA 8. Láminas de frutas a partir de murta**

En cuanto a pegajosidad, no hubo diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos, tal como se puede observar en el CUADRO 14; los valores para este atributo bordean el 4, lo que corresponde a “ni seca ni pegajosa”.

#### **4.7 Vida Útil**

De acuerdo a lo descrito en el punto 3.2.6, en las placas Petri que contenían agar, se observó desarrollo de hongos a los 10 días de incubación a temperatura ambiente, en aquellas que no contenían agar no hubo desarrollo

de hongos durante al menos ocho meses, lo que quiere decir, que las láminas de fruta se pueden auto-conservar a temperatura ambiente durante un período de al menos ocho meses.

Con respecto a las placas incubadas en estufa a 25 °C, no hubo desarrollo de hongos durante cuatro meses, indicando de esta manera su durabilidad en el tiempo.

## 5. CONCLUSIONES

- Las láminas de fruta elaboradas en este trabajo, son un producto natural sin preservantes químicos, conteniendo una alta concentración de azúcar, una reducida actividad de agua y un bajo contenido de humedad, lo que permite asegurar la estabilidad microbiológica, favoreciendo a su conservación durante un prolongado período de tiempo.
- La adición de manzana no influye en la elaboración de láminas de fruta a partir de murta, ya que los tratamientos que la contienen, no presentan diferencias estadísticamente significativas al ser comparados con los demás tratamientos, en cuanto a aceptabilidad, pero si se encontraron diferencias significativas en el atributo de textura.
- Las láminas de fruta son un producto con alto contenido energético, por lo que serían alimentos preferentemente destinados a deportistas.
- La manzana contribuye al incremento en las calorías, mejorando la calidad nutricional de las láminas de fruta, aunque no presentaron diferencias estadísticamente significativas.
- Las láminas de fruta a partir de murta, son un producto con un alto contenido de fibra dietaria total.

## 6. RESUMEN

La murta, fruta silvestre chilena poco conocida para los mercados, presenta frutos de aroma intenso y agradable sabor. El objetivo de esta investigación fue elaborar láminas naturales de fruta, sin preservantes, que puedan auto conservarse. Se preseleccionaron cuatro formulaciones con 80, 85 ó 90% de pulpa de murta; 0, 5 ó 10% de pulpa de manzana y 10 ó 15% de azúcar. El procedimiento de elaboración consistió en la selección, el lavado, el escaldado y el despulpado de la fruta; la mezcla de los ingredientes, la deshidratación, los cálculos de rendimiento y el envasado. Las láminas se deshidrataron a 55 °C durante 29 horas, hasta obtener una humedad aproximada de 10%.

A las materias primas se les determinó sólidos solubles, acidez, pH y humedad; adicionalmente, al producto terminado, se le midió el contenido de fibra dietaria soluble e insoluble, la actividad de agua, el aporte calórico y el contenido de vitamina C. Se realizó, además, evaluación sensorial, de aceptabilidad y calidad. En las mezclas, la acidez disminuyó a medida que se incorporó manzana fluctuando entre 9,64 y 11,08 meq/100g y la humedad se mantuvo cercana al 75%, excepto en el tratamiento con mayor contenido de azúcar.

En el producto, el rendimiento, respecto de las mezclas, fluctuó entre 26,18 y 30,86 %; la acidez entre 35,8 y 44,9 meq/100g; los sólidos solubles entre 73,3 y 76,1%; la actividad de agua entre 0,65 y 0,69; y la vitamina C entre 1,9 y 2,8 mg ac. ascórbico/100 g, perdiéndose de esta última alrededor de un 80% por la deshidratación. El tratamiento con mayor contenido de fibra dietaria fue 90% murta y 10% azúcar, con 22,1%. A su vez, el tratamiento con mayor contenido de manzana tuvo el mayor contenido calórico, con 304 kcal/100g. Sensorialmente, el tratamiento con mayor contenido de azúcar, tuvo una mejor aceptabilidad con un puntaje de 6,8 en una escala hedónica de 9 puntos.

## SUMMARY

Murta, a wild Chilean fruit not well-known on the markets, has a very intense and pleasant flavor. The objective of this research work was the elaboration of natural fruit leathers, that could be self preserved, without preservatives. Four formulations were pre-selected with 80, 85 or 90% murta pulp; 0, 5 or 10% of apple pulp and 10 or 15% of sugar. The elaboration process carried out consisted in selecting, washing, blanching and pulping the fruits; mixing the ingredients, dehydrating the mixtures, computing the yields, and packing the product. The mixtures were dried at 55°C, for 29 hours, until a moisture content of about 10% was reached.

Raw materials were analyzed for soluble solids, acidity, pH and moisture content; additionally, product was analyzed for soluble and insoluble dietary fiber content, water activity, caloric value and vitamin C content. Besides, sensory evaluation for acceptability and quality attributes was carried out. In mixtures, acidity decreased while the apple pulp addition was increased, fluctuating between 9.64 and 11.08 meq/100g with the moisture near the 75%, except in treatment with higher level of sugar.

In product, the yield related to mixture, was between 26.2 and 30.9%; acidity, between 35.8 and 44.9 meq/100g; soluble solids between 73.3 and 76.1%; water activity between 0.65 and 0.69; and vitamin C between 1.9 and 2.8 mg ascorbic acid/100g, with losses of about 80% in drying. Treatment with highest fiber content, of 22.1% was 90% murta and 10% sugar. On the other hand, the treatment with a highest apple pulp content had the highest caloric value, 304 kcal/100g. The highest acceptability was for treatment with the highest sugar content, with a score of 6.8 points on a 9 points scale.

## 7. BIBLIOGRAFIA

- ALBA, M. 1977. Estudio sobre algunos aspectos de producción e industrialización de murta, *Ugni molinae* Turcz. Informe de circulación interna C.R.I. 30 p.
- ANDRADE, V. 2000. Aspectos de biología reproductiva en murta (*Ugni molinae* Turcz) y evaluación de la actividad de los polinizadores. Tesis Licenciado en Agronomía. Valdivia. Universidad Austral de Chile, Facultad de Ciencias Agrarias. 84 p.
- ANONIMO. 1988. Pulpa de fruta, modernos sistemas de extrusión. Alimentos Procesados 7 (3): 30.
- ANONIMO. 1998. Fruit leathers. Food Chain (23): 23.
- ANZALDUA, A. 1994. La Evaluación Sensorial de los Alimentos en la teoría y la práctica. Editorial Acribia, S.A. Zaragoza. España. 198 p .
- A.O.A.C. (Association official Analytical Chemistry). 1995. Official Methods of Analysis of AOAC International. Vol. II. 16th Edition. Cap. 37.
- ARTHEY, D. 1996. Procesado de frutas. Editorial Acribia, S.A. Zaragoza. España. 273 p.
- BELITZ, H. y GROSCH, W. 1997. Química de los alimentos. Segunda Edición. Editorial Acribia. Zaragoza. España. 1087 p.

- BERNAL, I. 1993. Análisis de Alimentos. Editora Guadalupe Ltda. Santafé de Bogota, D.C. 313 p.
- BRENNAN, J. 1970. Las operaciones de la Ingeniería de los Alimentos. Editorial Acribia. Zaragoza. España. 422 p.
- CASP, A y ABRIL, J. 1999. Procesos de conservación de alimentos. Ediciones Mundi-Prensa. España. 494 p.
- CHEFTEL, J. y CHEFTEL, H. 1976. Introducción a la bioquímica y tecnología de los alimentos. Vol. 1. Editorial Acribia. Zaragoza. España. 333 p.
- CHEMAN, Y. y SIN, K. 1997. Processing and consumer acceptance of fruit leather from the unfertilised floral parts of Jack fruit. *Journal of the Science of Food and Agriculture* 75 (1): 102-108.
- CHEMAN, Y. y TAUFIK. 1995. Development and stability of jack fruit leather. *Tropical Science* 35 (3): 245-250.
- CHILE, INSTITUTO NACIONAL DE NORMALIZACIÓN (INN). 1976. Productos de frutas y vegetales - Determinación de acidez. Santiago. Chile. NCh 1138.n76. 6 p.
- CHILE, INSTITUTO NACIONAL DE NORMALIZACIÓN (INN). 1978. Productos de frutas y hortalizas - Determinación de sólidos solubles - Método refractométrico. Santiago. Chile. NCh 1456.of78. 7 p.
- CHILE, CORPORACIÓN DE FOMENTO DE LA PRODUCCIÓN (CORFO). 1980. Estudio de alternativas para la Industrialización de la Manzana. 326 p.

- CHILE, INSTITUTO DE DESARROLLO AGROPECUARIO (INDAP). 1998. Estudio de mercado de frutales silvestres y hongos comestibles para la X región. 134 p.
- EWAIDAH, E. y HASAN, B. 1992. Prickly pear sheets: a new fruit product. *International Journal of Food Science and Technology* 27 (3): 353-358.
- FAO. 1993. Prevención de pérdidas de alimentos poscosecha: frutas, hortalizas, raíces y tubérculos. 183 p.
- FAO. 1999. Los carbohidratos en la nutrición humana. Roma. 152 p.
- FELLOWS, P. 1988. *Food Processing Technology: principles and practice*. Ellis Horwood Ltd. Chichester. England. 505 p.
- FENNEMA, O. 1993. *Química de los Alimentos*. Editorial Acribia, S.A. Zaragoza. España. 1095 p.
- GEANKOPLIS, C. 1986. *Procesos de transporte y operaciones unitarias*. Editorial Continental, S.A. De C. V. México. 759 p.
- HOFFMANN, A. 1982. *Flora silvestre de Chile, zona Austral*. Fundación Claudio Gay. Santiago. 258 p.
- IBARZ, A. y BARBOSA, G. 1999. *Operaciones unitarias en la Ingeniería de Alimentos*. Technomic Publishing Company, Inc. 882 p.
- KINAST, C. 2001. Efecto del tipo de envase sobre las principales características de calidad de miel almacenada durante cinco meses. Tesis Licenciado

en Ingeniería en Alimentos. Valdivia. Universidad Austral de Chile, Facultad de Ciencias Agrarias. 159 p.

LAVIN, A. y MUÑOZ, C. 1988. Propagación de la murtila (*Ugni molinae* Turcz) mediante estacas apicales semi leñosas. Agricultura Técnica 48 (1): 58-59.

LAVIN, A. y VEGA, A. 1996. Caracterización de frutos de murtila (*Ugni molinae* Turcz) en le área de Cauquenes. Agricultura Técnica 56 (1): 64-67.

LEE, S., PROSKY, L. y VRIES, J. 1992. Determination of total, soluble and insoluble dietary fiber in food-enzymatic-gravimetric method, MES-TRIS buffer: collaborative study. Journal of AOAC International 75 (3):395-416.

LODGE, N. 1981. Kiwifruit; two novel processed products. Food Technology of New Zealand 16 (7): 35-43.

MATISSEK, R., SCHNEPEL, F. y STEINER, G. 1992. Análisis de los alimentos. Editorial Acribia, S.A. Zaragoza. España. 416 p.

McCABE, W., SMITH, J. y HARRIOTT, P. 1991. Operaciones básicas de Ingeniería Química. Cuarta edición. McGraw-Hill, Inc. 1112 p.

MEDEL, F. 1981. Arbustos Frutales, fenología y adaptabilidad de los arbustos frutales en la Región de los Lagos. Agro Sur (Chile) 9 (1): 59-64.

MEDEL, F. 1992. Nuevos cultivares de manzano para el sur de Chile. Revista Frutícola 13 (3): 100-106.

- MEDEL, F. 1993. Estimaciones de calidad y rendimiento de cuatro cultivares de manzano en el sur de Chile. *Revista Frutícola* 14 (1): 31-35.
- MOYLS, A. 1981. Drying of Apple Purees. *Journal of Food Science* 46 (3): 939-942.
- PALTRINIERI, G y FIGUEROLA, F. 1998. Manual técnico: Procesamiento de frutas y hortalizas mediante métodos artesanales y de pequeña escala. Segunda edición. Oficina Regional de la FAO para América Latina y el Caribe. 241 p.
- POTTER, N. 1999. *Ciencia de los Alimentos*. Editorial Acribia, S.A. Zaragoza. España. 667 p.
- RAMÍREZ, C., ROMERO, M. y HENRÍQUEZ, O. 1980. Estudios de germinación en semillas de Mirtáceas chilenas. *Bosque* 3 (2): 106-114.
- REDONDO, L. 1999. *La fibra terapéutica*. Editorial Laboratorios Madaus, S.A. 132 p.
- RODRÍGUEZ, G. 1986. Murta (*Ugni molinae* Turcz). *Chile Forestal* 11 (127): 33.
- RUZ, M., ARAYA, H., ATALAH, E. y SOTO, D. 1996. *Nutrición y salud*. Primera edición. Universidad de Chile. Santiago. Chile. 454 p.
- SCHMIDT-HEBBEL, H. y PENNACCHIOTTI, I. 1979. *Tabla de composición química de los alimentos chilenos*. Sexta edición. Editorial Antártica S.A. 20 p.

- SEGUEL, I., PEÑALOSA, E., GAETE, N., MONTENEGRO, A. y TORRES, A. 2000. Colecta y caracterización molecular de germoplasma de murta (*Ugni molinae* Turcz) en Chile. *Agro Sur* 28 (2): 32-41.
- SEPULVEDA, C. 1994. Evaluación del comportamiento físico-químico del fruto de murtila (*Ugni molinae* Turcz) sometido a diferentes temperaturas y tiempos de almacenaje. Tesis Ingeniero Agrónomo. Chillán, Chile. Universidad de Concepción, Facultad de Agronomía. 104 p.
- SOTOMAYOR, O. 2000. Caracterización de la compatibilidad polínica y evaluación de la entomofauna asociada a flores de *Ugni molinae* Turcz. Tesis Licenciado en Agronomía. Valdivia. Universidad Austral de Chile, Facultad de Ciencias Agrarias. 114 p.
- STIER, A. 1996. Elaboración y caracterización de láminas deshidratadas de pulpa, de kiwi y manzana. Tesis Magíster en Ciencias Agropecuarias. Santiago. Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales. 60 p.
- STONE, H. y SIDEL, J. 1995. Strategic Applications for Sensory Evaluation in a Global Market. *Food Technology* 49 (2): 80-89.
- TORRES, E. 1988. "Snack", alimento muchas veces controvertido. *Alimentos Procesados* 7 (10): 14-16.
- TORRES, A., SEGUEL, I., CONTRERAS, G. y CASTRO, M. 1999. Caracterización Físico – Química de frutas de Murta (Murtila) *Ugni molinae* Turcz. *Agricultura Técnica* 59 (4): 260-270.

- VAN ARSDEL, W., COPLEY, M. y MORGAN, A. 1973. Food dehydration. Second Edition. The Avi Publishing Company, Inc. 347 p.
- VENEGAS, A., WILCKENS, R., HEVIA, F., TAPIA, M., LANUZA, P. y ARRAYA, F. 1993. Murta (*Ugni molinae* Turcz). II. Algunas características físicas y químicas del fruto. Agro Ciencia 9 (1): 11-15.
- VENEGAS, A., WILCKENS, R., HEVIA, F., TAPIA, M., LANUZA, P. y ARRAYA, F. 1995. Murta (*Ugni molinae* Turcz). IV. Estados fenológicos. Agro Ciencia 11 (1): 5-8.
- VIJAYANAND, P., YADAV, A. y NARASIMHAM, P. 2000. Storage Stability of Guava Fruit Bar Prepared Using a New Process. Lebensmittel – Wissenschaft und – Technologie 33 (2): 132-137.
- WITTIG, E. 1981. Evaluación sensorial. Talleres Universidad de Santiago. Santiago. Chile. 124 p.
- WESTWOOD, M. 1982. Fruticultura de zonas templadas. Ediciones Mundi-prensa. Madrid. España. 461 p.
- WONG, D. 1995. Química de los Alimentos: Mecanismos y Teoría. Editorial Acribia, S.A. Zaragoza. España. 476 p.
- WOODROOF, J. 1986. Commercial fruit processing. Avi publishing Company, INC. Westport, Connecticut. USA. 678 p.

# ANEXOS

## ANEXO 1

Análisis de Varianza y Test de Rango Múltiple para los rendimientos obtenidos después de la deshidratación.

### Análisis de Varianza

Fuente	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrado medio	Razón F	Valor P
Entre grupos	16.5356	3	5.51187	55118.75	0.0000
Dentro de grupos	0.0008	8	0.0001		
Total (corregido)	16.5364	11			

### Test de Rango Múltiple

Método 95% Tukey			
Tratamiento	Cantidad de muestras	Promedio	Grupos homogéneos
1	3	30.77	X
3	3	31.03	X
4	3	31.56	X
2	3	33.75	X

## ANEXO 2

Análisis de Varianza y Test de Rango Múltiple para las mezclas.

### 2.1 Acidez

Análisis de Varianza

Fuente	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrado medio	Razón F	Valor P
Entre grupos	6.34602	3	2.11534	9.92	0.0003
Dentro de grupos	4.26457	20	0.213228		
Total (corregido)	10.6106	23			

Test de Rango Múltiple

Método 95% Tukey			
Tratamiento	Cantidad de muestras	Promedio	Grupos homogéneos
4	6	9.64167	X
3	6	10.2	X
2	6	10.24	X
1	6	11.0817	X

### 2.2 Sólidos Solubles

Análisis de Varianza

Fuente	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrado medio	Razón F	Valor P
Entre grupos	58.44	3	19.48	198.78	0.0000
Dentro de grupos	1.96	20	0.098		
Total (corregido)	60.4	23			

Test de Rango Múltiple

Método 95% Tukey			
Tratamiento	Cantidad de muestras	Promedio	Grupos homogéneos
1	6	21.3	X
3	6	21.4	X
4	6	21.5	X
2	6	25.0	X

### 2.3 Humedad

#### Análisis de Varianza

Fuente	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrado medio	Razón F	Valor P
Entre grupos	88.3046	3	29.4349	12.09	0.0001
Dentro de grupos	48.685	20	2.43425		
Total (corregido)	136.99	23			

#### Test de Rango Múltiple

Método 95% Tukey			
Tratamiento	Cantidad de muestras	Promedio	Grupos homogéneos
2	6	71.4167	X
1	6	75.6333	X
3	6	75.8167	X
4	6	76.05	X

### 2.4 Vitamina C

#### Análisis de Varianza

Fuente	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrado medio	Razón F	Valor P
Entre grupos	4.92547	3	1.64182	81.31	0.0000
Dentro de grupos	0.403867	20	0.0201933		
Total (corregido)	5.32933	23			

#### Test de Rango Múltiple

Método 95% Tukey			
Tratamiento	Cantidad de muestras	Promedio	Grupos homogéneos
4	6	2.46	X
2	6	2.76	X
3	6	3.08	X
1	6	3.68	X

### ANEXO 3

Análisis de Varianza y Test de Rango Múltiple para el producto terminado.

#### 3.1 Acidez

Análisis de Varianza

Fuente	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrado medio	Razón F	Valor P
Entre grupos	133.724	3	44.5747	31.46	0.0001
Dentro de grupos	11.3333	8	1.41667		
Total (corregido)	145.057	11			

Test de Rango Múltiple

Método 95% Tukey			
Tratamiento	Cantidad de muestras	Promedio	Grupos homogéneos
2	6	35.75	X
4	6	39.9167	X
3	6	42.0	XX
1	6	44.9167	X

#### 3.2 Sólidos Solubles

Análisis de Varianza

Fuente	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrado medio	Razón F	Valor P
Entre grupos	12.4625	3	4.15417	10.63	0.0036
Dentro de grupos	3.12667	8	0.390833		
Total (corregido)	15.5892	11			

Test de Rango Múltiple

Método 95% Tukey			
Tratamiento	Cantidad de muestras	Promedio	Grupos homogéneos
1	6	73.3333	X
2	6	73.9333	X
3	6	74.6333	XX
4	6	76.0667	X

### 3.3 Humedad

#### Análisis de Varianza

Fuente	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrado medio	Razón F	Valor P
Entre grupos	5.69509	3	1.89836	4.47	0.0401
Dentro de grupos	3.3964	8	0.42455		
Total (corregido)	9.09149	11			

#### Test de Rango Múltiple

Método 95% Tukey			
Tratamiento	Cantidad de muestras	Promedio	Grupos homogéneos
4	6	5.44	X
1	6	6.96	X
3	6	6.97	X
2	6	7.13	X

### 3.4 Vitamina C

#### Análisis de Varianza

Fuente	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrado medio	Razón F	Valor P
Entre grupos	1.28257	3	0.427522	23.65	0.0002
Dentro de grupos	0.1446	8	0.018075		
Total (corregido)	1.42717	11			

#### Test de Rango Múltiple

Método 95% Tukey			
Tratamiento	Cantidad de muestras	Promedio	Grupos homogéneos
4	6	1.9133	X
2	6	2.16	XX
3	6	2.41667	X
1	6	2.79667	X

## ANEXO 4

Planilla de evaluación sensorial para aceptabilidad.

### PRUEBA DE ESCALA HEDONICA

NOMBRE: .....

FECHA: .....

#### **Instrucciones**

Sírvase evaluar las siguientes muestras de “Láminas de Fruta”.

Marque con una **X** aquel lugar que con mayor exactitud interpreta la magnitud de agrado o desagrado que le producen las muestras.

		MUESTRAS					
PUNTAJES	CATEGORIAS						
9	Me gusta extremadamente						
8	Me gusta mucho						
7	Me gusta moderadamente						
6	Me gusta levemente						
5	No me gusta ni me disgusta						
4	Me disgusta levemente						
3	Me disgusta moderadamente						
2	Me disgusta mucho						
1	Me disgusta extremadamente						

## ANEXO 5

Planilla de evaluación sensorial para atributos de calidad.

### EVALUACION DESCRIPTIVA GLOBAL

NOMBRE: .....

FECHA: .....

#### Instrucciones

Sírvase degustar las siguientes muestras de “Laminas de Fruta” en sus atributos de color, sabor, dulzor, acidez, textura y pegajosidad. Evalúe según la escala de valoración presentada.

Deje transcurrir 2 minutos entre muestra y no olvide enjuagar su boca.

ATRIBUTOS	CALIFICACION	MUESTRAS					COMENTARIOS
1) Color	1. Muy pálido 2. Moderadamente pálido 3. Pálido 4. Ni pálido ni oscuro 5. Moderadamente oscuro 6. Oscuro 7. Muy oscuro						
2) Sabor	1. Débil 2. Suave 3. Leve 4. Moderado 5. Marcado 6. Intenso 7. Muy intenso						
3) Dulzor	1. Insípido 2. Suave 3. Leve 4. Moderado 5. Notorio 6. Intenso 7. Muy intenso						

4) Acidez	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Muy débil</li> <li>2. Moderadamente débil</li> <li>3. Débil</li> <li>4. Ni débil ni ácida</li> <li>5. Moderadamente ácida</li> <li>6. Ácida</li> <li>7. Muy ácida</li> </ol>						
5) Textura	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Muy suave</li> <li>2. Medianamente suave</li> <li>3. Suave</li> <li>4. Ni suave ni dura</li> <li>5. Moderadamente dura</li> <li>6. Dura</li> <li>7. Muy dura</li> </ol>						
6) Pegajosidad	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Muy seca</li> <li>2. Moderadamente seca</li> <li>3. Seca</li> <li>4. Ni seca ni pegajosa</li> <li>5. Moderadamente pegajosa</li> <li>6. Pegajosa</li> <li>7. Muy pegajosa</li> </ol>						

## ANEXO 6

Análisis de Varianza y Test de Rango Múltiple para textura en la evaluación sensorial.

### Textura

#### Análisis de Varianza

Fuente	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrado medio	Razón F	Valor P
Entre grupos	13.0353	3	4.3451	5.77	0.0012
Dentro de grupos	69.2971	92	0.753229		
Total (corregido)	82.3324	95			

#### Test de Rango Múltiple

Método 95% Tukey			
Tratamiento	Cantidad de muestras	Promedio	Grupos homogéneos
2	24	4.6	X
1	24	5.4	X
3	24	5.5	X
4	24	5.6	X