

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN
FACULTAD DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL



**“PROCESAMIENTO DE PULPA DE ALMEJAS
DE AGUA DULCE (*Anodontites trapesialis*)
MEDIANTE DESHIDRATACION
POR FLUJO DE AIRE CALIENTE”**

TESIS

Para optar el Título Profesional de:

INGENIERO AGROINDUSTRIAL

Presentada por la Bachiller:

YLIANA DEL CARMEN GARCÍA VÁSQUEZ

TARAPOTO - PERÚ

2003

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN

FACULTAD DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL

**“PROCESAMIENTO DE PULPA DE ALMEJAS DE
AGUA DULCE (*Anodontites trapesialis*) MEDIANTE
DESHIDRATACIÓN POR FLUJO DE AIRE CALIENTE”**

Para optar el Título Profesional de:

INGENIERO AGROINDUSTRIAL

Presentada por la Bachiller:

YLIANA DEL CARMEN GARCÍA VÁSQUEZ

SUSTENTADA Y APROBADA ANTE EL SIGUIENTE JURADO



Ing. EPIFANIO MARTÍNEZ MENA

PRESIDENTE



Ing. ABILIO DOMÍNGUEZ BALDOCE

SECRETARIO



Ing. EULER NAVARRO PINEDO

MIEMBRO

TARAPOTO - PERÚ

2003

DEDICATORIA

Con todo cariño y gratitud

A mis padres: Hildebrando y Mercedes

A mis hermanos: Marilú, María de los Ángeles, Gloria del Pilar e Hildebrandito Miguel.

A mi abuelito que está en la gloria del Señor: Gustavo García Macedo.

AGRADECIMIENTO

- Al Ing° M.Sc. Dr. OSCAR W. MENDIETA TABOADA por la asesoría y por el apoyo brindado durante la ejecución del presente trabajo de tesis.
- Al Ing. GUILLERMO VÁSQUEZ RAMÍREZ, Director del Instituto de Investigación de la Amazonía Peruana – San Martín y todos los trabajadores de esta importante institución, por su apoyo desinteresado en el desarrollo del presente trabajo.
- Al Sr. IGNACIO RUIZ, por proporcionarnos la materia prima, parte fundamental para el presente trabajo de investigación.
- Al Laboratorio de Análisis y Composición de los Alimentos de la Facultad de Ingeniería Agroindustrial de la Universidad Nacional de San Martín, especialmente a la Sra. DOLLY FLORES por los equipos y materiales facilitados durante la ejecución del presente trabajo de investigación.
- Al Laboratorio de Tecnología de Productos Agroindustriales no Alimentos de la Facultad de Ingeniería Agroindustrial de la Universidad Nacional de San Martín, por haber cedido sus instalaciones y especialmente al Técnico Sr. GUIDO SAAVEDRA por su entera colaboración durante la ejecución del presente trabajo de tesis.
- Al laboratorio de Biología de la Universidad Nacional de San Martín, por haber cedido sus equipos y especialmente al Sr. Derman Pinedo, por su colaboración en el presente trabajo.
- Al Blgo. MARIO GAMBOA BRICEÑO por su apoyo en la ejecución de la tesis.
- A mis amigos, aquellos que desinteresadamente me apoyaron: MARÍA, BETTY, MARCO, ZARELY, PILAR.
- Por último un agradecimiento a todas aquellas personas amigas mías y de mi familia, incógnitas, que colaboraron en forma directa e indirecta durante la ejecución del presente trabajo.

ÍNDICE

Pag.

RESUMEN	11
ABSTRACT	13
I. INTRODUCCIÓN	15
1.1. Objetivos	16
II. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA	17
2.1. MATERIA PRIMA	17
2.1.1. Generalidades	17
2.1.2. Clasificación taxonómica	18
2.1.3. Composición Proximal	18
2.1.4. Ciclo biológico	19
2.1.5. Relaciones biométricas	21
2.1.6. Usos culinarios	22
2.1.7. Mercado de almejas	22
2.1.8. Crianza de almejas de agua dulce	22
2.2. PROCESO DE SECADO	23
2.2.1. Actividad de agua	24
2.2.2. Difusión de humedad	24
2.2.3. Velocidad de secado	25
2.2.3.1. Curvas de velocidad de secado	25
2.2.3.2. Periodo de velocidad constante de secado	27
2.2.3.3. Contenido crítico de humedad y periodo de velocidad decreciente...	27
2.2.4. Transferencia de materia y calor	27
2.3. PRUEBAS DE SECADO	28
2.4. ISOTERMAS DE SORCIÓN	29
2.5. REHIDRATABILIDAD DE LOS ALIMENTOS DESECADOS	32
2.6. ANÁLISIS SENSORIAL	33
2.7. SUPERFICIE DE REPUESTA	33
III. MATERIALES Y MÉTODOS	36
3.1. LUGAR DE EJECUCIÓN	36
3.2. MATERIA PRIMA	36
3.3. EQUIPOS Y MATERIALES DE LABORATORIO.....	37
3.3.1. Equipos	37
3.3.2. Materiales	38
3.4. REACTIVOS	38
3.5. MÉTODOS DE CONTROL	39
3.5.1. Controles en la almeja de agua dulce	39
3.5.1.1. Biometría	39
3.5.1.2. Análisis Proximal	39
3.5.1.2.1. Humedad	39
3.5.1.2.2. Proteína total.....	39
3.5.1.2.3. Grasa total	39
3.5.1.2.4. Ceniza total	39
3.5.1.2.5. Carbohidratos	40

3.5.2. Controles durante el proceso de deshidratado	40
3.5.3. Controles del producto terminado	40
3.5.3.1. Análisis físico	40
3.5.3.2. Análisis químico proximal	40
3.5.4. Análisis Microbiológico	40
3.6. METODOLOGÍA EXPERIMENTAL	41
3.7. DESCRIPCIÓN DEL FLUJO DE DESHIDRATADO DE PULPA DE ALMEJAS.....	42
3.7.1. Obtención de la materia prima.....	43
3.7.2. Selección y clasificación.....	43
3.7.3. Lavado.....	44
3.7.4. Precocción.....	44
3.7.5. Desvalvado y eviscerado.....	44
3.7.6. Deshidratado convectivo.....	45
3.7.7. Enfriado.....	45
3.7.8. Empacado.....	45
3.8. DETERMINACIÓN DE LA DIFUSIVIDAD.....	46
3.9. MÉTODO PARA FIJAR ISOTERMAS DE SORCIÓN	46
3.9.1. Isotermas de Desorción	46
3.9.1.1. Pretratamiento de la muestra	46
3.9.1.2. Pesado de las muestras en placas	47
3.9.1.3. Almacenado en estufa	47
3.9.1.4. Pesado de las muestras	47
3.9.2. Isotermas de Adsorción	47
3.9.2.1. Pretratamiento de la muestra	47
3.9.2.2. Deshidratación por aire caliente	47
3.9.2.3. Pesado de las muestras en placas	48
3.9.2.4. Almacenado en estufa	48
3.9.2.5. Pesado de las muestras	48
3.10. REHIDRATABILIDAD.....	50
3.11. ANÁLISIS SENSORIAL.....	50
IV. RESULTADOS Y DISCUSION	51
4.1. CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DE LA ALMEJA DE AGUA DULCE (<i>Anodontites trapesialis</i>)	51
4.2. BIOMETRÍA DE LA ALMEJA DE AGUA DULCE (<i>Anodontites trapesialis</i>)	51
4.3. ANÁLISIS ORGANOLÉPTICO DE LA PULPA DE ALMEJAS DE AGUA DULCE (<i>Anodontites trapesialis</i>)	52
4.4. CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DE LA PULPA DE ALMEJA DE AGUA DULCE (<i>Anodontites trapesialis</i>), FRESCA Y DESHIDRATADA.....	52
4.5. ANÁLISIS QUÍMICO PROXIMAL	54
4.6. ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO	55
4.7. SECADO	56
4.7.1. Efecto de la velocidad del aire	56

4.7.2.	Efecto de la temperatura del aire	58
4.7.3.	Velocidad de secado	60
4.7.4.	Difusividad	62
4.8.	ISOTERMAS DE SORCIÓN.....	66
4.9.	REHIDRATACIÓN	70
4.10.	BALANCE DE MATERIA EN LA OBTENCIÓN DE LA PULPA DE ALMEJAS DE AGUA DULCE (<i>Anodontites trapesialis</i>)	72
4.11.	ANÁLISIS SENSORIAL PARA LA PULPA DE ALMEJAS DESHIDRATADAS..	73
4.11.1.	Análisis de Varianza	73
4.12.	ANÁLISIS SENSORIAL PARA LA PULPA DE ALMEJAS REHIDRATADAS	76
4.12.1.	Análisis de Varianza	76
4.13.	SUPERFICIE DE RESPUESTA PARA EL ANÁLISIS SENSORIAL DE LA PULPA DE ALMEJAS DESHIDRATADAS	81
4.13.1.	Olor	81
4.13.2.	Color	82
4.13.3.	Textura	82
4.13.4.	Apariencia General	84
4.14.	SUPERFICIE DE RESPUESTA PARA EL ANÁLISIS SENSORIAL DE LA PULPA DE ALMEJAS REHIDRATADAS.....	85
4.14.1.	Olor	85
4.14.2.	Color	86
4.14.3.	Textura	87
4.14.4.	Sabor	88
4.14.5.	Apariencia General	89
V.	CONCLUSIONES	90
VI.	RECOMENDACIONES	92
VII.	BIBLIOGRAFÍA	93
ANEXO	99

ÍNDICE DE CUADROS

N°	TÍTULO	Pag.
CUADRO 1	Producción de almejas de agua dulce (<i>Anodontites trapesialis</i>) en la Región San Martín	23
CUADRO 2	Soluciones salinas utilizadas para las isotermas de adsorción	30
CUADRO 3	Cantidad de sal y agua recomendadas para la preparación de soluciones salinas saturadas	31
CUADRO 4	Ecuaciones de isotermas de sorción	31
CUADRO 5	Diseño estadístico Completamente al Azar (DCA) con arreglo factorial completo de 3 x 3 con 3 repeticiones.....	41
CUADRO 6	Características físicas de la almeja de agua dulce (<i>Anodontites trapesialis</i>)	51
CUADRO 7	Biometría de la almeja de agua dulce (<i>Anodontites trapesialis</i>)	52
CUADRO 8	Características físicas de la pulpa de almeja de agua dulce (<i>Anodontites</i>), fresca y deshidratada	53
CUADRO 9	Composición proximal de la pulpa de almeja de agua dulce (<i>Anodontites trapesialis</i>)	54
CUADRO 10	Composición proximal de la pulpa de almeja de agua dulce deshidratada (<i>Anodontites trapesialis</i>)	54
CUADRO 11	Valores de difusividad calculadas con la segunda ley de Fick para placa plana	63
CUADRO 12	Análisis Microbiológico	65
CUADRO 13	Constantes de isotermas de adsorción evaluadas para la pulpa de almejas de agua dulce (<i>Anodontites trapesialis</i>)	67
CUADRO 14	Constantes de isotermas de desorción evaluadas para la pulpa de almejas de agua dulce (<i>Anodontites trapesialis</i>)	68
CUADRO 15	ANVA para las características de apariencia, color, textura y olor de las almejas de agua dulce deshidratada	73
CUADRO 16	Resultados ordenados en forma descendente de acuerdo a los promedios obtenidos en el análisis sensorial de los atributos: olor, color, textura y apariencia general	75
CUADRO 17	ANVA para las características de apariencia, color, textura, sabor y olor de las almejas de agua dulce rehidratada.....	77
CUADRO 18	Resultados ordenados en forma descendente de acuerdo a los promedios obtenidos en el análisis sensorial del atributo Olor	78
CUADRO 19	Resultados ordenados en forma descendente de acuerdo a los promedios obtenidos en el análisis sensorial del atributo Color	78
CUADRO 20	Resultados ordenados en forma descendente de acuerdo a los promedios obtenidos en el análisis sensorial del atributo Sabor	79
CUADRO 21	Resultados ordenados en forma descendente de acuerdo a los promedios obtenidos en el análisis sensorial del atributo Textura	79

CUADRO 22	Resultados ordenados en forma descendente de acuerdo a los promedios obtenidos en el análisis sensorial del atributo Apariencia general	80
-----------	---	----

ÍNDICE DE FIGURAS

N°	TÍTULO	Pag.
FIGURA 1	Especímenes de <i>Tilapia rendalli</i> y de <i>Hipostomus regani</i> capturados del Lago Igapo infectados por la larva de <i>Anodontites trapesialis</i>	20
FIGURA 2	Relación peso total vs longitud de almeja de agua dulce (<i>Anodontites trapesialis</i>)	21
FIGURA 3	Curva de velocidad de secado. (Adaptado de GEANKOPLIS, 1983)	26
FIGURA 4	Representación del fenómeno de secado	28
FIGURA 5	Equipo para la determinación de la velocidad de secado	28
FIGURA 6	Mapa de estabilidad de alimentos	29
FIGURA 7	Representación gráfica de una superficie de respuesta	35
FIGURA 8	Representación gráfica de las curvas de una superficie de respuesta	35
FIGURA 9	Muestra de almeja de agua dulce	36
FIGURA 10	Equipo de secado con flujo de aire caliente	37
FIGURA 11	Diagrama de flujo de deshidratado de almejas de agua dulce (<i>Anodontites trapesialis</i>)	42
FIGURA 12	Poza de extracción de las almejas de agua dulce (<i>Anodontites trapesialis</i>)	43
FIGURA 13	Muestra de las almejas de agua dulce (<i>Anodontites trapesialis</i>) seleccionadas y clasificadas	43
FIGURA 14	Desvavado de las almejas de agua dulce (<i>Anodontites trapesialis</i>)	44
FIGURA 15	Muestra de las almejas de agua dulce (<i>Anodontites trapesialis</i>) desvalvadas y evisceradas	44
FIGURA 16	Muestra de las almejas de agua dulce (<i>Anodontites trapesialis</i>) deshidratadas y empacadas.....	45
FIGURA 17	Diagrama de operaciones para isoterms de sorción de pulpa de almejas de agua dulce (<i>Anodontites trapesialis</i>)	49
FIGURA 18	Muestra de un ejemplar joven (<i>Anodontites trapesialis</i>)	53
FIGURA 19	Efecto de la velocidad de aire sobre la cinética de secado de la pulpa de almejas de agua dulce a temperatura de 40°C	55
FIGURA 20	Efecto de la velocidad de aire sobre la cinética de secado de la pulpa de almejas de agua dulce a temperatura de 50°C	56
FIGURA 21	Efecto de la velocidad de aire sobre la cinética de secado de la pulpa de almejas de agua dulce a temperatura de 60°C.....	56
FIGURA 22	Efecto de la temperatura de aire sobre la Cinética de secado de la pulpa de almejas de agua dulce a velocidad de aire de 0.5 m/s	57

FIGURA 23	Efecto de la temperatura de aire sobre la Cinética de secado de la pulpa de almejas de agua dulce a velocidad de aire de 0.8 m/s	58
FIGURA 24	Efecto de la temperatura de aire sobre la Cinética de secado de la pulpa de almejas de agua dulce a velocidad de aire de 1.1m/s	58
FIGURA 25	Velocidad de secado a temperatura de 40, 50 y 60 °C a velocidad de aire constante de 0.5 m/s	60
FIGURA 26	Velocidad de secado a temperatura de 40, 50 y 60 °C a velocidad de aire constante de 0.8 m/s	60
FIGURA 27	Velocidad de secado a temperatura de 40, 50 y 60 °C a velocidad de aire constante de 1.1 m/s	61
FIGURA 28	Comportamiento de las difusividades a temperatura de 40°C a velocidades de aire de secado de 0.5, 0.8 y 1.1 m/s	62
FIGURA 29	Comportamiento de las difusividades a temperatura de 50°C a velocidades de aire de secado de 0.5, 0.8 y 1.1 m/s	62
FIGURA 30	Comportamiento de las difusividades a temperatura de 60°C a velocidades de aire de secado de 0.5, 0.8 y 1.1 m/s	63
FIGURA 31	Influencia de la temperatura y velocidad de aire en la difusividad del agua presente en la pulpa de almeja durante el secado	64
FIGURA 32	Isotermas de adsorción de la pulpa de almeja de agua dulce ajustadas con la ecuación de GAB.	66
FIGURA 33	Isotermas de Desorción de la pulpa de almeja de agua dulce ajustadas con la ecuación de GAB.	68
FIGURA 34	Capacidad de rehidratación de la pulpa de almejas de agua dulce (<i>Anodontites trapesialis</i>). Secadas a 40°C y velocidades de secado de 0.5, 0.8 y 1.1 m/s	70
FIGURA 35	Capacidad de rehidratación de la pulpa de almejas de agua dulce (<i>Anodontites trapesialis</i>). Secadas a 50°C y velocidades de secado de 0.5, 0.8 y 1.1 m/s	70
FIGURA 36	Capacidad de rehidratación de la pulpa de almejas de agua dulce (<i>Anodontites trapesialis</i>). Secadas a 60°C y velocidades de secado de 0.5, 0.8 y 1.1 m/s	71
FIGURA 37	Diagrama de operaciones de deshidratado de almejas de agua dulce (<i>Anodontites trapesialis</i>)	72
FIGURA 38	Superficie de respuesta para el atributo olor de la pulpa de almejas de agua dulce deshidratada, según análisis sensorial realizado por panelistas potenciales consumidores	81
FIGURA 39	Superficie de respuesta para el atributo color de la pulpa de almejas de agua dulce deshidratada, según análisis sensorial realizado por panelistas potenciales consumidores.....	82
FIGURA 40	Superficie de respuesta para el atributo textura de la pulpa de almejas de agua dulce deshidratada, según análisis sensorial realizado por panelistas potenciales consumidores	83
FIGURA 41	Superficie de respuesta para el atributo apariencia de la pulpa de	

	almejas de agua dulce deshidratada, según análisis sensorial realizado por panelistas potenciales consumidores	84
FIGURA 42	Superficie de respuesta para el atributo olor de la pulpa de almejas de agua dulce deshidratada, según análisis sensorial realizado por panelistas potenciales consumidores	85
FIGURA 43	Superficie de respuesta para el atributo color de la pulpa de almejas de agua dulce deshidratada, según análisis sensorial realizado por panelistas potenciales consumidores	86
FIGURA 44	Superficie de respuesta para el atributo textura de la pulpa de almejas de agua dulce deshidratada, según análisis sensorial realizado por panelistas potenciales consumidores	87
FIGURA 45	Superficie de respuesta para el atributo sabor de la pulpa de almejas de agua dulce deshidratada, según análisis sensorial realizado por panelistas potenciales consumidores	88
FIGURA 46	Superficie de respuesta para el atributo apariencia de la pulpa de almejas de agua dulce deshidratada, según análisis sensorial realizado por panelistas potenciales consumidores.....	89

RESUMEN

Considerando el potencial económico, alimentario y ecológico de las almejas de agua dulce y la falta de procesos que permitan una mejor conservación e industrialización de las mismas, el presente trabajo trata sobre el procesamiento de almejas de agua dulce (*Anodontites trapesialis*) mediante deshidratación por flujo de aire caliente; esto considerando que el deshidratado es una técnica de conservación muy antigua y que se mantiene vigente en muchos países como en el nuestro por su bajo costo comparándolo con el deshidratado por congelación y liofilización, que tienen un alto costo por los equipos sofisticados que se necesita.

El presente trabajo está orientado a determinar los parámetros adecuados para la deshidratación de la pulpa de almejas de agua dulce (*Anodontites trapesialis*). El proceso consistió en someter a la pulpa de almejas de agua dulce a deshidratado colocándolas en una secador de bandeja a temperaturas de 40°C, 50°C y 60°C; con velocidades de aire de secado de 0.5m/s, 0.8m/s y 1.1m/s. Luego se controló la pérdida de peso de la pulpa durante el secado a intervalos regulares de tiempo; con el producto deshidratado se realizó un análisis sensorial mediante una prueba afectiva (método de escala hedónica de 5 puntos). Además, permitió obtener gráficas para facilitar el análisis del comportamiento de cinética y velocidad de secado de la pulpa de almejas de agua dulce; los resultados de este análisis indican que la cinética y velocidad de secado se incrementan con el aumento de la temperatura y velocidad de aire de secado.

La difusividad del agua presente en la pulpa de almejas de agua dulce, fue calculada ajustando la ecuación de la segunda ley de Fick para placa plana, empleando el programa Microcal Origin 3.5, a los datos experimentales obtenidos, presentando un grado de ajuste razonablemente bueno; el coeficiente de difusión del agua se incrementa desde $3.14 \times 10^{-9} \text{ m}^2/\text{s}$ hasta $11 \times 10^{-9} \text{ m}^2/\text{s}$ a medida que aumenta la temperatura de 40°C a 60°C.

Adicionalmente a estos procesos se determinaron isoterms de sorción en muestras de pulpa de almejas de agua dulce, las cuales se fijaron a temperaturas de

40°C, 50°C y 60°C, en frascos conteniendo soluciones salinas saturadas. Para la determinación de las isotermas se utilizó el método gravimétrico empleando soluciones saturadas. La ecuación de GAB presentó buen grado de ajuste con los valores experimentales, con coeficiente de determinación satisfactorio.

Además se realizó la rehidratación de almejas deshidratadas para determinar la capacidad de retención de agua; colocando las muestras en agua en una relación 1:10 (pulpa: agua) y controlando los pesos a intervalos de tiempos diferentes.

Adicionalmente, se realizó el análisis proximal de la pulpa de almejas de agua dulce obteniéndose 81.46% de humedad, 15.02% de proteínas, 0.89% de grasa, 2.01% de cenizas y 0.62% de carbohidratos. De la misma forma se realizó el análisis microbiológico que reportó un producto apto para el consumo y libre de microorganismos potencialmente patógenos.

ABSTRACT

Considering the economic, alimentary and ecological potential of the clams of sweet water and the lack of processes that allow a better conservation and industrialization of the same ones, the present work tries on the prosecution of clams of sweet water (*Anodontites trapesialis*) by means of dehydration for flow of hot air; this considering that the one dehydrated is a conservation technique of very old and that he/she stays effective in many countries like in ours for their low cost comparing it with the one dehydrated by freezing and liofillization that have a high cost for the sophisticated teams that one needs.

The present work is guided to determine the appropriate parameters for the dehydration of the pulp of clams of sweet water (*Anodontites trapesialis*). The process was consisted on subjecting to the pulp of clams of sweet water had dehydrated placing them in a tray dryer to temperatures of 40°C, 50°C and 60°C; with speeds of air of drying of 0.5m/s, 0.8m/s and 1.1m/s. Then the loss of weight of the pulp was controlled during the drying to intervals of time; with the dehydrated product was carried out a sensorial analysis by means of an affective test (method of scale hedonic of 5 points). Also allowed to obtain graphs to facilitate the analysis of the kinetics behavior and speed of drying of the pulp of clams of sweet water; the results of this analysis indicate that the kinetics and drying speed are increased with the increase of the temperature and speed of drying air.

The water diffusivity in the pulp of clams of sweet water, it was calculated adjusting the pattern of equation of the second Fick law for, using the program Microcal Origin 3.5; to the obtained experimental data, presenting a degree of reasonably good adjustment; the water coefficient of diffusion is increased from $3.14 \times 10^{-9} \text{ m}^2/\text{s}$ up to $11 \times 10^{-9} \text{ m}^2/\text{s}$ as the temperature increases from 40°C to 60°C.

Additionally to these processes were determined sorption isotherm in samples of pulp of clams of sweet water, which were carried out to temperatures of 40°C, 50°C and 60°C, in flasks containing saturated saline solutions. For the

determination of the isotherms the method gravimetric was used using saturated solutions. The GAB equation presented good adjustment degree with the experimental values with satisfactory coefficient of determination.

Was also carried out the rehydration of clams dehydrated to determine their capacity water retention; placing to the samples in water in a relationship 1:10 (pulp: it dilutes) and controlling the weight to different intervals of times.

Additionally, was carried out the analysis proximal of the pulp of clams of water candy being obtained 81.46% of humidity, 15.02% of proteins, 0.89% of fat, 2.01% of ashly and 0.62% of carbohydrates. Of the same one is formed carried out the microbiological analysis that reported a capable product for the consumption and free of potentially pathogens microorganisms.

I. INTRODUCCIÓN

Los moluscos de agua dulce constituyen una especie de alta diversidad y que tiene importancia económica, sanitaria, ecológica, alimenticia e industrial. En la Región San Martín y en gran parte de la Amazonía la especie que existe en gran cantidad es la almeja de agua dulce (*Anodontites trapesialis*), comúnmente conocida como "cuchara"; que posee alto contenido de proteínas, cercano al del pescado; por lo que es requerida en el mercado mundial, por su alto valor proteico y su fácil manejo.

Esta especie en el Perú no tiene un cultivo específico y tecnificado, pues crece de manera diversificada en la mayoría de los cuerpos de agua de la Región San Martín, además es una especie cuyos costos de producción son bajos y tiene un ambiente óptimo para su cultivo en estas zonas; considerando su importancia comercial y desarrollando un cultivo tecnificado se puede convertir en una actividad económicamente rentable y ser una buena alternativa de desarrollo para el poblador sanmartinense y personas dedicadas a la acuicultura.

Se hace por ello necesario contar con métodos adecuados de conservación y procesamiento que permitan ofrecer un producto mejor preservado, con buena calidad, de fácil consumo y nutritivo; como, en este caso, el deshidratado por flujo de aire caliente de la pulpa de almejas de agua dulce ya que el producto obtenido tendrá menos costos de flete, se podrá transportar mayores volúmenes debidamente empacados, facilitando la distribución y comercialización y mejorando la rentabilidad y calidad.

El secado de alimentos es uno de los métodos más antiguos utilizados por el hombre para la conservación de los alimentos. Es un proceso tomado de la naturaleza; habiéndose mejorado ciertas características de la operación. El secado es uno de los métodos de conservación más ampliamente usados en el mundo ya que permite disminuir el peso y volumen de los alimentos.

Para el presente trabajo se utilizó el secado en bandejas, que es una técnica popular debido a que no requiere la utilización de un equipo altamente

especializado como es el caso de la atomización y liofilización. Sin embargo, como la mayoría de los métodos de deshidratado, es una operación que combina la transferencia de materia y calor y que consiste en la exposición de un producto alimenticio, en este caso la pulpa de almejas, a una corriente de aire caliente que elimina del alimento la humedad libre; la pérdida de peso es monitorizada y registrada como pérdida de peso de las bandejas en una bandeja digital. Esto se realiza con la finalidad de estudiar el comportamiento de cinética y velocidad de secado.

Los objetivos del presente trabajo fueron:

- ❖ Determinar el flujo de procesamiento y los parámetros adecuados para procesar almejas deshidratadas.
- ❖ Estudiar el comportamiento de la cinética y velocidad de secado de la pulpa de almejas.
- ❖ Evaluar las características organolépticas, físicas, químicas y microbiológicas del producto final.

II REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.

2.1 MATERIA PRIMA

2.1.1. Generalidades

LUDORFF (1986), indica que la almeja es un molusco que se caracteriza por poseer dos valvas, que se mantienen unidas con ayuda de dos músculos obturadores (aductores), en unión de un cierre de ligamentos elásticos. Carece de región cefálica y por consiguiente también de ojos. El pie está menos desarrollado que en los gasterópodos, sirviendo en escasa medida como órgano de movimiento o excavador.

La almeja posee valvas gruesas, suborbiculares, el lado anterior es largo y redondeado y el posterior corto y obtuso. La cara externa cuando jóvenes es verde amarillenta y en los adultos negra. El saco visceral contiene los intestinos anterior, medio y posterior, riñones, gónadas y el corazón. La almeja posee orificios (sifones) que sirven para la entrada y salida del agua necesaria para la respiración y alimentación.

Los moluscos de agua dulce constituyen un grupo de alta diversidad y tienen importancia económica, sanitaria, ecológica, alimenticia e industrial. (**HUAMAN et al; 2002**).

Las larvas de estos moluscos ofrecen la curiosa particularidad de vivir durante algún tiempo fuertemente adheridas a las branquias o aletas de los peces que nadan por sus aguas. Cuando han adquirido el desarrollo necesario, se desprenden y terminan su vida arrastrándose por el fango del lecho. Las conchas de los bivalvos están formadas por carbonato cálcico, y al ser nacaradas interiormente, se utilizaban hasta hace pocos años para la fabricación de botones y de mangos de cuchillos. **MENDIVIL (2001)**.

2.1.2. Clasificación taxonómica.

Según LUDORFF (1986), la clasificación taxonómica de la almeja de agua dulce *Anodontites trapesialis* es como sigue:

- Phylum : Mollusca
- Clase : Pelecypoda
- Orden : Eulamelibranchia
- Superfamilia : Mutelacea
- Familia : Mycetopodidae
- Genero : *Anodontites*
- Especie : *trapesialis*
- Nombre común o vulgar : cuchara

2.1.3. Composición Proximal

DESROSIER (1985) menciona que la almeja es un alimento muy bueno y saludable, bajo en calorías, pero alto en proteínas, yodo, hierro y otros minerales. Una ración promedio de 90 a 125 g. de carne de almeja es alta en proteínas útiles, aunque solo contiene 70 calorías y tiene la misma cantidad de hierro que una ración igual de hígado de buena calidad.

COLLAZOS *et al.* (1986), sobre la composición de almejas blancas menciona los valores siguientes: agua, 82.4%; proteína, 14.4%; grasa, 1.1% y cenizas, 2.2%.

CAMPOS (1973), para la almeja de la misma especie colectada en el Lago Sauce reporta los valores porcentuales siguientes: agua, 84.2%; proteína, 12.7%; grasa, 0.9%; cenizas, 1.9%; y carbohidratos 0.4%.

2.1.4 Ciclo biológico

ARROYO et al. (2002), manifiestan que el aspecto más destacable es su ciclo vital, que incluye una etapa larvaria muy especializada como ectoparásito de los peces. Se pueden distinguir cuatro fases:

- Los machos liberan los espermatozoides en forma de aglomeraciones esféricas y son inhalados por las hembras con el agua que filtran. En su interior (entre las cuatro branquias que poseen) se produce la fecundación e incubación de los huevos hasta la eclosión de las diminutas larvas (llamadas *gloquidios*) que son liberadas. Su forma es diferente según las familias de especies, para las europeas estas larvas se caracterizan por tener dos valvas articuladas y un largo filamento fijador. La zona de las branquias que actúa como "marsupio" también varía de unos grupos a otros de especies.
- Las larvas son arrastradas por la corriente y deben fijarse rápidamente a una zona bien irrigada del epitelio de los peces (branquias, labios, aletas o agallas) y allí continúan su desarrollo.

La especie de pez huésped es característica de cada especie de bivalvo, las más habituales son: salmónidos (truchas y salmones), esturiones, barbos, pez fraile, pez gato.

- Las larvas completan su metamorfosis en el quiste del pez y se convierten en pequeños bivalvos que rompen la piel del pez y pasan a la corriente de agua.
- Caen al fondo y se entierran en él para continuar con su vida adulta. La probabilidad de llegar a esta última fase es muy baja, por lo que cada hembra tiene que liberar millones de descendientes.

SOUZA (2002) dice que el ciclo de vida de varios moluscos bivalvos de agua dulce involucra la infección del pez por su larva. El desarrollo y metamorfosis de la larva sólo se completa si ellos se unen a una especie en particular de pesca. Se ha demostrado la especificidad del organizador (si la larva no localiza a un organizador compatible ellos se desprenden antes de que la metamorfosis se complete), dependiendo de las especies de parásito que las larvas se fijan a las agallas o aletas (**WALLER y MITCHELL, 1989**).

Esta infección se extiende hasta que la metamorfosis se complete, y durante ese periodo los peces dispensan un periodo sedentario a los bivalvos de agua dulce. Las

consecuencias de la parasitación pueden causar la muerte del organizador (MEYERS y MILLEMANN, 1977; MOLES, 1983), aumenta la sensibilidad del pez a los contaminantes, como el aceite crudo (MOLES, 1980), y reduce el crecimiento del organizador incluso en el caso de intensidad pequeña de infección (MOLES, 1983).

En un estudio realizado en el espécimen de *Hypostomus regani* y de *Tilapia rendalli* (Fig. a) se obtuvo el parásito por infección experimental. Algunos especímenes de *A. trapesialis* (Fig. b), cogidos del lago Igapo II en Marzo del 2002 fueron introducidos en un acuario por seis meses conteniendo un espécimen de *Hypostomus regani*. Aproximadamente en la última semana los peces presentaron centenares de manchas blancas que se esparcieron todos por encima del cuerpo, incluso las aletas (Fig. c) y finalmente los peces murieron (MOLES, 1980).



Figura N° 1: Especímenes de *Tilapia rendalli* (Fig. a) y de *Hypostomus regani* (Fig. c) cogidos del Lago Igapó infectados por la larva del *Anodontites trapesialis* (Fig b); larva de *A. trapesialis* incrustado dentro de la epidermis de *T. rendalli* (Fig. d).

2.1.5. Relaciones biométricas

MEDINA y MENDIETA (1994) determinaron para *Anodontites trapesialis* la relación longitud de la valva versus peso total, la cual se muestra en la figura 2, donde W_T es el peso total y L es la longitud de las valvas. Para la longitud promedio de 10.6 cm., el peso promedio correspondiente fue de 63.26 g. **CAMPOS (1993)** trabajando con especímenes extraídos del Lago Sauce (San Martín), reporta para esta relación una curva similar pero no informa sobre la función matemática que representa a dicha curva.

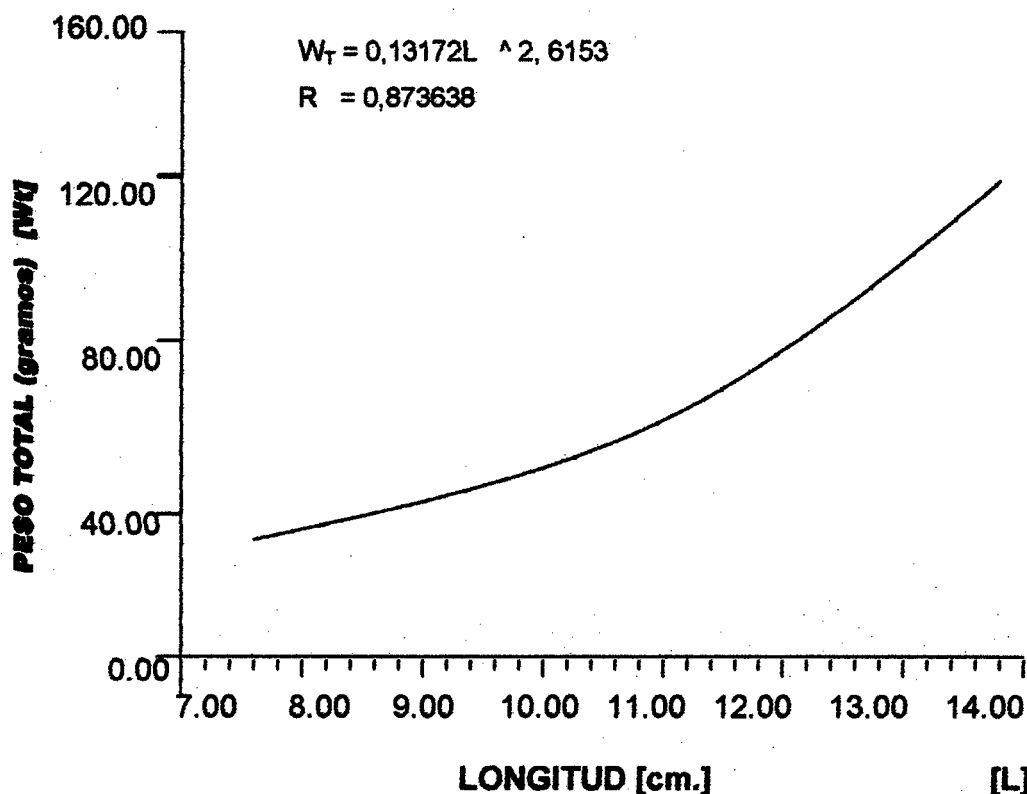


Figura N°2: Relación peso total vs. longitud de almejas de agua dulce (*Anodontites trapesialis*).

Para longitud promedio de 10.6 cm., el peso promedio de la parte comestible es de 19.70 g. El rendimiento de la parte comestible es el 32% del peso total del individuo, de manera que de 100 Kg. de "cucharas" se obtendrá aproximadamente 32 Kg. de parte comestible (**MEDINA y MENDIETA, 1994**).

2.1.6. Usos culinarios

Las almejas de agua dulce se consumen en muchos países y en el nuestro de diferentes formas: en sopas, cebiche, pasta fresca de almejas, guisos, etc. En la comida mediterránea son utilizadas estas almejas por su alto contenido proteínico y otros compuestos que hacen que este producto acuícola sea muy nutritivo y que probablemente prevenga el cáncer en los humanos. En diferentes lugares de la amazonía peruana se consumen las almejas en cebiche y en sopas.

2.1.7. Mercado de las almejas

El mercado de las almejas es muy amplio, puesto que en los países europeos el consumo de estos productos es alto debido al elevado contenido en proteínas. En nuestro país tiene mercado en los restaurantes, ya que cada vez está creciendo la preferencia por la comida ecológica, sana y nutritiva.

2.1.8. Crianza de almejas de agua dulce o "cuchara"

CAMPOS (1993), manifiesta que la almeja de agua dulce es una especie típica del fondo de los lagos y juega un rol muy importante para la integración de los ciclos biogeoquímicos. Tiene amplia distribución en América Latina y existe tanto en selva alta como en selva baja.

- | | |
|----------------------------|--|
| Reproducción | : Se asocia con cualquier pez (tilapia, boquichico, etc.) para lograr su reproducción. |
| Densidad de siembra | : Se siembran 8 individuos por metro cuadrado. Profundidad del estanque 0.6 a 1.50 m de profundidad. |
| Peso final | : Las almejas sembradas, de 2.5 gr. de peso total, se cosechan a los dos meses con 152 gr. |
| Alimentación | : Son fitoplanctófagos y se pueden criar asociados a peces; se pueden criar con calcificación y fertilización orgánica. |

2.1.9. Producción de almejas de agua dulce (*Anodontites trapesialis*) en la Región San Martín.

En el cuadro 1 se muestra la producción de almejas de agua dulce (*Anodontites trapesialis*) en la Región San Martín, reportado por el Ministerio de Pesquería.

CUADRO 1: Producción de almejas de agua dulce (*Anodontites trapesialis*) en la Región San Martín.

AÑOS	CANTIDAD Kg./Ha
1987	538
1988	1999
1989	1961
1990	2768
1991	4429
1992	5142
1993	919
1994	1862
1995	1016
1996	1121

Fuente: Ministerio de Pesquería (1994)

2.2. PROCESO DE SECADO.

BARBOSA (1997) indica que el secado de alimentos es uno de los métodos más comunes de conservación de alimentos. El principio de secado es el disminuir la disponibilidad del agua para las reacciones enzimáticas y de crecimiento microbiano mediante la eliminación del agua libre de los productos alimenticios. Otro de los objetivos del proceso de secado es la reducción del volumen y peso global en la elaboración de alimentos útiles.

2.2.1. Actividad de agua.

SING y HELDMAN (1998) mencionan que uno de los parámetros más importantes en la deshidratación de los alimentos es la condición de equilibrio que determina el límite del proceso. Aunque este valor es una parte importante del gradiente que provoca el movimiento del agua, la actividad de ésta se ha convertido en un factor determinante en el estudio de la estabilidad de los alimentos secos.

Por definición, la actividad del agua es la humedad relativa de equilibrio dividida por 100. La forma sigmoideal de la isoterma es típica de los alimentos secos, aunque sean diferentes las isotermas de adsorción y desorción de un mismo producto. La humedad de equilibrio es el límite inferior del gradiente para la eliminación de agua del producto.

GAHONA (2000), menciona que la actividad de agua como concepto termodinámico amplio, se define como la relación de fugacidades, y se requiere una revisión de la termodinámica básica y aplicada para entender el concepto de a_w y las bases que los rigen.

Cuando el componente es agua, se tiene la siguiente relación:

$$a_w = \frac{P_w}{P_w^0}$$

Donde:

a_w = Actividad de agua

P_w = Presión de vapor de agua en equilibrio con el alimento

P_w^0 = Presión de vapor del agua pura a la misma temperatura.

2.2.2. Difusión de humedad.

Según **SING y HELDMAN (1998)** el agua se elimina de los alimentos mediante difusión, en fase líquida y/o vapor, a través de su estructura interior. Al movimiento de agua líquida le seguirá su evaporación en algún punto en el interior del alimento, pudiendo estudiarse el flujo difusional como si fuera una difusión molecular. Así, el flujo del agua es una función del gradiente de la presión de vapor, de la difusividad del vapor en el aire, de la distancia a recorrer y de la temperatura. Además,

dado que para evaporar el agua es necesario calor, el proceso supone realmente un transporte simultáneo de materia y calor.

La eliminación de la humedad del producto dependerá, en parte, de la transferencia de materia por convección hacia la superficie del producto. Aunque este proceso puede no ser el limitante de la velocidad, no debe olvidarse la importancia de mantener las condiciones límite óptimas para el transporte de la humedad.

2.2.3. Velocidad de secado

La capacidad de un equipo de secado depende tanto de la velocidad de transmisión de calor como de la velocidad de transferencia de masa. Puesto que debe evaporarse el líquido, es necesario suministrar el calor de vaporización a la zona de evaporación que puede estar en, o cerca de, la superficie del sólido o bien dentro de él, dependiendo del tipo de material y las condiciones del proceso. La humedad debe fluir a través del sólido como líquido o vapor, y como vapor desde la superficie hasta la corriente de gas o aire (INSTITUTO TECNOLÓGICO DE ZACATEPEC, 1998).

2.2.3.1. Curvas de velocidad de secado.

El proceso de secado de un material puede describirse por una serie de etapas en las que la velocidad de secado juega un papel determinante. La Figura 3, muestra una típica curva de velocidad de secado, en la que los puntos A y A' representan el inicio de secado para un material frío y caliente, respectivamente. El punto B representa la condición de temperatura de equilibrio de la superficie del producto. El tiempo transcurrido para pasar de A o A' a B suele ser bajo y a menudo se desprecia en los cálculos de tiempo de secado (GEANKOPLIS, 1983).

El tramo de la curva B-C es conocido como período de velocidad constante de secado y está asociado a la eliminación del agua no ligada del producto, en el que el agua se comporta como si el sólido no estuviera presente. Al inicio la superficie del producto se encuentra muy húmeda, presentando una actividad de agua cercana a la unidad. En los sólidos porosos el agua eliminada en la superficie es compensada por el

flujo de agua desde el interior del sólido. El período de velocidad constante continúa mientras que el agua evaporada en la superficie puede ser compensada por la que se encuentra en el interior. La temperatura en la superficie corresponde aproximadamente a la de bulbo húmedo (GEANKOPLIS, 1983).

El punto C de la Figura 3 representa el inicio del período de velocidad decreciente. En este punto no hay suficiente agua en la superficie para mantener el valor uno de actividad de agua. El período de velocidad decreciente se puede dividir en dos etapas. La primera de ellas se da cuando los puntos húmedos en la superficie disminuyen continuamente hasta que la superficie está seca completamente (punto D), mientras que la segunda etapa del período de velocidad de secado decreciente se inicia en el punto D, cuando la superficie está completamente seca, y el plano de evaporación se traslada al interior del sólido. El calor requerido para eliminar la humedad es transferido a través del sólido hasta la superficie de evaporación y el vapor de agua producido se mueve a través del sólido en la corriente de aire que va hacia la superficie. A veces no existen diferencias remarcables entre el primer y segundo período de velocidad decreciente. La cantidad de agua eliminada en este período puede ser baja, mientras que el tiempo requerido puede ser elevado, ya que la velocidad de secado es baja.

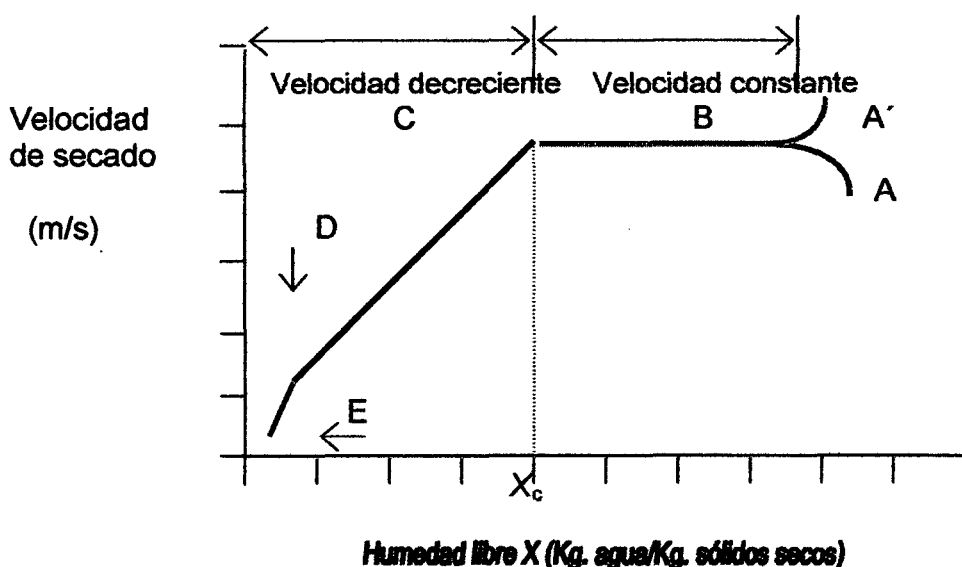


Figura N° 3: Curva de velocidad de secado. (Adaptado de GEANKOPLIS, 1983)

2.2.3.2. Período de velocidad constante de secado

Si la transmisión de calor desde el aire de secado es exclusivamente por convección, la temperatura de la superficie cae hasta la temperatura de bulbo húmedo del aire, ya que la película de agua de la superficie absorbe el calor latente de evaporación. La temperatura de bulbo húmedo se puede determinar de los datos psicrométricos para aire húmedo y la velocidad de secado permanece constante ya que existe agua libre en la superficie (BARBOSA, 1997).

2.2.3.3. Contenido crítico de humedad y período de velocidad decreciente.

A medida que disminuye el contenido de humedad, termina el período de secado a velocidad constante y la velocidad de secado disminuye. El punto donde termina el período de velocidad constante, recibe el nombre de punto crítico. Este punto marca el instante en el que el agua líquida sobre la superficie es insuficiente para mantener una película continua que recubra todo el área de secado y, como la cinética se calcula con respecto a una área constante, la velocidad de secado a partir del punto crítico empieza a descender. (INSTITUTO TECNOLÓGICO DE ZACATEPEC, 1998).

2.2.4. Transferencia de materia y calor.

SING y HELDMAN (1998) indican que la transferencia de calor tiene lugar en el interior del alimento y está relacionada con el gradiente de temperatura existente entre su superficie y la correspondiente a la superficie del agua en el interior del alimento. Si se suministra al agua suficiente energía para su evaporación, el vapor generado se transportará desde la superficie de la capa húmeda en el interior del producto hacia la superficie de éste. Estos flujos de materia y calor en el interior del alimento tienen lugar a nivel molecular; el calor transmitido depende de la conductividad térmica del alimento mientras que el flujo de agua será proporcional a la difusión molecular del vapor de agua en el aire.

En la superficie del producto tienen lugar simultáneamente los transportes de materia y calor, controlados por mecanismos convectivos. El transporte de vapor desde la superficie del alimento al aire exterior es función de la presión de vapor mientras que

la transmisión de calor desde el aire hacia el alimento depende del gradiente de temperatura.

El secado de alimentos es un fenómeno complejo que involucra la transferencia de calor y materia (el transporte de calor hacia y dentro del alimento y el transporte de agua en el alimento y luego hacia el exterior). En la figura N° 4 se aprecia la representación del fenómeno de secado.

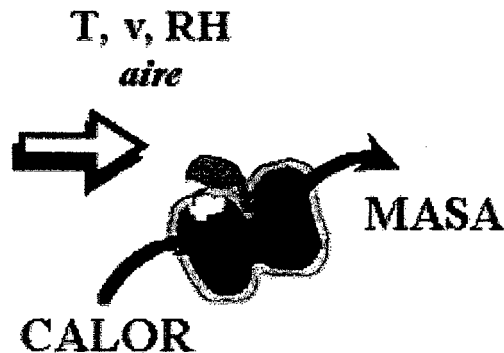


Figura N° 4: Representación del fenómeno de secado

2.3. PRUEBAS DE SECADO

La determinación experimental de la velocidad de secado se basa en un principio simple: medida del cambio del contenido de humedad durante el secado. El material que se desea secar se introduce en una bandeja y es expuesto a una corriente de aire. La bandeja se suspende de una balanza colocada en un armario o conducto por el que fluye aire. El peso del material se va anotando en función del tiempo de secado. La Figura 5 muestra un esquema típico utilizado en la determinación de la velocidad de secado.

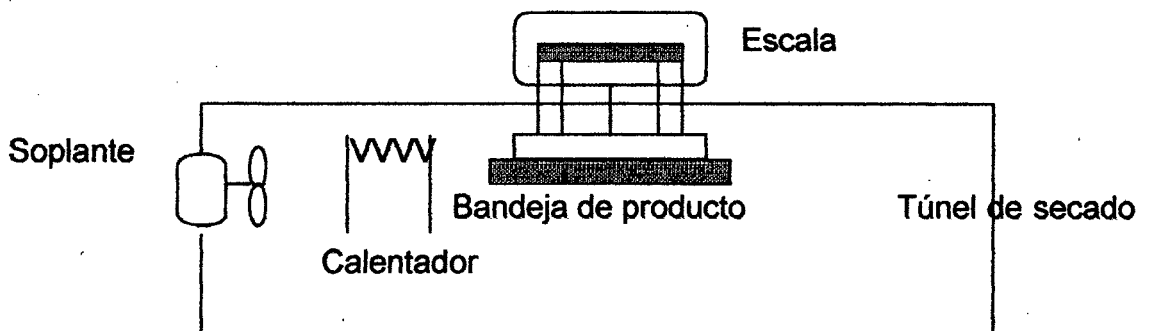


Figura N°5: Equipo para la determinación de la velocidad de secado.

2.4 ISOTERMAS DE SORCIÓN

La representación gráfica del contenido en agua en función de la actividad de agua se conoce como isoterma de sorción. Las isotermas se pueden preparar por adsorción, es decir, colocando un producto seco en contacto con una atmósfera de humedad relativa creciente, o por desorción, es decir, colocando el producto húmedo en contacto con atmósfera de humedad relativa decreciente. Así, se obtienen 2 curvas diferentes para un mismo producto (BRENAN, 1998).

LABUZA (1985) manifiesta que la relación entre la humedad y la actividad de agua se representa en gráficos de sorción (adsorción o desorción) que presenta una forma característica para los alimentos; en la figura 6 se puede apreciar claramente en el mapa de estabilidad de alimentos. En el caso de alimentos secos es típica la forma sigmoideal, aunque sean diferentes las isotermas de adsorción que las de desorción (fenómeno de histéresis).

Es importante reconocer que los productos frescos perecederos tienen a_w altas, normalmente sobre 0.98, mientras que alimentos secos y estables tienen a_w por bajo de 0.6.

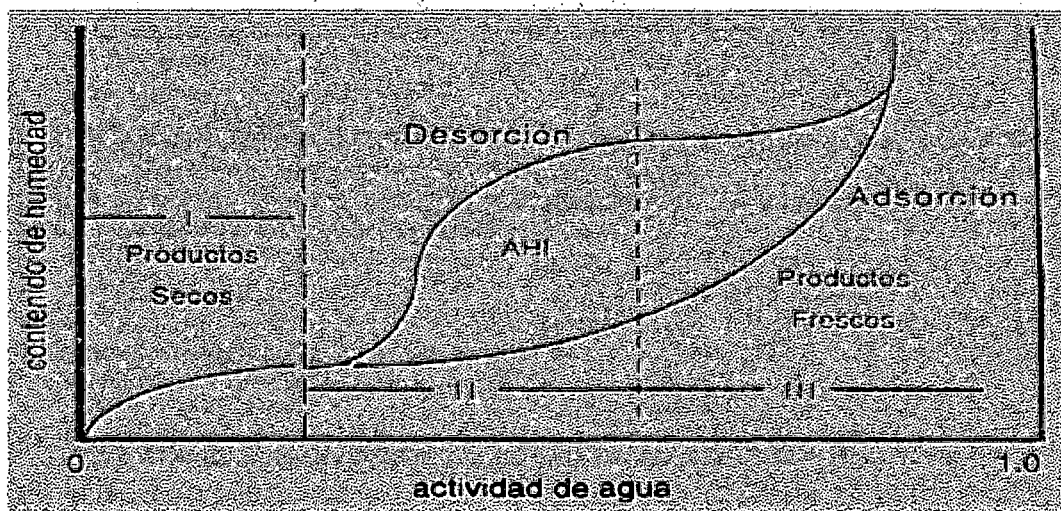


Figura 6: Mapa de estabilidad de Alimentos

CHEFTEL y CHEFTEL (1999) define isoterma de adsorción (o de desorción) como la curva que indica, en el equilibrio y para una temperatura determinada, la cantidad de agua retenida por un alimento en función de la humedad relativa de la

atmósfera que le rodea; o, si se quiere, e inversamente, la presión parcial de vapor ejercida por el agua del alimento, en función del contenido de agua en el mismo.

Las isotermas también se pueden obtener colocando muestras de un mismo alimento (seco o húmedo) en una serie de recipientes cerrados, en los cuales se mantienen – por ejemplo, mediante soluciones salinas (por lo general saturadas) o ácido sulfúrico de diversas concentraciones – una gama de humedades relativas constantes y determinando, en el equilibrio, los contenidos en agua (por pesada o análisis de agua, según la técnica de Karl Fisher) (CHEFTEL y CHEFTEL, 1999). En el CUADRO 2 se muestra actividad de agua de algunas de las soluciones salinas (LABUZA *et. al.*, 1985).

CUADRO 2. Soluciones salinas utilizadas para las isotermas de adsorción.

Soluciones salinas	AW
Cloruro de Litio	0.110
Acetato de Potasio	0.230
Cloruro de Magnesio	0.330
Carbonato de Potasio	0.432
Nitrato de Magnesio	0.510
Cloruro de Sodio	0.750
Cloruro de Potasio	0.823
Cloruro de Bario	0.891

*Valores a temperatura ambiente 25 – 30°C

Fuente: LABUZA (1985)

La cantidad de sales recomendadas para la preparación de soluciones saturadas teniendo siempre sal cristalizada, se muestra en el Cuadro 3 (WOLF *et al.*, 1985).

CUADRO 3. Cantidad de sal y agua recomendadas para la preparación de soluciones salinas saturadas.

Sal.	Cantidad de preparación.	
	Sal (g)	Agua (ml.)
Cloruro de Litio	150	85
Acetato de Potasio	200	65
Cloruro de Magnesio	200	25
Carbonato de Potasio	200	90
Nitrato de Magnesio	200	30
Cloruro de Sodio	200	60
Cloruro de Potasio	200	80
Cloruro de Bario	200	60

Fuente: (WOLF *et al.*, 1985)

Numerosos autores se dedicaron a establecer para los fenómenos de adsorción y desorción, fórmulas fundadas sobre consideraciones teóricas, que fuesen capaces de explicar los datos experimentales. LABUZA (1985) hizo una breve revisión de estos intentos teóricos, así como de las principales referencias de estos estudios (CHEFTEL, 1999). En el Cuadro 4 se muestran algunas ecuaciones de isothermas de sorción.

CUADRO 4: Ecuaciones de isothermas de sorción

N°	Nombre	Ecuación
(1)	Peleg	$M = A a_w^{c1} + B a_w^{c2}$
(2)	GAB	$M = \frac{AB Ca_w}{(1 - B a_w)(1 - B a_w + B Ca_w)}$
(3)	Halsey	$M = [EXP (A - TB / (- Lna_w))]^{1/c}$
(4)	Oswin	$M = (A + TB) / (1 / a_w - 1)^{1/c}$
(5)	BET	$M = \frac{A Ca_w}{(1 - a_w)(1 - a_w + Ca_w)}$

Donde:

A, B, C	:	Constantes de las ecuaciones de isotermas
Aw	:	Actividad de agua
M	:	Humedad de equilibrio, % base seca
R	:	Constante universal de los gases, 8.314 KJ/Kg mol K.
T	:	Temperatura, K.
Q _s	:	Calor de sorción
C	:	Constante ecuación de Clausius – Clapeyron

2.5 REHIDRATABILIDAD DE LOS ALIMENTOS DESECADOS

La rehidratabilidad o aptitud para la reconstitución, son términos que se refieren a la velocidad y el grado en que los alimentos desecados captan y absorben agua y readquieren propiedades parecidas a las del producto original, cuando se ponen en contacto con un exceso de agua (BRENAN *et al.*, 1998).

La rehidratabilidad de los alimentos que han sido troceados antes del secado, como la hortalizas cortadas en rodajas o en cubos y los trozos de carne, depende, en gran parte, de la estructura de las piezas secas y del grado en que los componentes que retienen el agua, principalmente las proteínas y el almidón, se hayan visto afectadas por el secado (BRENAN *et al.*, 1998).

GAHONA (2000), indica que la rehidratación en los alimentos:

- No es el reverso de secado
- Origina cambios en textura, migración de soluto
- Causa pérdidas de compuestos volátiles

La capacidad de rehidratación se puede usar como indicador de la calidad del alimento.

Los alimentos que se deshidratan bajo condiciones óptimas sufren menos daños y se rehidratan más rápido y completamente que los alimentos que son mal deshidratados.

Carnes: Severos cambios en textura causados por agregación y desnaturalización de proteínas y una pérdida de la capacidad de retención de agua, lo que lleva a un endurecimiento del tejido muscular.

2.6. ANÁLISIS SENSORIAL

El análisis sensorial u organoléptico es una disciplina científica que requiere un apoyo tecnológico y supone una profesionalidad y dedicación, en unas condiciones de concentración y aislamiento (sala de catas) y con un entrenamiento previo para conocer y memorizar sensaciones que finalmente son tratadas estadísticamente para que las opiniones sean reproducibles.

Un experto y un inexperto pueden tener las mismas sensaciones frente al mismo producto, pero el segundo sólo se queda en eso, mientras que el experto sabe transmitir las complementándolas con datos como pueden ser variedad de la fruta, zona de producción, posibles defectos, etc.

El análisis sensorial es una herramienta más del control de calidad total de cualquier empresa (**SANCHO et al., 1999**). El análisis sensorial se realiza con los sentidos, pero con unas condiciones que aumentan su objetividad y su fiabilidad, teniendo en cuenta que tanto el entorno físico como el psicológico (influencia de la edad, sexo, estatus social, etc.) pueden influir en el resultado final.

2.7 SUPERFICIE DE RESPUESTA

El análisis de superficie de respuesta tiene como base el método de planeamiento factorial y consiste en grupos de técnicas usadas para el estudio de las relaciones entre una y otra respuesta medidas analíticamente en un número de variables de entrada que pasan a ser controladas. Estas técnicas son usadas para dilucidar las siguientes interrogantes (**BOX et al; 1978**).

¿Cómo una respuesta es afectada sobre una región de interés dado por un conjunto de variables de entrada?

¿Qué conjuntos de variables de entrada resultarán como producto dentro de las especificaciones deseadas?

¿Cuál de los valores de las variables de entrada tendrá el menor valor de una respuesta específica y como la superficie de respuesta se aproxima a este punto?

Supóngase que la dependencia de una variable de respuesta Y sobre los niveles X_1, X_2, \dots, X_k de k variables cuantitativas o factores se puede expresar por el siguiente modelo matemático:

$$Y = f(X_1, X_2, \dots, X_k) + e$$

Esta relación funcional en general se llama una superficie de respuesta. Uno de los objetivos más frecuentes en una investigación por experimentación consiste en determinar los valores de las k variables independientes, x_i ; ($i = 1, \dots, k$), las cuales pueden producir un máximo (o mínimo) de $E(Y)$. Podemos observar en la figura 7 una representación gráfica de una superficie de respuesta, y en la figura 8 las curvas asociadas con la superficie de respuesta.

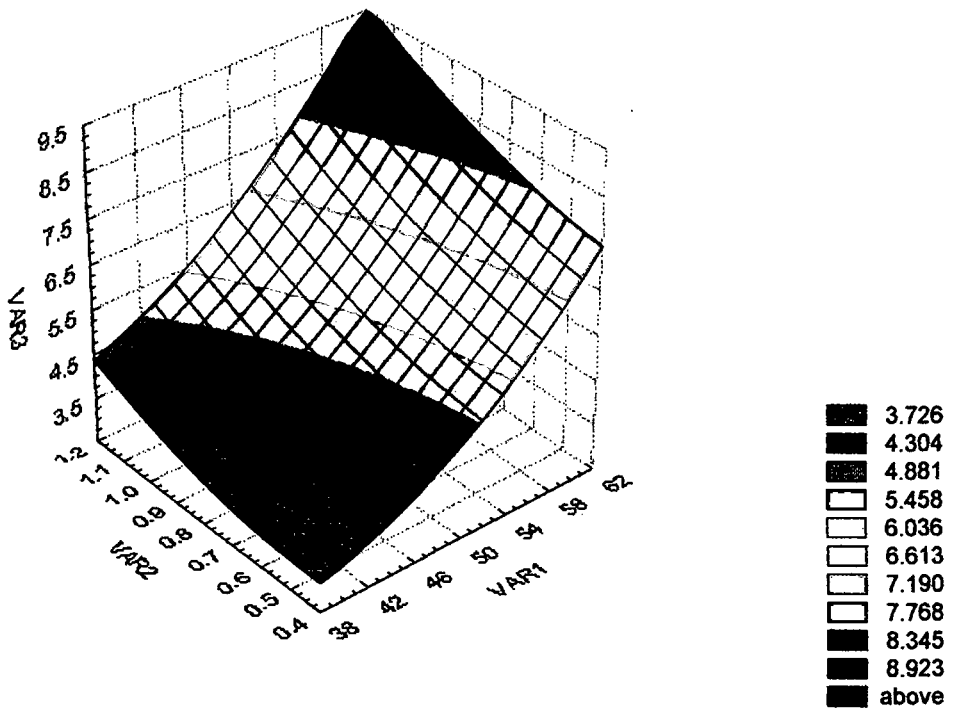


Figura 7. Representación gráfica de una superficie de respuesta

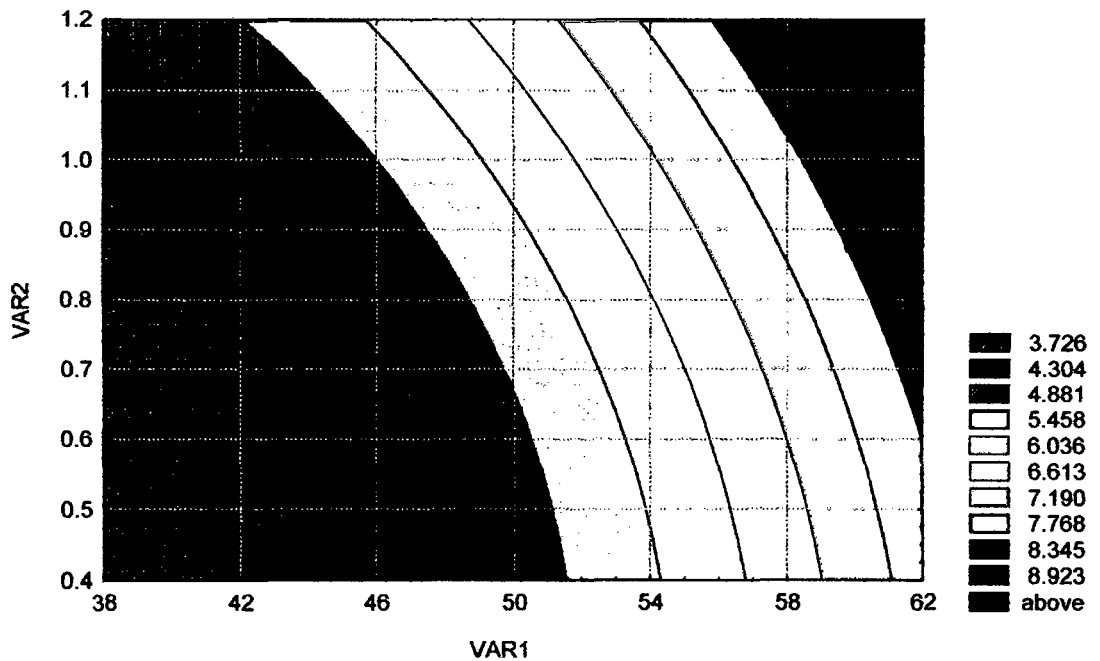


Figura 8. Representación gráfica de las curvas de una superficie de respuesta.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 LUGAR DE EJECUCIÓN.

Los experimentos de secado y etapas previas, se realizaron en los Laboratorios de Ingeniería y Diseño, Análisis y Composición de Productos Agroindustriales (ANACOMPA) y Tecnología de Productos Agroindustriales No Alimentos (TEPANAL), pertenecientes a la Facultad de Ingeniería Agroindustrial de la Universidad Nacional de San Martín, durante los meses de abril a noviembre del 2002.

3.2 MATERIA PRIMA

Para el experimento se emplearon almejas de agua dulce (*Anodontites trapesialis*), con humedad inicial aproximada de 84.2% CAMPOS (1973), en base húmeda; las cuales fueron recolectadas de una piscigranja ubicada en el distrito de Morales, aledaño a la ciudad de Tarapoto.

Se seleccionaron muestras con tamaño uniforme de 9 a 12 centímetros de longitud y pesos totales de 62 a 72 g. MEDINA y MENDIETA (1994). La figura 9 muestra un ejemplar de almeja de agua dulce.



Figura 9. Muestra de almeja de agua dulce

3.3 EQUIPOS Y MATERIALES DE LABORATORIO.

3.3.1 Equipos

- Secador por flujo de aire caliente (Fig. 10), equipado con termostato con lámpara piloto, cuatro interruptores, un transformador de 220V a 12V, cuatro ventiladores de 12V, tres resistencias con un total de 2500 Vatios, con recirculación de aire del 80% y velocidades de aire de 0.5, 0.8 y 1.1 m/s.

CONDICIONES DEL SECADOR			
Temperatura de bulbo seco (°C)	40	50	60
Temperatura de bulbo húmedo (C°)	36	41	47
Temperatura de punto de rocío (°C)	35,2	39,6	45,5
Humedad (Kg. agua/Kg. aire seco)	0,037	0,048	0,067
Volúmen específico (metro cúbico/Kg. aire seco)	0,918	0,948	0,977
Humedad relativa (%)	77,17	58,58	49,38



Figura 10. Equipo de secado con flujo de aire caliente

- Estufas MEMMERT, Modelo 600, tipo V30, temperatura máxima de 220°C, 1400 W y 220 voltios.
- Mufla THERMOLYNE 1500 Furnace, temperatura máxima de 1200°C, 2240 W, 240 V. USA.
- Balanza digital DENVER INSTRUMENT COMPANY, modelo AA200 capacidad 210 g. exactitud 0.1 mg.
- Balanza digital DENVER INSTRUMENT COMPANY modelo XL-6100, capacidad 6100 g., exactitud de 0.1g. USA.
- Cocina eléctrica FISHER, temperatura máxima de 600°C.
- Destilador micro Kjeldhal, marca Buchi.
- Digestor Buchi para proteína, tipo B425, 1100 Watts, Suecia.

- Sifrómetros de bulbo húmedo y bulbo seco, temperatura máxima de 110°C.
- Equipo extractor soxhlet.
- Equipo de titulación.

3.3.2 Materiales

- Pinzas de acero inoxidable.
- Pie de rey.
- Bureta de 10 ml.
- Probetas de 50 ml, 100 ml.
- Cuchillos de acero inoxidable.
- Embudo de vidrio.
- Cronómetro.
- Campanas desecadoras de vidrio.
- Pipetas.
- Crisoles.
- Pissetas.
- Papel filtro sin cenizas.
- Bandeja de secado.
- Bolsas de polietileno de alta densidad.

3.4 REACTIVOS

- Hidróxido de sodio (NaOH)
- Ácido sulfúrico (H_2SO_4)
- Ácido clorhídrico (HCl)
- Ácido bórico
- Éter de petróleo
- Cloruro de litio
- Acetato de Potasio
- Cloruro de Magnesio
- Cloruro de Sodio
- Cloruro de Bario
- Cloruro de Potasio
- Nitrato de Magnesio

3.5. MÉTODOS DE CONTROL

3.5.1. Controles en la almeja de agua dulce

Los controles que se realizaron en las almejas de agua dulce fueron: análisis físico (biométrico), análisis proximal (pulpa precocida).

3.5.1.1. Biometría

Con el uso del pie de rey se procedió a medir el tamaño de las valvas (longitud y ancho), las cuales posteriormente fueron pesadas y los pesos fueron promediados; igual procedimiento se siguió con la pulpa de almejas (longitud, ancho y espesor).

3.5.1.2. Análisis Proximal

3.5.1.2.1. Humedad

Fue determinada por el método de estufa, a presión atmosférica a 110°C durante 24 horas (AOAC, 1990).

3.5.1.2.2. Proteína total

Se determinó por el método semi micro kjeldhal (AOAC, 1990); el porcentaje de nitrógeno se multiplicó por el factor 6.25.

3.5.1.2.3. Grasa total

Se realizó por extracción con éter de petróleo como solvente mediante el método soxhlet (AOAC, 1990).

3.5.1.2.4. Ceniza total

Fue determinada por calcinación de la muestra en mufla, a 550°C por 4 horas (AOAC, 1990).

3.5.1.2.5. Carbohidratos

Se obtuvo por diferencia, restándose de 100 la sumatoria de los porcentajes de humedad, proteína, grasa y ceniza.

3.5.2. Controles durante el proceso de deshidratado

Durante el proceso de deshidratado se controló la pérdida de peso del producto de la evaporación del agua contenida en la pulpa, a intervalos de tiempo moderados, hasta alcanzar una humedad aproximada de 8% (DIAZ *et. al.*, 2002), en base húmeda; además se determinó las curvas de cinética y velocidad de secado.

3.5.3. Controles del producto terminado.

Los análisis que se realizaron para el producto terminado fueron: análisis físico y análisis químico proximal.

3.5.3.1. Análisis físico

Se realizó con la finalidad de observar el encogimiento de la muestra durante el tiempo en que fue expuesta al secado; lo cual consistió en medir las muestras (longitud, ancho y espesor) utilizando el pie de rey.

3.5.3.2. Análisis químico proximal

El análisis proximal del producto terminado se realizó de acuerdo a lo seguido para la materia prima.

3.5.4. Análisis Microbiológico

El método que se utilizó para el análisis fue Recuento en placa y Número más probable (NMP). Este análisis se efectuó con el fin de determinar el estado del producto final, principalmente de determinar la existencia o no, bacterias aerobias viables, *Staphylococcus aureus* (Coagulasa+), coliformes totales, *Echerichia coli*, *Salmonella sp.*, mohos y levaduras en el producto deshidratado.

3.6. METODOLOGÍA EXPERIMENTAL

El experimento comprendió dos fases; la primera fue de deshidratado y la segunda fase del análisis sensorial de las muestras deshidratadas y rehidratadas.

La unidad experimental que se utilizó para este experimento fue de 100 g.

La etapa de deshidratado se realizó mediante un diseño estadístico completamente al azar (DCA) con arreglo factorial completo de 3x3 con 3 repeticiones (CUADRO 5), donde los factores fueron temperatura (40°C, 50°C y 60°C) y velocidad del aire de secado (0.5 m/s; 0.8 m/s y 1.1 m/s). Posteriormente se realizó el análisis mediante el método de superficie de respuesta (Box et al., 1978), donde las variables de respuesta fueron los atributos sensoriales del producto deshidratado.

Además se realizó un análisis sensorial de las muestras deshidratadas e hidratadas, mediante un Diseño de Bloques Completamente al Azar (DBCA), utilizando para ello panelistas no entrenados pero potenciales consumidores para elegir el mejor tratamiento.

CUADRO 5. Diseño estadístico Completamente al Azar (DCA) con arreglo factorial completo de 3 x 3 con 3 repeticiones.

TEMPERATURA °C	VELOCIDAD DEL AIRE (m/s)		
	0.5 (-1)	0.8 (0)	1.1 (+1)
40 (-1)	(-1) (-1)	(-1) (0)	(-1) (+1)
50 (0)	(0) (-1)	(0) (0)	(0) (+1)
60 (+1)	(+1) (-1)	(+1) (0)	(+1) (+1)

3.7 DESCRIPCIÓN DEL FLUJO DE DESHIDRATADO DE PULPA DE ALMEJAS

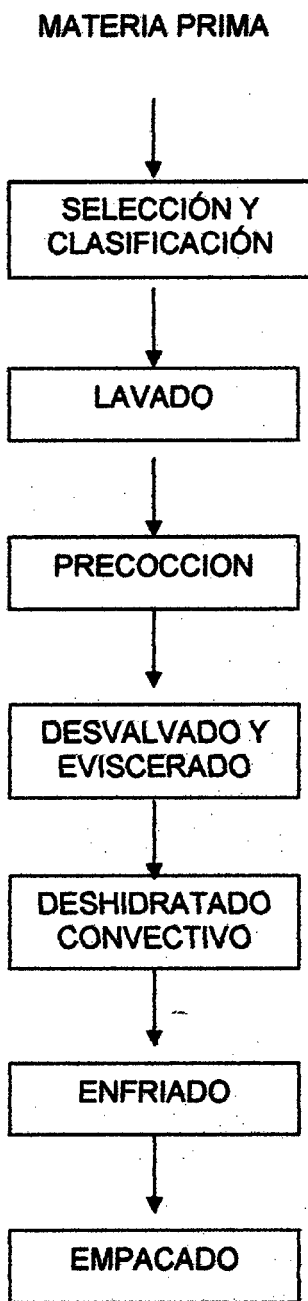


Figura: N° 11: Diagrama de flujo de deshidratado de almejas de agua dulce (*Anodontites trapesialis*).

3.7.1. Obtención de la materia prima

La materia prima fue recolectada de una piscigranja del distrito de Morales, provincia de San Martín, departamento de San Martín. (Figura N° 12).



Figura: N° 12: Poza de extracción de las almejas de agua dulce (*Anodontites trapesialis*).

3.7.2. Selección y Clasificación

Se realizó con la finalidad de eliminar los ejemplares inapropiados para el proceso por causas como putrefacción, ruptura muscular o avanzado estado de alteración enzimática, como también la de agruparlos por tamaño BERTULO (1975). En la figura N° 13 se aprecia las almejas de agua dulce seleccionadas y clasificadas.



Figura: N° 13: Muestra de las almejas de agua dulce (*Anodontites trapesialis*) seleccionadas y clasificadas.

3.7.3. Lavado

Las almejas se lavaron para eliminar, además de mucus, una elevada cantidad de bacterias, materias fecales y otros elementos contaminantes agregados. Esta operación se realizó con chorros de agua potable fría.

3.7.4. Precocción

La precocción se llevó a cabo en agua caliente, a temperatura de 80-90°C (baño maría) por 3 min. Después de este proceso se realizó un enfriamiento a temperatura ambiente, para facilitar el siguiente proceso.

3.7.5. Desvalvado y eviscerado

Se realizó manualmente con el objeto de eliminar las valvas de las almejas (Figura N° 14). Luego de extraer la masa muscular, previo corte en ella para separar la parte no comestible (Figura N° 15).



Figura: N° 14: Desvalvado de las almejas de agua dulce (*Anodontites trapesialis*).



Figura: N° 15: Muestra de las almejas de agua dulce (*Anodontites trapesialis*) desvalvadas y evisceradas.

3.7.6. Deshidratado convectivo.

Esta operación se realizó sometiendo la muestra a flujo de aire caliente, seguidamente se evaluó la pérdida de peso, producto de la evaporación del agua contenida en la pulpa, hasta alcanzar peso constante. Además, se evaluaron las variaciones (encogimiento y apariencia general) que sufre la pulpa de almeja de agua dulce (*Anodontites trapesialis*) durante su procesamiento.

3.7.7. Enfriado

Se efectuó con la finalidad de realizar un adecuado empaçado, a temperatura ambiente.

3.7.8. Empacado.

Para la mejor conservación del producto, las almejas deshidratadas se envasaron manualmente en bolsas de polietileno de alta densidad, las mismas que fueron selladas herméticamente (Figura N° 16).

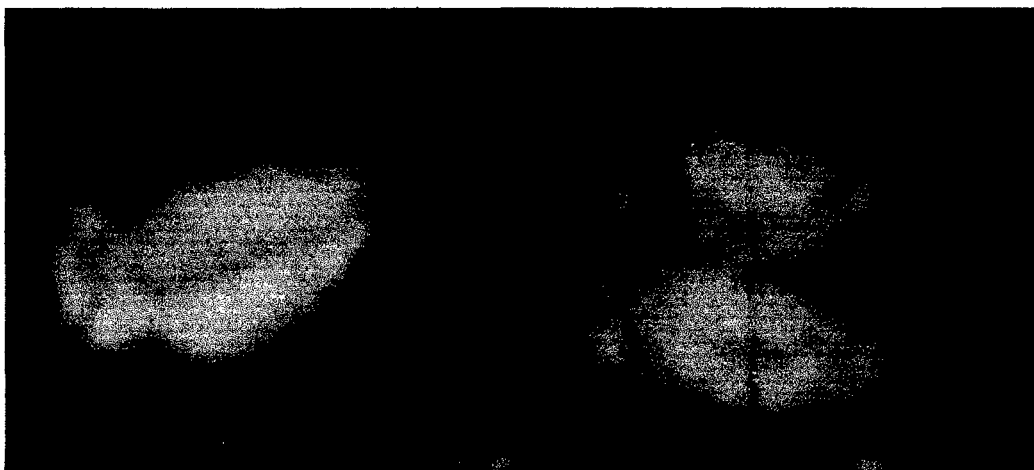


Figura: N° 16: Muestra de las almejas de agua dulce (*Anodontites trapesialis*) deshidratadas y empacadas.

3.8. DETERMINACIÓN DE LA DIFUSIVIDAD

La difusividad del agua presente en el producto fue determinada mediante ajuste no lineal de los datos experimentales a la Ecuación de Fick, y para ello se utilizó el programa MICROCAL ORIGIN 3.5; y el programa STATISTICA 5.0 se utilizó para graficar las superficies de respuesta.

Para la determinación de la difusividad aparente del agua en el producto durante el proceso de secado se empleó el modelo basado en la segunda ley de Fick, mediante regresión no lineal utilizando mínimos cuadrados.

$$\frac{\partial C}{\partial t} = D_{\text{eff}} \frac{\partial^2 C}{\partial x^2}$$

Donde:

C : Concentración de agua (contenido de humedad) (Kg. Agua/ Kg. s.s)

t : Tiempo (seg.).

x : Espesor de la muestra (m).

Deff: Difusión efectiva del agua (m²/s).

3.9. MÉTODO PARA FIJAR ISOTERMAS DE SORCIÓN

3.9.1. Isotermas de Desorción

El experimento comprendió las siguientes operaciones:

3.9.1.1. Pretratamiento de la muestra

Consistió en la precocción para facilitar el desvalvado, posteriormente se procedió a ventilar la muestra para disminuir la humedad hasta aproximadamente un 50%, para evitar la descomposición de la muestra durante el almacenamiento en los ambientes con diferentes soluciones, luego esta muestra se licuó para tener contenido de agua uniforme.

3.9.1.2. Pesado de las muestras en placas

Una vez licuada la muestra, se pesó en placas petri, colocando un promedio de 2.5 gramos en cada placa, con tres repeticiones. Luego estas placas fueron colocadas en frascos conteniendo soluciones salinas saturadas con valores de actividad de agua entre 0.11 a 0.89.

3.9.1.3. Almacenado en estufa

Los frascos conteniendo las muestras previamente pesadas, se colocaron en estufas a temperaturas constantes de 40°C, 50°C y 60°C, aproximadamente por 4 semanas hasta alcanzar el equilibrio. (KOUHILA *et al.*, 2000). No se consideraron temperaturas inferiores porque la pulpa de almejas de agua dulce se descompone.

3.9.1.4. Pesado de las muestras

Posteriormente las muestras se pesaron periódicamente, procurando no exponerlas por mucho tiempo al ambiente, para que no ganaran humedad.

3.9.2. Isotermas de Adsorción

El experimento comprendió las siguientes operaciones:

3.9.2.1. Pretratamiento de la muestra

Consistió en la precocción de la muestra la cual está descrita al igual que para isotermas de desorción en el punto 3.9.1.1.

3.9.2.2. Deshidratación por aire caliente.

Luego, la muestra precocida fue colocada en la bandeja de secado instalada en el interior del secador convectivo al que previamente se le dieron las condiciones establecidas de temperatura y velocidad aire de secado. Esta bandeja está conectada a una balanza digital que en forma continua presenta la pérdida de humedad de la muestra en función al peso.

3.9.2.3. Pesado de las muestras en placas

La muestra precocida y deshidratada por flujo de aire caliente fue molida para luego ser pesada en placas petri, colocando un promedio de 2.5 gramos en cada placa, con tres repeticiones. Posteriormente, estas placas fueron colocadas en frascos conteniendo soluciones salinas saturadas con valores de actividad de agua entre 0.11 a 0.89.

3.9.2.4. Almacenado en estufa

A continuación, los frascos conteniendo las muestras previamente pesadas, fueron colocadas en estufas a temperaturas constantes de 40°C, 50°C y 60°C, aproximadamente por 4 semanas hasta alcanzar el equilibrio. (KOUHILA *et al.*, 2000).

3.9.2.5. Pesado de las muestras

Las muestras se pesaron periódicamente, procurando exponer la muestra el menor tiempo posible a fin de que ésta no gane humedad del ambiente, para ello se utilizó una campana desecadora, la transferencia de masa fue determinada por el método gravimétrico. (McMINN y MAGEE, 1999).

Las temperaturas para las isotermas de porción fueron escogidas en función a las temperaturas utilizadas en el secado.

Las operaciones seguidas para la determinación de porción se encuentran en la figura N° 17.

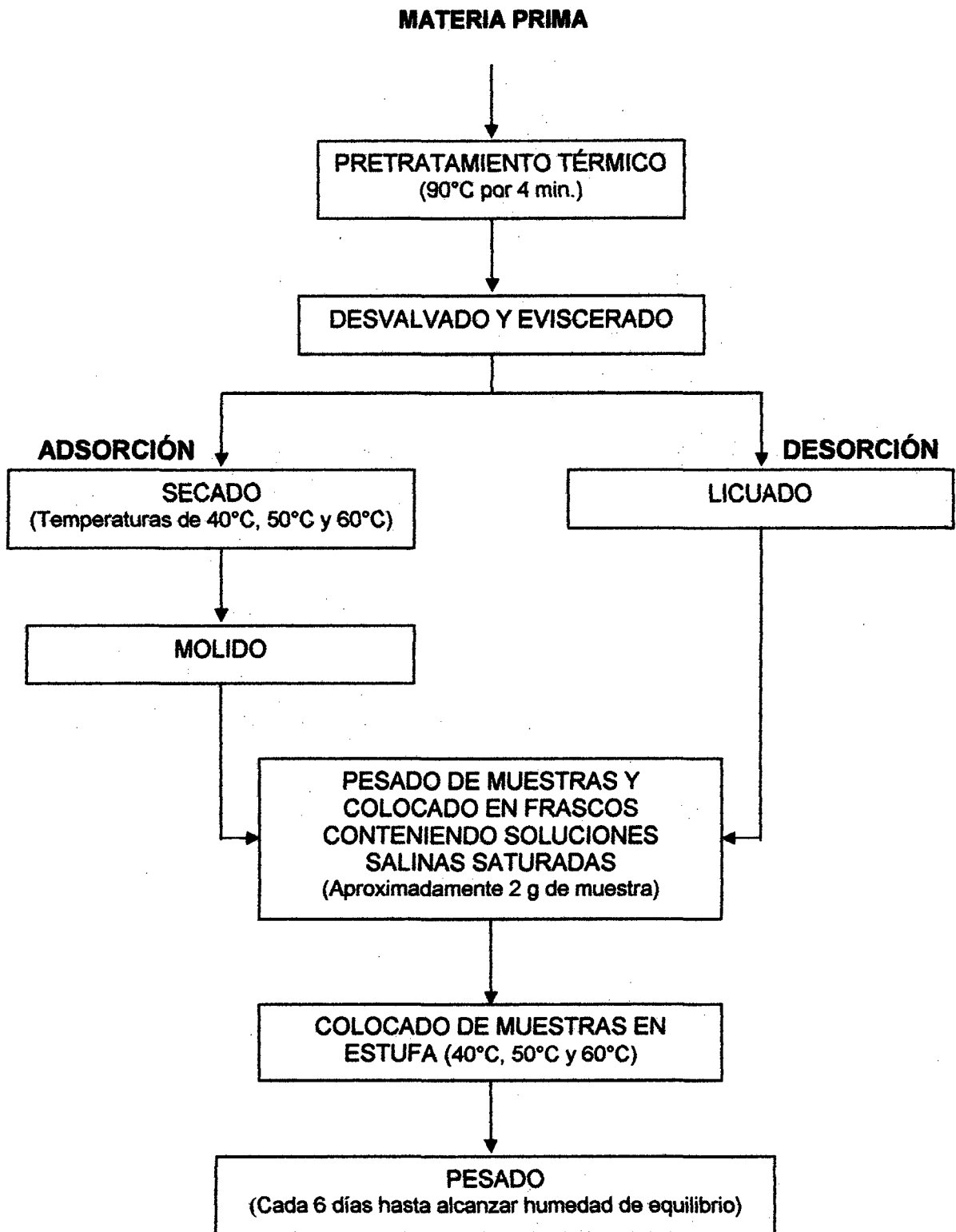


Figura N° 17: Diagrama de operaciones para isotermas de sorción de pulpa de almejas de agua dulce (*Anodontites trapesialis*).



3.10. REHIDRATABILIDAD

Esta determinación se realizó con la finalidad de determinar hasta que grado el producto secado adsorbe el agua, se realizó colocando al producto seco en agua, en una relación de 1:10, y controlando el peso a intervalos de tiempos determinados hasta peso constante.

3.11. ANÁLISIS SENSORIAL

Este análisis se realizó con la finalidad de determinar las mejores condiciones de deshidratado de la pulpa de almejas de agua dulce; para ello se utilizó el Diseño de Bloques Completamente al Azar (DBCA) con arreglo factorial, teniendo como bloques a los jueces o panelistas que evaluaron los atributos de color, olor, textura y apariencia general en el producto deshidratado y en el producto rehidratado los atributos de sabor, color, olor, textura y apariencia general; mediante la prueba de preferencia. Los resultados obtenidos se analizaron mediante el Análisis de Varianza (ANVA) con un nivel de significancia de 0.05 y las diferencias significativas mediante la prueba de TUCKEY al mismo nivel de significancia.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

4.1. CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DE LA ALMEJA DE AGUA DULCE (*Anodontites trapesialis*).

Los resultados de las características físicas de la almeja de agua dulce (*Anodontites trapesialis*) se presentan en el CUADRO 6., en los cuales se muestran los diferentes porcentajes de las partes que componen la almeja de agua dulce.

CUADRO 6. Características físicas de la almeja de agua dulce (*Anodontites trapesialis*).

PARTES	PESO (G.)	FRACCIÓN DE PESO (%)
Almeja de agua dulce (peso entero)	68.5	100
- Valvas	45.9	67.0
- Pulpa		
*Pulpa eviscerada	11.7	17.08
*Visceras	10.9	15.92

*Valores promedio de 10 muestras de almejas de agua dulce

Fuente: Elaboración propia

En el CUADRO 6 podemos observar que el peso promedio total de las almejas de agua dulce recolectadas para el experimento es de 68.5 g., valor que difiere con los datos obtenidos por CAMPOS (1993) que reporta pesos de 152 g. recolectados en 12 meses, lo que indica que las almejas recolectadas para el experimento tenían aproximadamente 5 meses que también es una edad buena de cosecha; la parte comestible es de 11.7 g. eviscerada (precocida), consideramos este peso por ser la precocción una operación importante que se efectúa en la mayoría de formas de procesamiento de los bivalvos.

4.2. BIOMETRÍA DE LA ALMEJA DE AGUA DULCE (*Anodontites trapesialis*).

Este análisis de las almejas de agua dulce se basó en la determinación de peso, tamaño y forma. Los resultados se muestran en el cuadro 7.

CUADRO 7. Biometría de la almeja de agua dulce (*Anodontites trapesialis*).

PARÁMETROS	VALORES
Peso Total (g.)	68.5
Longitud (cm.)	10.5
Espesor (cm.)	3.8
Ancho (cm.)	6.4
Forma *	Ligeramente plana

*Valores promedio de 10 muestras de almejas de agua dulce

Fuente: Elaboración propia

La longitud promedio es de 10.5 cm., encontrando la mayoría de especímenes recolectados para el experimento con la talla de 9 cm.

Estos resultados difieren ligeramente con los datos reportados por CAMPOS (1993), pudiendo deberse estas diferencias a factores bioecológicos propios del medio de donde fueron recolectadas las muestras para el experimento.

4.3. ANÁLISIS ORGANOLÉPTICO DE LA PULPA DE ALMEJAS DE AGUA DULCE (*Anodontites trapesialis*) FRESCA

La almeja se encontró viva y en buenas condiciones de frescura; las valvas se cerraban al menor estímulo, el líquido intervalvar era turbio y el olor característico a río, según KIETZMAN (1974), dichas características corresponden a moluscos de buena calidad de frescura.

4.4. CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DE LA PULPA DE ALMEJAS DE AGUA DULCE (*Anodontites trapesialis*) FRESCA Y DESHIDRATADA.

Los resultados de las características físicas de la pulpa de almeja de agua dulce (*Anodontites trapesialis*) fresca y deshidratada, se muestran en el CUADRO 8.

CUADRO 8. Características físicas de la pulpa almeja de agua dulce (*Anodontites trapesialis*) fresca y deshidratada.

PARÁMETROS	VALORES	
	Fresca	Deshidratada
Peso Total (g.)	11.7	3.46
Longitud (cm.)	6.050	5.550
Espesor (mm)	0.730	0.460
Ancho (cm.)	3.450	2.845
Forma	Ligeramente plana	Ligeramente plana

*Valores promedio de 10 muestras de almejas de agua dulce

Fuente: Elaboración propia

En el cuadro 8 podemos notar que existe una pequeña variación en el tamaño de la pulpa de almejas de agua dulce fresca y deshidratada después de ser sometida al proceso de deshidratado. El efecto de encogimiento es mínimo.

La forma, como se puede observar en la figura N° 9 (de color oscuro cuando adultos), es ligeramente plana, y de color verde amarillento cuando jóvenes, como se muestra en la figura N° 18.

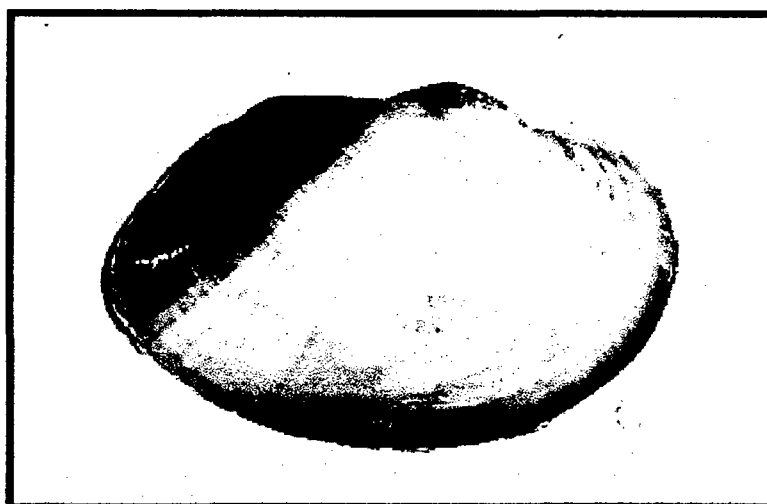


Figura 18. Muestra de un ejemplar joven (*Anodontites trapesialis*)

4.5. ANÁLISIS QUÍMICO PROXIMAL.

Los resultados del análisis químico proximal de la pulpa de almejas de agua dulce (*Anodontites trapesialis*) en fresco, se presentan en el cuadro 9, y los resultados del análisis proximal de la pulpa deshidratada en el cuadro 10, donde se puede observar la variación en la composición proximal de la pulpa de las almejas al ser sometidas a proceso de deshidratado.

CUADRO 9. Composición proximal de la pulpa de almeja de agua dulce (*Anodontites trapesialis*).

COMPONENTES	PORCENTAJE
Humedad	81.46
Proteínas	15.02
Grasas	0.89
Cenizas	2.01
Carbohidratos	0.62

Fuente: Elaboración propia

CUADRO 10. Composición proximal de la pulpa de almejas de agua dulce deshidratada (*Anodontites trapesialis*).

COMPONENTES	PORCENTAJE
Humedad	8.15
Proteínas	62.51
Lípidos	1.98
Cenizas	4.45
Carbohidratos	22.91

Fuente: Elaboración propia

Los valores del análisis proximal obtenidos de la almeja de agua dulce (*Anodontites trapesialis*), demuestran que es una especie con un alto contenido de humedad (81.46) y proteína (15.02%). El porcentaje de estos componentes y los obtenidos para ceniza (2.01%), grasa (0.89%) y carbohidratos (0.62%) están próximos de los valores reportados por CAMPOS (1973) y COLLAZOS *et al.* (1986) y los

reportados por LLANOS (1994) para almejas de agua dulce, conchas de abanico y machas respectivamente.

Comparando los cuadros 9 y 10 podemos observar que la variación proximal se encuentra en el componente agua, que se reduce de 81.46% en estado fresco a 8.15% después de ser sometido a un deshidratado; y proteína que en estado fresco tiene un 15.02% y aumenta a 62.51% después de ser sometida a deshidratado. Esta variación se atribuye al proceso de deshidratado a la que es sometida la pulpa de almeja de agua dulce, ya que al eliminar el agua algunos componentes aumentan sus concentraciones.

Todas estas variaciones además pueden atribuirse a la edad, sexo, grado de madurez sexual, desove, intensidad de la alimentación, temperatura del agua y otros parámetros ambientales (WHEATON y LAWSON, 1985)

4.6. SECADO.

4.6.1. Efecto de la velocidad del aire.

La pulpa de almejas de agua dulce (*Anodontites trapesialis*) de tamaños similares sometidos previamente a pretratamiento térmico, se secaron con flujo de aire caliente a temperaturas de 40°C, 50°C y 60°C. Los resultados obtenidos se muestran en las figuras 19, 20 y 21 que representan la pérdida de humedad frente al tiempo de secado.

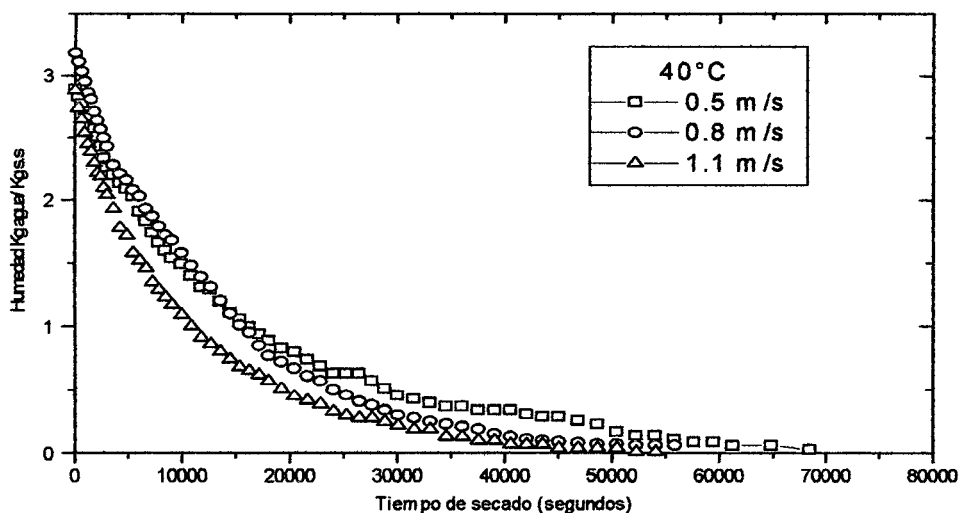


Figura 19: Efecto de la velocidad de aire sobre la cinética de secado de la pulpa de almejas de agua dulce a temperatura de 40°C.

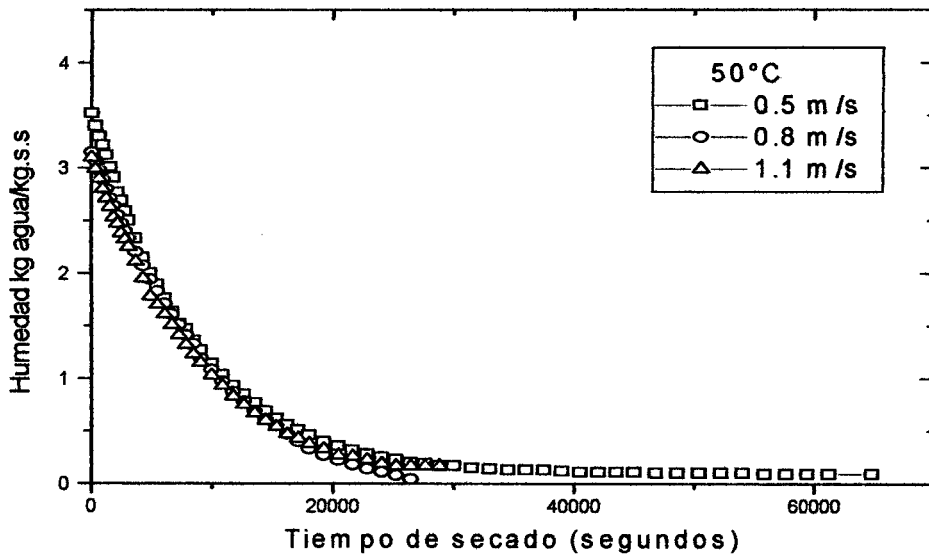


Figura 20: Efecto de la velocidad de aire sobre la cinética de secado de la pulpa de almejas de agua dulce a temperatura de 50°C.

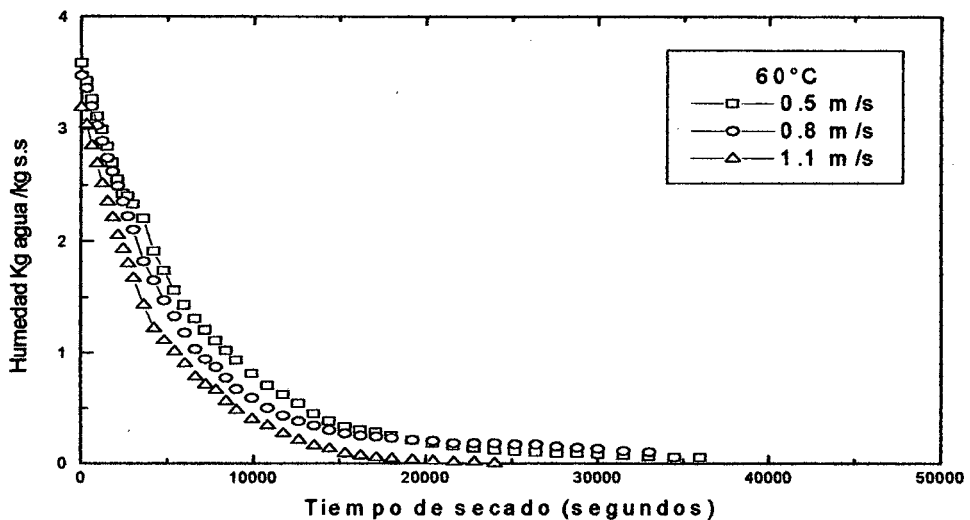


Figura 21: Efecto de la velocidad de aire sobre la cinética de secado de la pulpa de almejas de agua dulce a temperatura de 60°C.

Como observamos en las figuras 19, 20 y 21 de cinética de secado, la temperatura influye en forma directa en el tiempo de secado, allí podemos notar la diferencia significativa que existe en el tiempo para alcanzar la humedad final de 8%, es decir, que el menor tiempo de secado ocurre cuando el secado se realiza a mayor temperatura y a mayor velocidad del aire de secado. Resultados similares fueron obtenidos por VIVANCO (1999) y ZAKHIA *et al.*, (1995) y DIAZ *et al.*, (2002), en

experimentos realizados con uvas de variedad moscatel, secado de pescado (*Oreochromis sp.*) y camarón gigante, respectivamente. Además se puede notar que para una misma temperatura la velocidad de aire de secado no tiene influencia muy pronunciada en el secado de la pulpa de almejas de agua dulce (*Anodontites trapesialis*).

4.6.2. Efecto de la Temperatura del aire.

Graficando el tiempo de secado (en segundos) versus la humedad en base seca (Kg. Agua/ Kg. s.s.) a una misma velocidad del aire y a temperaturas de 40°C, 50°C y 60°C, obtenemos las siguientes curvas de secado en la pulpa de almejas de agua dulce (*Anodontites trapesialis*) de tamaños similares; las cuales se muestran en las figuras 22, 23 y 24.

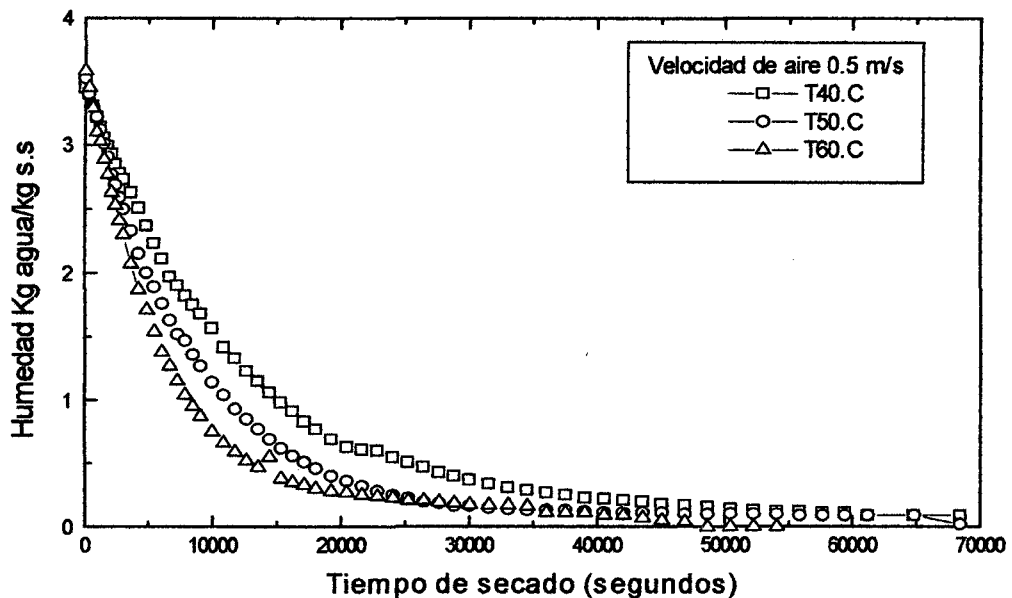


Figura 22: Efecto de la Temperatura del aire sobre la Cinética de secado de pulpa de almejas de agua dulce a velocidad de aire de 0,5 m/s.

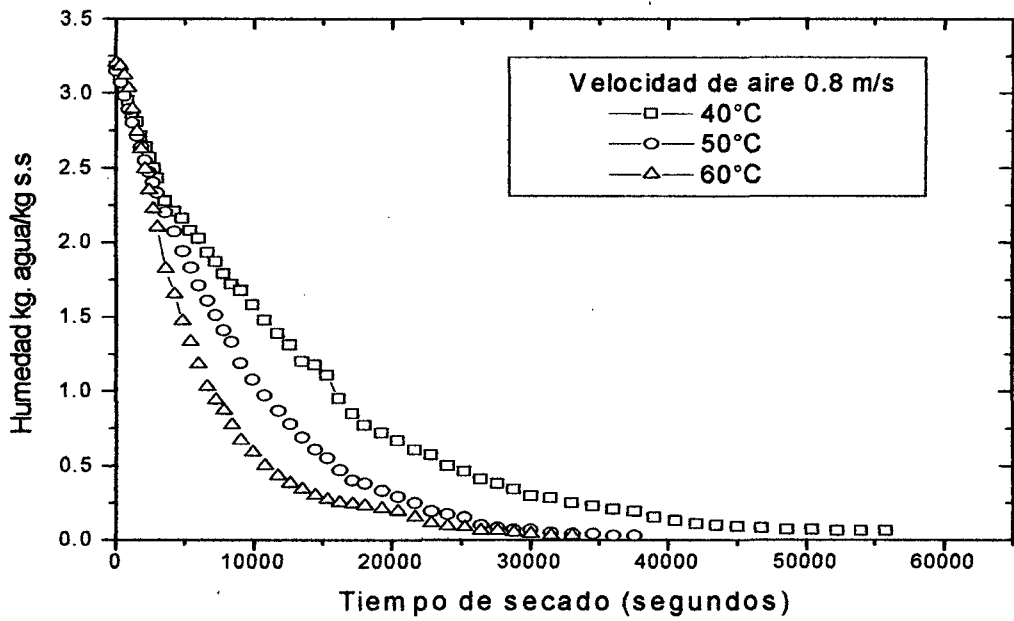


Figura 23. Efecto de la Temperatura del aire sobre la Cinética de secado de pulpa de almejas de agua dulce a velocidad de aire de 0,8 m/s.

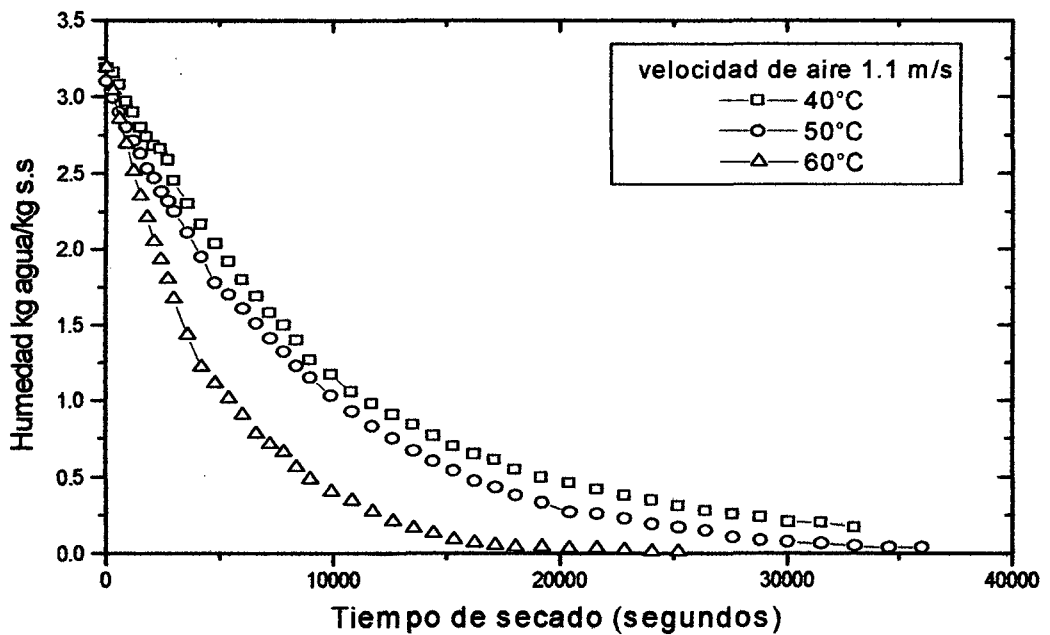


Figura 24. Efecto de la Temperatura del aire sobre la Cinética de secado de pulpa de almejas de agua dulce a velocidad de aire de 1,1 m/s.

En las figuras 22, 23 y 24 se presentan las curvas de cinética de secado de la pulpa de almeja de agua dulce, en ellas se puede notar que a mayor temperatura y manteniendo constante la velocidad del aire de secado, el tiempo de secado disminuye aumentando en consecuencia la velocidad de secado, resultados similares fueron obtenidos por **VIVANCO (1999)** y **ZAKHIA et al., (1995)**, en experimentos de secado de uva de variedad moscatel y tilapia respectivamente. Puede notarse que el efecto de la temperatura es más pronunciado que en el caso de la velocidad del aire de secado; este efecto es debido a la desnaturalización de las proteínas, que adsorben fuertemente el agua, por efecto de las temperaturas elevadas (**ZAKHIA et al., 1995**).

4.6.3. Velocidad de secado.

En las figuras 25, 26 y 27 apreciamos el comportamiento de la velocidad de secado para diferentes temperaturas y velocidades de aire de secado. El ajuste de las curvas fue realizado mediante regresión no lineal empleando el modelo **LOGISTIC**.

$$\text{LOGISTIC} = \frac{A_1 - A_2}{\{1 + (X/X_0)^p\}} + A_2$$

Donde:

- X_0 : Valor central
- A_1 : Valor inicial de, variable dependiente
- A_2 : Valor final, variable dependiente
- p : Proporción

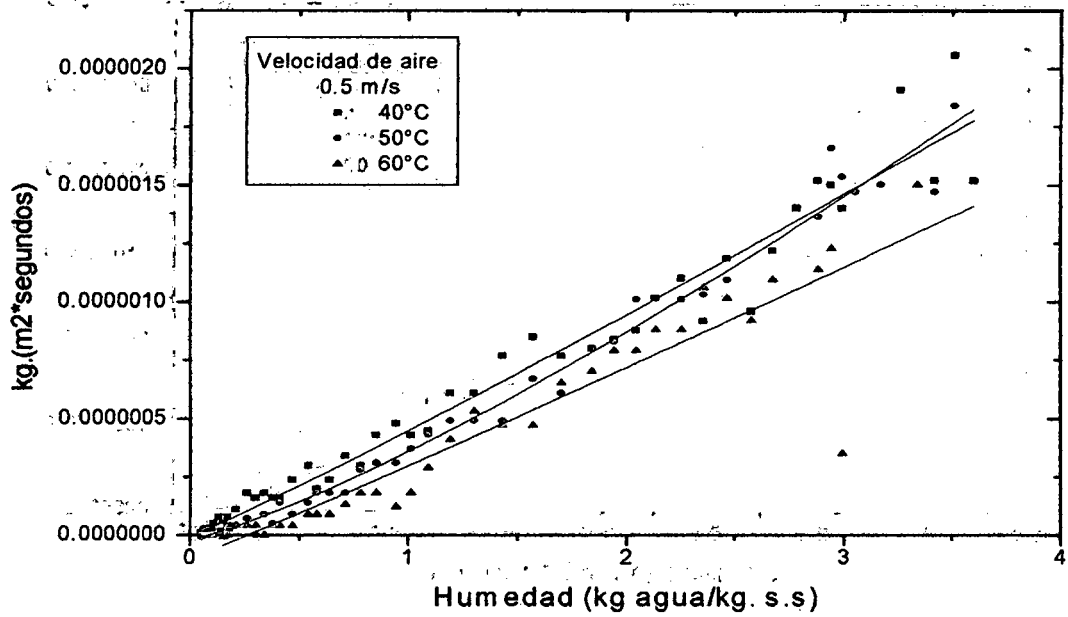


Figura 25: Velocidad de secado a temperatura de 40, 50 y 60°C a velocidad de aire constante de 0.5 m/s

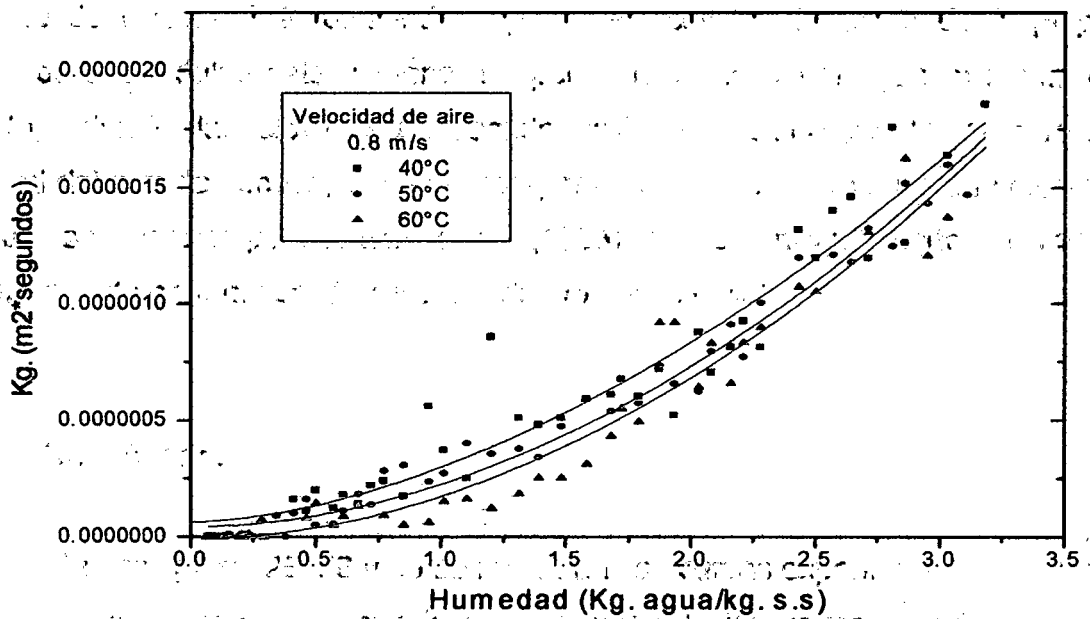


Figura 26: Velocidad de secado a temperaturas de 40, 50 y 60°C a velocidad de aire constante de 0.8 m/s

En el cuadro 11 y en la figura 31, se nota la influencia de la temperatura y velocidad de aire de secado sobre la difusividad del agua en la pulpa de almejas de agua dulce; es decir, la difusividad se incrementa de manera acentuada con el aumento de temperatura, variando ligeramente con el incremento de velocidad del aire de secado. El valor más alto de difusividad fue de $11 \times 10^{-8} \text{ m}^2/\text{s}$ cuando el proceso de deshidratado se realiza a una temperatura de 60°C con 1.1 m/s de velocidad de aire de secado, y el valor mínimo fue de $3.14 \times 10^{-9} \text{ m}^2/\text{s}$ cuando el proceso se realiza a 40°C y 0.5 m/s de velocidad; estos valores obtenidos para difusividad están dentro del rango de valores reportados para tilapia salada (ZAKHIA *et al.*, 1995); que son de $3.03 \times 10^{-10} \text{ m}^2/\text{s}$ a 30°C y 0.5 m/s de velocidad de aire hasta $1.12 \times 10^{-9} \text{ m}^2/\text{s}$ a 70°C y 3.5 m/s de velocidad de aire. Otros estudios con resultados similares fueron desarrollados por PARK (1998) y HERNÁNDEZ *et al.*, (2000) para pescado salado (*Carcharhinus limbatus*) y secado de productos alimenticios respectivamente.

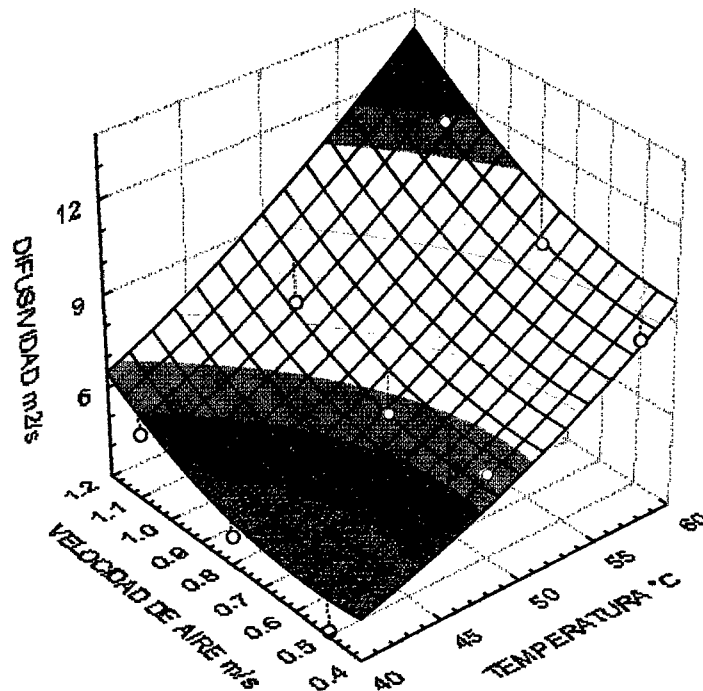


Figura 31: Influencia de la temperatura y velocidad de aire en la difusividad del agua presente en pulpa de almeja durante el secado.

4.7. ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO

La muestra analizada (pulpa de almeja de agua dulce deshidratada) reúne los requisitos microbiológicos para este tipo de producto según los Criterios de Calidad Sanitaria de Alimentos. En el cuadro 12 se muestran los resultados.

CUADRO 12. Análisis microbiológico

DETERMINACIONES	ENCONTRADO		PERMISIBLE	
	Ufc/ml.	NMP/ml.	Ufc/ml.	NMP/ml.
Bacterias aerobias viables	$A5 \times 10^3$		10^4	
<i>Staphylococcus aureus</i> (Coagulasa +)	A		A	
Coliformes Totales		3		10^2
<i>Echerichia coli</i>		<3		10
<i>Salmonella sp.</i>	A		A	
Mohos	7.5×10		10^2	
Levaduras	A		10^2	

Método: Recuento en placa, Número más probable (NMP)

Nota: A: significa ausencia.

Según el cuadro 12 del análisis microbiológico, nuestra muestra almacenada aproximadamente 1 año, reporta según el análisis ausencia de *Staphylococcus aureus*, *Salmaonella sp.* y levaduras, y cantidades permisibles de mohos y bacterias aerobias viables. Según los valores reportados por (JAY, 1973) (Anexo 1), y el Centro de Control de Enfermedades transmisibles – San Martín (Anexo 2) el contenido microbiano de la almeja se encuentra dentro de los límites permisibles en cuanto a carga microbiana para los mariscos de buena calidad.

4.8. ISOTERMAS DE SORCIÓN.

Los valores experimentales y las curvas ajustadas con la ecuación de GAB se muestran en la Figura 32 y Figura 33, en ellas puede notarse la influencia de la temperatura en las isotermas de sorción del agua; a humedades de equilibrio óptimas de adsorción y desorción el aumento de temperatura provoca reducción de las humedades de equilibrio para un valor de actividad de agua constante (MONTERREY, 1999).

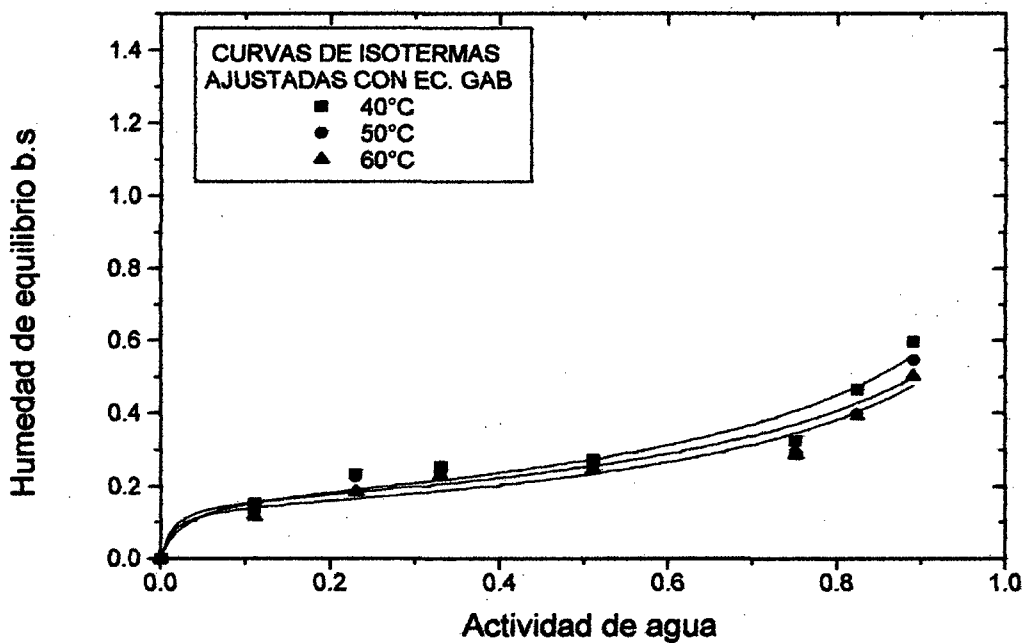


Figura 32. Isotermas de adsorción de la pulpa de almeja de agua dulce ajustada con la ecuación de GAB.

CUADRO 13. Constantes de Isotermas de adsorción evaluadas para la pulpa de almejas de agua dulce (*Anodontites trapesialis*).

MODELO	TEMP (K)	CONSTANTES			R ²
		A	B	C	
PELEG	313	0.55584	0.35457	0.33789	0.99
	323	0.67041	0.3376	0.35536	0.98
	333	0.94816	0.32406	0.39887	0.98
HALSEY	313	3350.73442	10.07787	3.61560	0.95
	323	3350.63139	10.07857	3.66631	0.91
	333	3348.68971	10.07509	3.95381	0.88
GAB	313	0.25189	43.94069	0.55062	0.99
	323	0.22032	31.35777	0.48649	0.99
	333	0.21333	24.98141	0.32582	0.98

Fuente: Elaboración propia

En el CUADRO 13 se presentan las constantes de los tres modelos matemáticos de isotermas de adsorción. Podemos notar que de las ecuaciones utilizadas la que mejor reprodujo los resultados experimentales fue la ecuación de GAB, con valores del Coeficiente de determinación (R^2) de 0.99, 0.99 y 0.98 respectivamente, para las temperaturas consideradas en el estudio. Este modelo semi-teórico ha sido considerado como el más adecuado para describir isotermas de sorción en productos como tilapia (MONTERREY, 1999) y carne bovina liofilizada (SIMÕES, 1999) y otros productos alimentarios (MOK y HETTIARACHCHY, 1990), las demás ecuaciones presentaron menor grado de ajuste. El rango de actividad de agua en el cual puede ser aplicada la ecuación de GAB está comprendida entre 0.1 y 0.9 (BELARBI *et al.*, 2000).

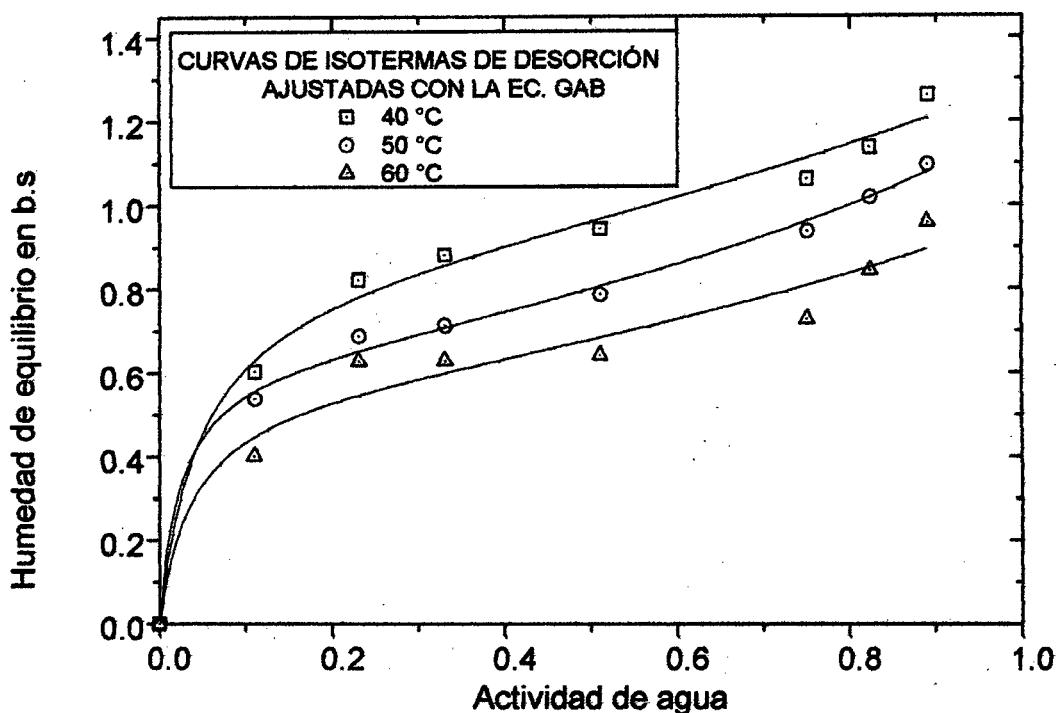


Figura 33. Isotermas de desorción de la pulpa de almeja de agua dulce ajustadas con la ecuación de GAB.

CUADRO 14. Constantes de Isotermas de desorción evaluadas para la pulpa de almejas de agua dulce (*Anodontites trapesialis*).

MODELO	TEMP (K)	CONSTANTES			R ²
		A	B	C	
PELEG	313	1.05366	1.15229	0.26525	1.00
	323	0.38614	0.92689	0.23233	1.00
	333	0.8624	0.79039	0.24246	0.98
HALSEY	313	3669.52471	11.02233	5.17506	0.93
	323	3336.60086	10.02467	4.75927	0.97
	333	3335.79183	10.02467	4.63626	0.89
GAB	313	0.84602	89.32368	0.47128	1.00
	323	0.63445	61.44608	0.43186	0.96
	333	0.56489	60.47915	0.36187	0.99

Fuente: Elaboración propia

Las constantes de los tres modelos matemáticos de isotermas de sorción se presentan en el CUADRO 14, en éste podemos observar que de las ecuaciones utilizadas la que mejor reprodujo los resultados experimentales fue la ecuación de PELEG, con valores del Coeficiente de determinación (R^2) de 1.00, 1.00 y 0.98, seguido de la ecuación de GAB con valores de Coeficiente de determinación (R^2) de 0.96, 1.00 y 0.99, para las temperaturas consideradas en el estudio.

Observando las figuras 32 y 33 se puede notar que todas tienen la característica sigmoideal típica de los alimentos de alto contenido proteínico (WOLF *et al.*, 1972). Se puede observar el efecto del aumento de temperatura que provoca una reducción en la humedad de equilibrio, para un valor de actividad de agua constante resultados similares fueron obtenidos por MOSCHIAR (1986) y MONTERREY (1999); además se observa la diferencia entre las humedades de desorción y adsorción en la no coincidencia de las curvas y que se conoce como histéresis (BRENNAN *et al.*, 1998).

4.9. REHIDRATACIÓN

En las figuras 34, 35 y 36, se muestran las curvas de rehidratación trazadas con los valores de peso y tiempo de rehidratación; valores que fueron obtenidos al pesar a diferentes intervalos de tiempo las pulpas de almejas deshidratadas colocadas en agua, a una proporción de 1:10 (pulpa : agua).

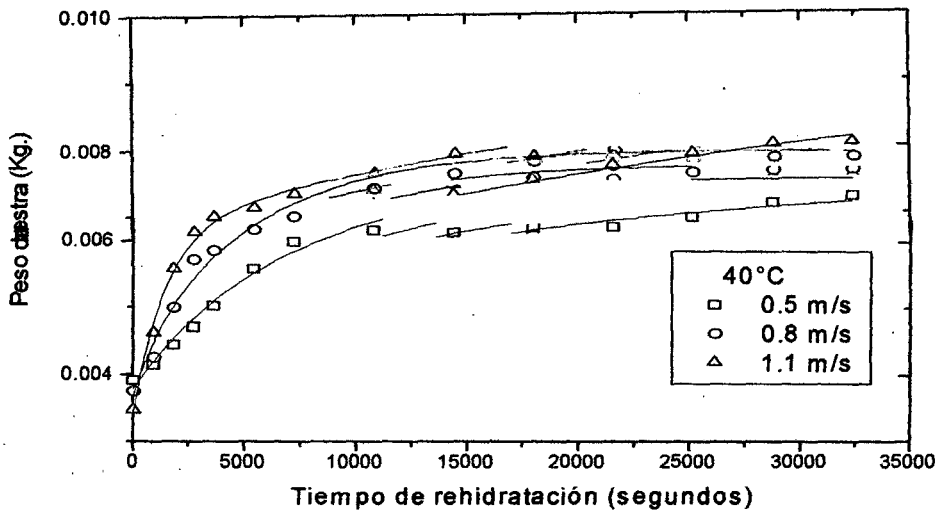


Figura 34: Capacidad de rehidratación de la pulpa de almejas de agua dulce (*Anodontites trapesialis*). Secadas a 40°C y velocidades de secado de 0.5, 0.8 y 1.1 m/s.

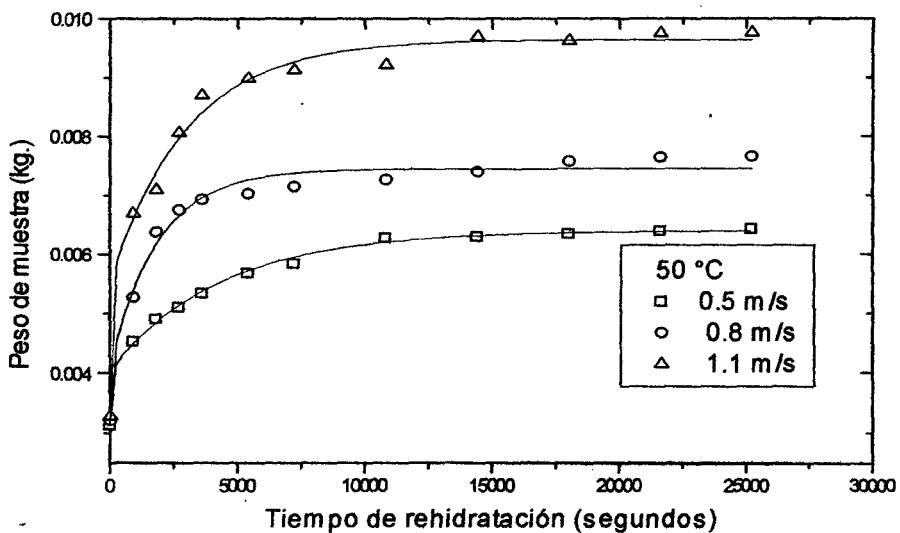


Figura 35: Capacidad de rehidratación de la pulpa de almejas de agua dulce (*Anodontites trapesialis*). Secadas a 50°C y velocidades de secado de 0.5, 0.8 y 1.1 m/s.

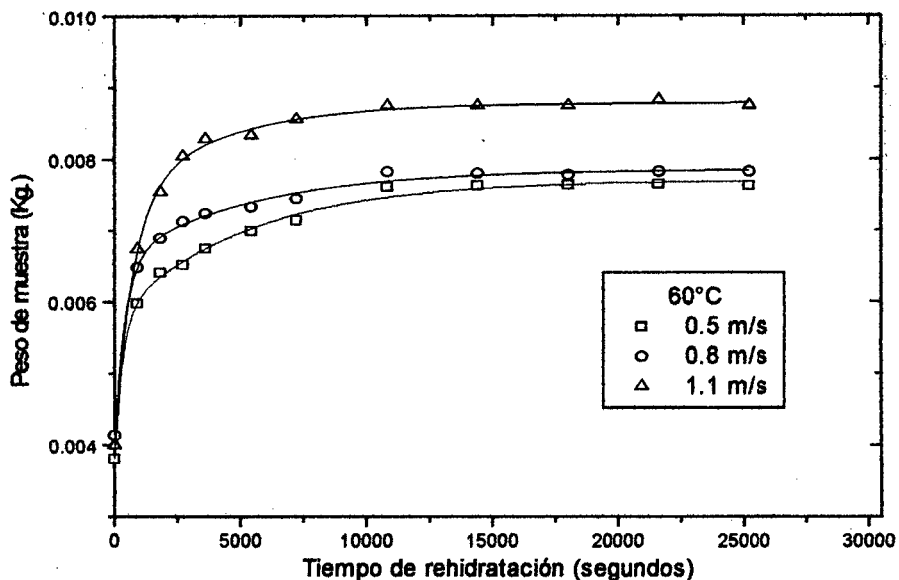


Figura 36: Capacidad de rehidratación de la pulpa de almejas de agua dulce (*Anodontites trapesialis*). Secadas a 60°C y velocidades de secado de 0.5, 0.8 y 1.1 m/s.

En las figuras 34, 35 y 36, podemos apreciar la influencia de la temperatura y la velocidad del aire en la rehidratabilidad de la pulpa de almejas deshidratadas; en el caso del tratamiento a temperatura de 40 °C la capacidad de retención del agua es del 79.6% con una velocidad de aire de 1.1m/s, para las velocidades de aire de 0.5 y 0.8 m/s el porcentaje disminuye respectivamente. En el caso del secado a 50°C el porcentaje de capacidad de retención de agua es de 96.1% con una velocidad de aire de secado de 1.1m/s; y para el tratamiento de a 60°C el porcentaje de retención del agua es de 78.6% con una velocidad de aire de secado de 1.1m/s. La presencia de proteínas en la composición de las almejas de agua dulce influye bastante en la reconstitución (BRENNAN *et al.*, 1998); estudios similares fueron reportados por (MENDIETA, 1993) para secado de Tilapia. Las pulpas de almejas deshidratadas a 40°C y 60°C no se rehidratan adecuadamente ya que en el tratamiento a 40°C el proceso de secado es más lento, tiempo que permite la aparición de cambios que influyen en el deterioro; y en el tratamiento a 60°C es más rápido y esta temperatura es elevada, provocando la desnaturalización de las proteínas y una mínima adsorción del agua.

4.10. BALANCE DE MATERIA EN LA OBTENCIÓN DE PULPA DE ALMEJAS DE AGUA DULCE (*Anodontites trapesialis*) DESHIDRATADA.

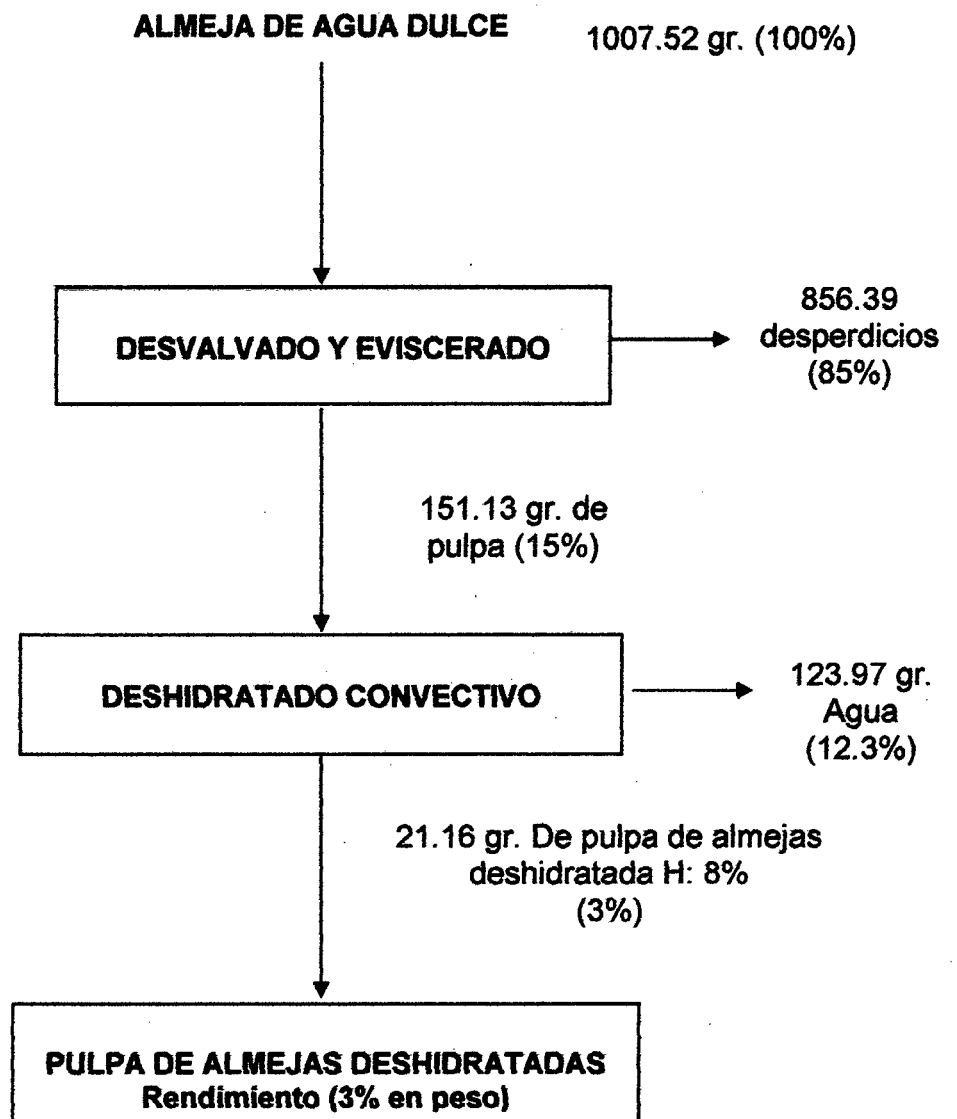


Figura: N° 37: Diagrama de operaciones de deshidratado de almejas de agua dulce (*Anodontites trapesialis*).

Para el proceso de deshidratación por aire caliente de la pulpa de almejas de agua dulce (*Anodontites trapesialis*), el porcentaje de desperdicios es aproximadamente 85%, mientras el producto deshidratado tiene un rendimiento de 3%, resultado similar es lo reportado por (MEDINA y MENDIETA, 2002), 4.61% de rendimiento en el estudio de Secado Natural y Solar de almejas de agua dulce (*Anodontites trapesialis*).

4.11. ANÁLISIS SENSORIAL PARA LA PULPA DE ALMEJAS DESHIDRATADO

4.11.1. Análisis de Varianza.

Para la determinación del mejor tratamiento de deshidratación se realizó un análisis sensorial utilizando el Diseño de Bloques Completamente al Azar (DBCA) con arreglo factorial 3 X 3; para este análisis se contó con la participación de 10 panelistas potenciales consumidores, los cuales a través de una ficha de evaluación, calificaron las muestras de pulpa de almejas de agua dulce deshidratada según los atributos de olor, color, textura y apariencia general. Los resultados del análisis de varianza se muestran en el cuadro 15.

CUADRO 15. ANVA para las características de olor, color, textura y apariencia de las almejas de agua dulce.

OLOR	GRADOS DE LIBERTAD	SUMA DE CUADRADO	CUADRADO MEDIO	F CALCULADO	F _{α=0.05}	NIVEL DE SIGNIFICANCIA
PANELISTAS	9	9.88	1.10	1.17	2.024	NS
TRATAMIENTOS	8	7.02				
Temperatura	2	0.02	0.01	0.01	3.134	NS
Velocidad de aire	2	3.09	1.55	1.65	3.134	NS
Temp. X velc. de aire	4	3.91	0.98	1.04	2.514	NS
Error Experimental	72	67.42	0.94			
TOTAL	89					
COLOR						
PANELISTAS	9	37.79	4.20	4.20	2.024	**
TRATAMIENTOS	8	11.22				
Temperatura	2	3.49	1.75	1.75	3.134	NS
Velocidad de aire	2	6.15	3.08	3.08	3.134	NS
Temp. x velc. de aire	4	1.58	0.40	0.40	2.514	NS
Error Experimental	72	72.11	1.00			
TOTAL	89					
TEXTURA						
PANELISTAS	9	23.39	2.60	4.64	2.024	**
TRATAMIENTOS	8	6.82				
Temperatura	2	2.25	1.38	2.46	3.134	NS
Velocidad de aire	2	0.95	0.48	0.86	3.134	NS
Temp. x velc. de aire	4	3.12	0.78	1.39	2.514	NS
Error Experimental	72	40.51	0.56			
TOTAL	89					

APARIENCIA						
PANELISTAS	9	46.06	5.12	6.65	2.024	**
TRATAMIENTOS	8	21				
Temperatura	2	8.87	4.44	5.77	3.134	**
Velocidad de aire	2	5.07	2.54	3.30	3.134	*
Temp. X velc. de aire	4	7.06	1.77	2.30	2.514	NS
Error Experimental	72	55.44	0.77			
TOTAL	89					

Fuente. Elaboración propia.

Al realizar el análisis de varianza para los tratamientos de secado, puede notarse en el cuadro 15 que para los atributos de olor, color, textura y apariencia, no existió diferencia significativa alguna entre los tratamientos de secado; mientras que para el atributo de apariencia general existe diferencia significativa en los tratamientos de secado de la pulpa de almejas de agua dulce, por existir diferencia significativa entre los tratamientos del atributo apariencia, los resultados fueron sometidos a la prueba de Tuckey al 5% de probabilidad.

Los resultados obtenidos de la evaluación sensorial con jueces no entrenados pero potenciales consumidores se muestran en el cuadro 16, para olor, color, textura y apariencia general respectivamente.

CUADRO 16: Resultados ordenados en forma descendente de acuerdo a los promedios obtenidos en el análisis sensorial de los atributos: olor, color, textura y apariencia general.

CARACTERÍSTICAS	Temperatura °C	Velocidad del aire (m/s)	Tratamiento	Promedio ordenado	SIGNIFICANCIA
OLOR	40	0.8	B	1.1	a
	60	0.8	H	0.8	a
	50	1.1	F	0.7	a
	60	0.5	G	0.6	a
	50	0.8	E	0.5	a
	40	0.5	A	0.4	a
	50	0.5	D	0.4	a
	60	1.1	I	0.3	a
	40	1.1	C	0.1	a
COLOR	60	1.1	I	0.7	a
	40	1.1	C	0.7	a
	60	0.5	G	0.3	a
	40	0.5	A	0.2	a
	50	0.5	D	0.1	a
	40	0.8	B	-0.1	a
	50	1.1	F	-0.1	a
	60	0.8	H	-0.1	a
	50	0.8	E	-0.4	a
TEXTURA	60	0.5	G	0.5	a
	60	1.1	I	0.4	a
	40	0.8	B	0.2	a
	40	0.5	A	0.1	a
	50	0.5	D	0.0	a
	50	1.1	F	0.0	a
	60	0.8	H	0.0	a
	40	1.1	C	-0.4	a
	50	0.8	E	-0.4	a
APARIENCIA	60	1.1	I	0.9	a
	40	0.5	A	0.7	a c
	40	1.1	C	0.5	a c
	60	0.8	H	0.4	a c
	60	0.5	G	0.3	a c
	50	0.5	D	-0.1	a c
	50	0.8	E	-0.3	a c
	50	1.1	F	-0.3	a c
	40	0.8	B	-0.6	b d

Fuente. Elaboración propia

En el cuadro 16 se puede observar, que en cuanto al atributo color observamos que los tratamientos de mayor aceptabilidad fueron los de 60°C con 1.1 m/s de velocidad de aire y 40°C con 1.1 m/s de velocidad de aire. Los peores tratamientos fueron a temperaturas de 40°C con 0.8 m/s de velocidad de aire, 50°C con 1.1 m/s de velocidad de aire, 60°C con 0.8 m/s de velocidad de aire y 50 °C con 0.8 m/s de velocidad de aire.

Para el atributo de textura, los tratamientos que tuvieron mayor aceptabilidad fueron a temperaturas de 60°C con 0.5 m/s de velocidad de aire y 60°C con 1.1 m/s de velocidad de aire; mientras que los peores tratamientos fueron a temperaturas de 40°C con 1.1 m/s de velocidad de aire y 50°C con 0.8 m/s de velocidad de aire.

En cuanto a la apariencia general los tratamientos de mayor aceptabilidad fueron a temperaturas de 60°C con 1.1 m/s de velocidad de aire y 40°C con 0.5 m/s de velocidad de aire; los peores tratamientos fueron a temperatura de 50°C con 0.5 m/s de velocidad, 50°C con 0.8 m/s de velocidad de aire, 50°C con 1.1 m/s de velocidad de aire y 40°C con 0.8 m/s de velocidad de aire de secado, por presentar promedios negativos.

4.12. ANÁLISIS SENSORIAL PARA LA PULPA DE ALMEJA REHIDRATADA

4.12.1. Análisis de Varianza.

Para determinar el desecado mejor rehidratado de la pulpa de almeja deshidratada con los nueve tratamientos realizados se realizó un análisis sensorial utilizando un Diseño de Bloques Completamente al Azar (DBCA) con arreglo factorial, para este análisis también se contó con la participación de 10 panelistas no entrenados pero potenciales consumidores, los cuales a través de una ficha de evaluación calificaron las muestras según los atributos de olor, color, sabor, textura y apariencia general. Los resultados obtenidos en el análisis de varianza se muestran en el cuadro 17.

CUADRO 17. ANVA para las características de Olor, color, textura, sabor y apariencia de las almejas de agua dulce rehidratada.

OLOR	GRADOS DE LIBERTAD	SUMA DE CUADRADO	CUADRADO MEDIO	F CALCULADO	F= 0.05	NIVEL DE SIGNIFICANCIA
PANELISTAS	9	20.55	2.283	2.784	2.024	*
TRATAMIENTOS	8	30.06				
Temperatura	2	1.09	0.545	0.665	3.134	NS
Velocidad de aire	2	15.56	7.780	9.488	3.134	***
Temp. X velc. de aire	4	13.41	3.353	4.089	2.514	**
Error Experimental	72	59.05	0.82			
TOTAL	89					
COLOR						
PANELISTAS	9	12.54	1.393	1.233	2.024	NS
TRATAMIENTOS	8	6.2				
Temperatura	2	1.87	0.935	0.827	3.134	NS
Velocidad de aire	2	0.47	0.235	0.208	3.134	NS
Temp. X velc. de aire	4	3.86	0.965	0.854	2.514	NS
Error Experimental	72	81.36	1.13			
TEXTURA						
PANELISTAS	9	17.82	1.98	1.403	2.024	NS
TRATAMIENTOS	8	3.09				
Temperatura	2	2.02	1.010	0.716	3.134	NS
Velocidad de aire	2	0.29	0.145	0.103	3.134	NS
Temp. X velc. de aire	4	0.78	0.195	0.138	2.514	NS
Error Experimental	72	101.58	1.411			
TOTAL	89					
SABOR						
PANELISTAS	9	18.94	2.104	2.372	2.024	*
TRATAMIENTOS	8	4.36				
Temperatura	2	0.29	0.145	0.163	3.134	NS
Velocidad de aire	2	0.83	0.415	0.468	3.134	NS
Temp. X velc. de aire	4	3.24	0.810	0.913	2.514	NS
Error Experimental	72	63.86	0.887			
TOTAL	89					
APARIENCIA						
PANELISTAS	9	21.82	2.424	2.054	2.024	*
TRATAMIENTOS	8	12.29				
Temperatura	2	1.69	0.845	0.716	3.134	NS
Velocidad de aire	2	3.36	1.680	1.424	3.134	NS
Temp. X velc. de aire	4	7.24	1.818	1.541	2.514	NS
Error Experimental	72	86.38	1.180			
TOTAL	89					

Fuente: Elaboración propia

En el cuadro 17 se puede notar, que no existe diferencia significativa entre los tratamientos de rehidratado para los atributos de color, sabor, textura y apariencia general; solo para el caso del atributo olor existió diferencia significativa entre los tratamientos de rehidratado de la pulpa de almejas de agua dulce, por este motivo los resultados fueron sometidos a la prueba de Tuckey al 5% de probabilidad. Los resultados obtenidos del análisis sensorial se muestran en los cuadros 18, 19, 20, 21 y 22.

CUADRO 18: Resultados ordenados en forma descendente de acuerdo a los promedios obtenidos en el análisis sensorial del atributo olor.

CARACTERÍSTICAS	Temperatura °C	Velocidad del aire (m/s)	Tratamiento	Promedio ordenado	SIGNIFICANCIA
OLOR	40	0.5	A	1.0	a
	50	0.8	E	0.9	a c
	60	0.8	H	0.8	a c e
	40	0.8	B	0.6	a c e g
	50	0.5	D	0.3	a c e g
	50	1.1	F	0.2	a c e g
	60	1.1	I	0.1	a c e g
	60	0.5	G	0.0	a c e g
	40	1.1	C	-1.0	b d f h

Fuente: Elaboración propia

Como observamos en el cuadro 18, para el atributo Olor los tratamientos que tuvieron una mayor aceptación fueron a temperaturas de 40°C con 0.5m/s de velocidad de aire, 50°C con 0.8 m/s de velocidad de aire y 60°C con 0.8 m/s de velocidad de aire, mientras que el peor tratamiento por presentar un valor negativo fue a 40°C con 1.1 m/s de velocidad de aire.

CUADRO 19: Resultados ordenados en forma descendente de acuerdo a los promedios obtenidos en el análisis sensorial del atributo color.

CARACTERÍSTICAS	Temperatura °C	Velocidad del aire (m/s)	Tratamiento	Promedio ordenado	SIGNIFICANCIA
COLOR	50	0.5	D	0.7	a
	40	1.1	C	0.5	a
	50	0.8	E	0.5	a
	40	0.5	A	0.2	a
	40	0.8	B	0.2	a
	60	0.5	G	0.1	a
	60	1.1	I	0.1	a
	50	1.1	F	-0.1	a
	60	0.8	H	-0.1	a

Fuente: Elaboración propia

En el cuadro 19 observamos, que para el atributo Color los mejores tratamientos fueron a temperaturas de 50°C con 0.5 m/s de velocidad de aire, 40°C con 1.1 m/s de velocidad de aire y 50°C con 0.8 m/s de velocidad de aire; siendo los peores tratamientos a temperaturas de 50°C con 1.1 m/s de velocidad de aire y 60°C con 0.8 m/s de velocidad de aire.

CUADRO 20: Resultados ordenados en forma descendente de acuerdo a los promedios obtenidos en el análisis sensorial del atributo sabor.

CARACTERÍSTICAS	Temperatura °C	Velocidad del aire (m/s)	Tratamiento	Promedio ordenado	SIGNIFICANCIA
SABOR	50	0.8	E	0.5	a
	40	0.5	A	0.4	a
	60	0.8	H	0.4	a
	50	1.1	F	0.3	a
	60	0.5	G	0.2	a
	40	0.8	B	0.0	a
	60	1.1	I	0.0	a
	40	1.1	C	-0.1	a
	50	0.5	D	-0.1	a

Fuente: Elaboración propia

En el cuadro 20 los resultados que se observan para el atributo Sabor nos indican que los tratamientos de mayor aceptación fueron a temperaturas de 50°C con 0.8 m/s de velocidad de aire, 40°C con 0.5 m/s de velocidad de aire y 60°C con 0.8 m/s de velocidad de aire de secado; siendo los peores tratamientos a temperaturas de 40°C con 1.1 m/s de velocidad de aire y 50°C con 0.5 m/s de velocidad de aire.

CUADRO 21: Resultados ordenados en forma descendente de acuerdo a los promedios obtenidos en el análisis sensorial del atributo textura.

CARACTERÍSTICAS	Temperatura °C	Velocidad del aire (m/s)	Tratamiento	Promedio ordenado	SIGNIFICANCIA
TEXTURA	50	0.5	D	0.5	a
	50	0.8	E	0.5	a
	50	1.1	F	0.5	a
	40	0.5	A	0.3	a
	40	1.1	C	0.3	a
	60	0.5	G	0.3	a
	60	0.8	H	0.2	a
	40	0.8	B	0.0	a
	60	1.1	I	0.0	a

Fuente: Elaboración propia

En el cuadro 21 se tiene los resultados de los promedios ordenados para el atributo Textura, los cuales indican que los tratamientos de mayor aceptación fueron a temperaturas de 50°C con 0.5 m/s de velocidad de aire, 50°C con 0.8 m/s de velocidad de aire y 50°C con 1.1 m/s de velocidad de aire de secado. Los tratamientos de menor aceptación entre los panelistas fueron a temperaturas de 40°C con 0.8 m/s de velocidad de aire y 60°C con 1.1 m/s de velocidad de aire.

CUADRO 22: Resultados ordenados en forma descendente de acuerdo a los promedios obtenidos en el análisis sensorial del atributo apariencia general.

CARACTERÍSTICAS	Temperatura °C	Velocidad del aire (m/s)	Tratamiento	Promedio ordenado	SIGNIFICANCIA
APARIENCIA GENERAL	50	0.5	D	1.1	a
	50	0.8	E	0.6	a
	40	0.5	A	0.4	a
	40	0.8	B	0.2	a
	40	1.1	C	0.2	a
	60	0.8	H	0.2	a
	60	1.1	I	0.2	a
	60	0.5	G	0.0	a
	50	1.1	F	-0.3	a

Fuente: Elaboración propia

Según el cuadro 22 se observa que para el atributo de Apariencia General los tratamientos de mayor aceptabilidad fueron a temperaturas de 50°C con 0.5 m/s de velocidad de aire y 50°C con 0.8 m/s de velocidad de aire de secado; siendo el peor tratamiento a temperatura de 50°C con 1.1 m/s de velocidad de aire de secado.

4.13. SUPERFICIE DE RESPUESTA PARA EL ANÁLISIS SENSORIAL DE LA PULPA DE ALMEJAS DESHIDRATADA

4.13.1. Olor

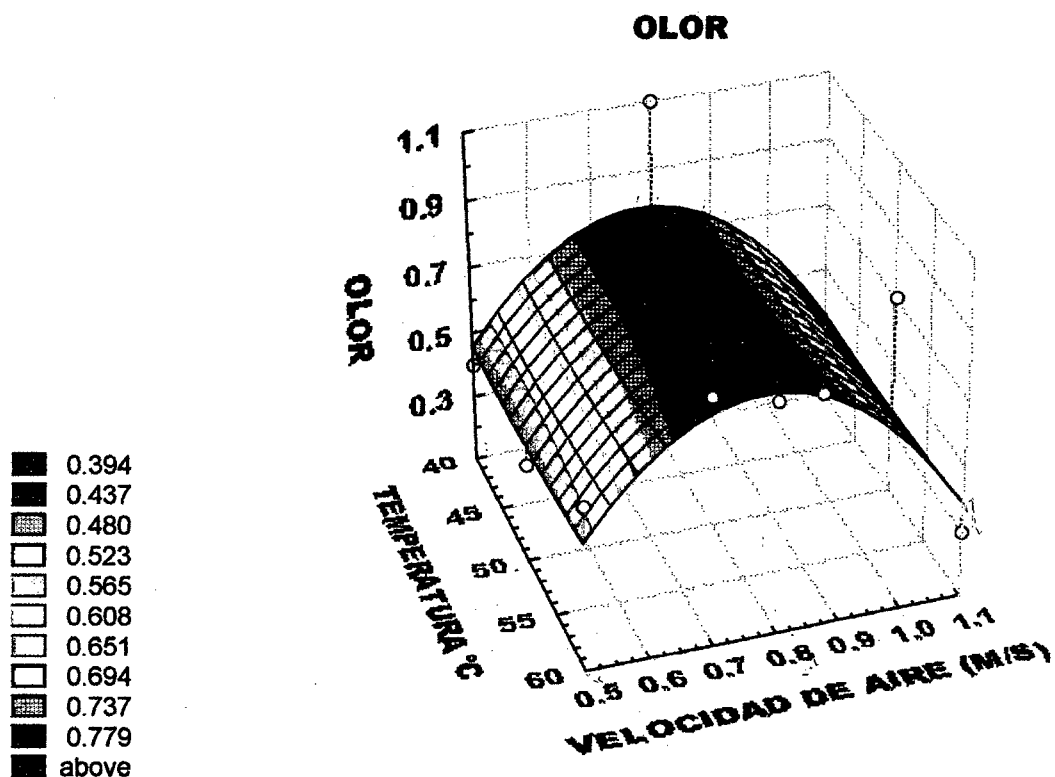


Figura 38. Superficie de Respuesta para el atributo olor de la pulpa de almejas de agua dulce deshidratada, según análisis sensorial realizado por panelistas potenciales consumidores.

En cuanto al atributo Olor con respecto a los tratamientos realizados para determinar el mejor tratamiento de deshidratado para almejas de agua dulce, en la figura 38, puede notarse que existen dos zonas de probable aceptación, que son las zonas a temperatura de 40°C con 0.8 m/s de velocidad de aire de secado y 60°C con 0.8 m/s de velocidad de aire.

La ecuación que representa la superficie de respuesta del atributo Olor está dada por:

$$Z = 1.548 - 0.168 * x + 8.96 * y + 0.002 * x * x - 0.11 * x * y - 1.825 * y * y$$

Donde:

X = Temperatura.

Y = Tiempo.

4.13.2. Color.

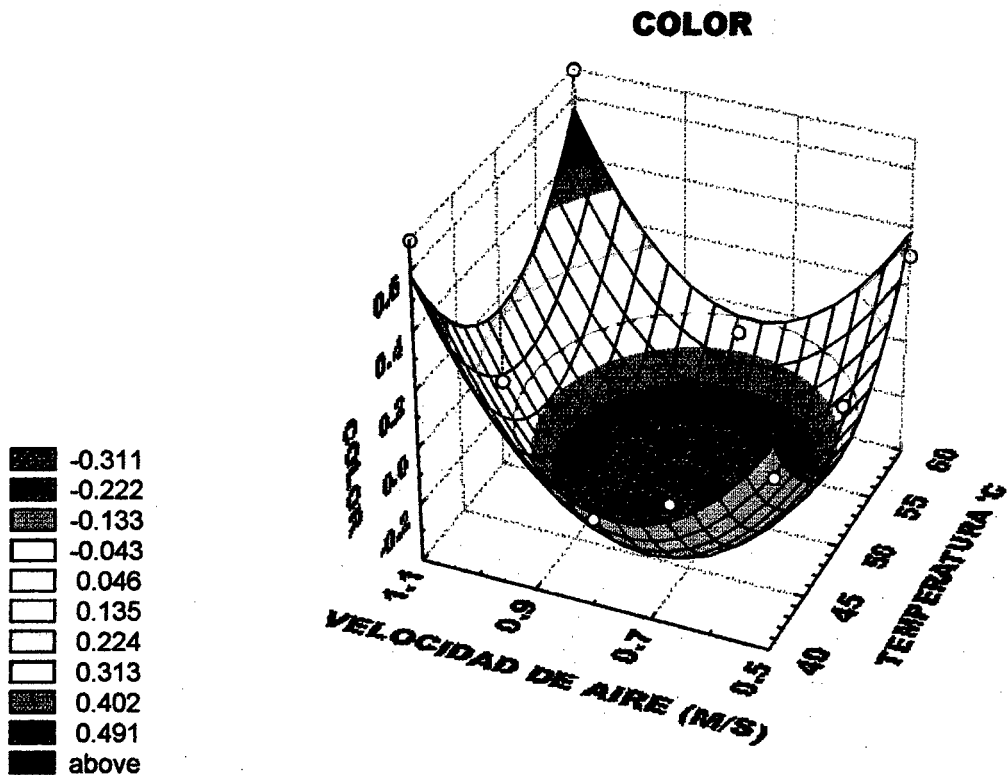


Figura 39. Superficie de Respuesta para el atributo color de la pulpa de almejas de agua dulce deshidratada, según análisis sensorial realizado por panelistas potenciales consumidores.

En cuanto al atributo Color con respecto a los tratamientos realizados para determinar el mejor tratamiento de deshidratado de la pulpa de almeja de agua dulce, en la figura 39 se observa dos zonas de probable aceptación entre los panelistas, que son las zonas a temperaturas de 60°C con 1.1 m/s de velocidad de aire y 40°C con 1.1 m/s de velocidad de aire; pudiéndose observar claramente los puntos mas altos de calificación.

La ecuación que representa la superficie de respuesta del atributo Color está dada por:

$$Z = 12.885 - 0.408 * x - 8.38 * y + 0.004 * x * x - 0.008 * x * y + 5.741 * y * y$$

Donde:

X = Temperatura

Y = Tiempo.

4.13.3. Textura.

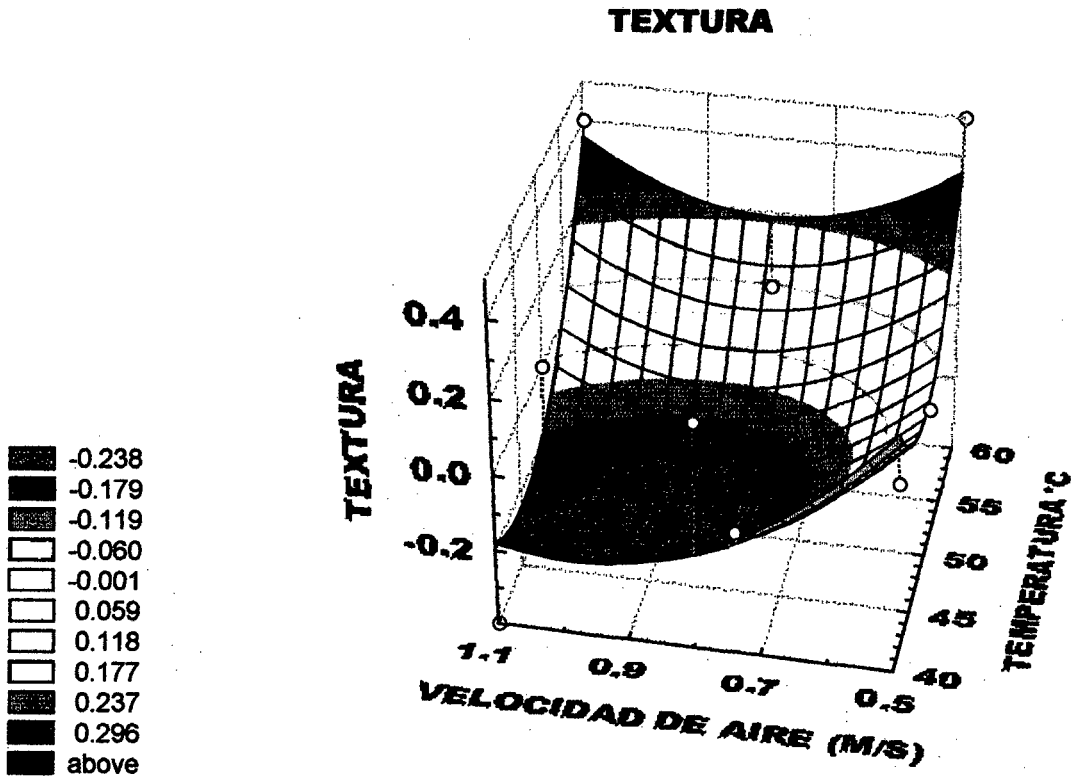


Figura 40. Superficie de Respuesta para el atributo textura de la pulpa de almejas de agua dulce deshidratada, según análisis sensorial realizado por panelistas potenciales consumidores.

En cuanto al atributo textura con respecto a los tratamientos realizados para determinar el mejor tratamiento de deshidratado de la pulpa de almeja de agua dulce, en la figura 40 se observa que existen dos zonas de probable aceptación, que son las zonas a temperaturas de 60°C con 0.5 m/s de velocidad de aire y 60°C con 1.1 m/s de velocidad de aire de secado; en esta figura se observa claramente los dos puntos altos de aceptación, obtenidos del análisis sensorial efectuado por los panelistas.

La ecuación que representa la superficie de respuesta del atributo textura esta dada por:

$$Z = 8.374 - 0.277 * x - 4.963 * y + 0.003 * x * x + 0.033 * x * y + 1.852 * y * y$$

Donde:

X = Temperatura

Y = Tiempo

4.13.4. Apariencia general

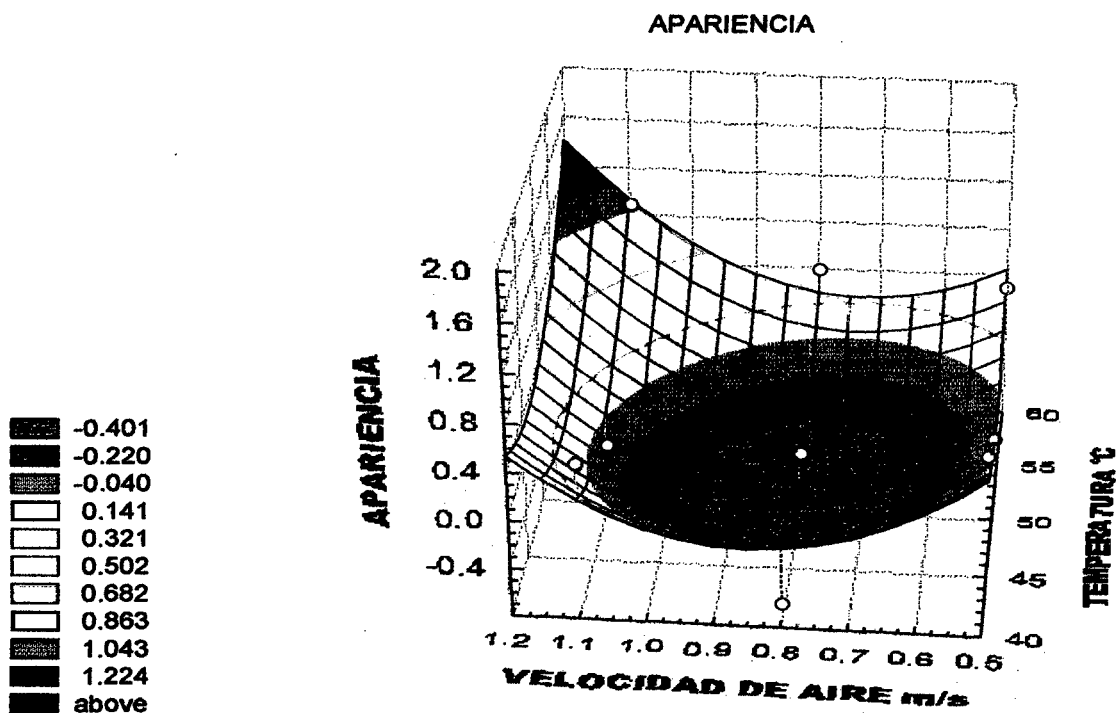


Figura 41. Superficie de Respuesta para el atributo apariencia general de la pulpa de almejas de agua dulce deshidratada, según análisis sensorial realizado por panelistas potenciales consumidores.

En la figura 41 se puede notar claramente el punto más alto de calificación con respecto al atributo apariencia general, que es el tratamiento a temperatura de 60°C con 1.1 m/s de velocidad de aire seguido por el tratamiento a temperatura de 40°C con 0.5 m/s de velocidad de aire de secado.

La ecuación que representa la superficie de respuesta del atributo apariencia está dada por:

$$Z = 19.733 - 0.637 * x - 12.111 * y + 0.006 * x * x + 0.067 * x * y + 5.556 * y * y$$

Donde:

- X = Temperatura
- Y = Tiempo.

4.14. SUPERFICIE DE RESPUESTA PARA EL ANÁLISIS SENSORIAL DE LA PULPA DE ALMEJAS REHIDRATADAS

4.14.1. Olor

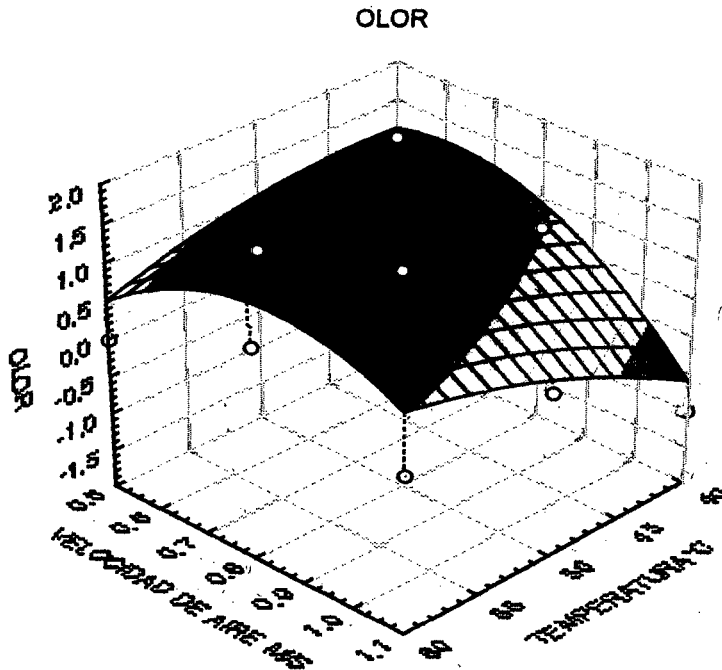


Figura 42. Superficie de Respuesta para el atributo olor de la pulpa de almejas de agua dulce rehidratada, según análisis sensorial realizado por panelistas potenciales consumidores.

En cuanto al atributo olor con respecto a los tratamientos realizados para determinar el mejor tratamiento de rehidratado de la pulpa de almeja de agua dulce, en la figura 42 se observa tres zonas de mejor calificación que son los tratamientos a temperaturas de 40°C con 0.5m/s de velocidad de aire, 50°C con 0.8 m/s de velocidad de aire y 60°C con 0.8 m/s de velocidad de aire.

La ecuación que representa la superficie de respuesta del atributo olor está dada por:

$$Z = -1.607 + 0.082 * x + 1.991 * y - 0.002 * x * x + 0.175 * x * y - 7.407 * y * y$$

Donde:

X = Temperatura.

Y = Tiempo.

4.14.2. Color.

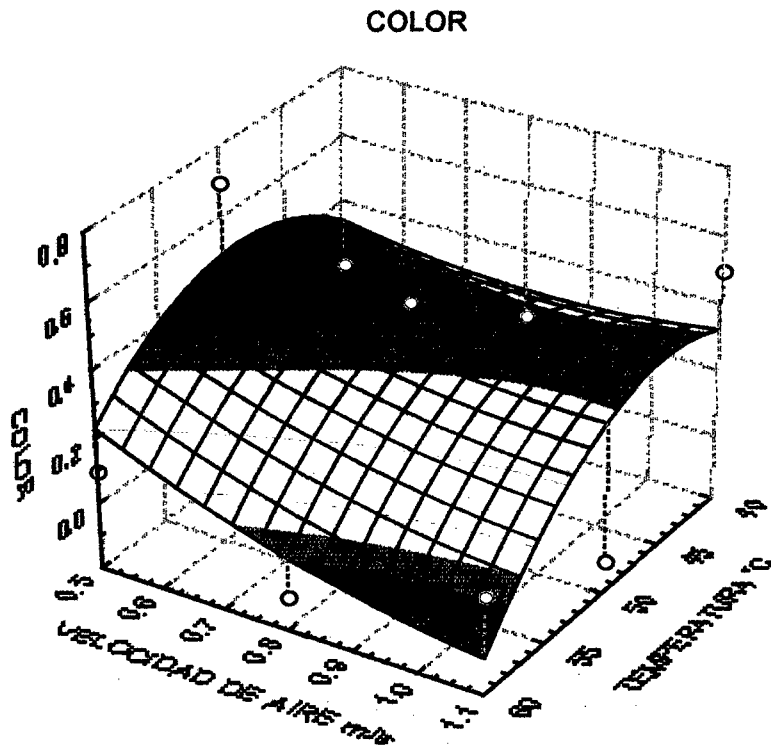


Figura 43. Superficie de Respuesta para el atributo color de la pulpa de almejas de agua dulce rehidratada, según análisis sensorial realizado por panelistas potenciales consumidores.

Para el caso del atributo color, con respecto a los resultados obtenidos para determinar el mejor tratamiento de rehidratado de la pulpa de almeja de agua dulce, en la figura 43 se aprecia que existen tres probables zonas de mejor calificación y aceptación por los panelistas, las cuales son obtenidas de los tratamientos efectuados a temperaturas de 50°C con 0.5 m/s de velocidad de aire, 40°C con 1.1 m/s de velocidad de aire y 50°C con 0.8 m/s de velocidad de aire de secado, alcanza la mejor calificación.

La ecuación que representa la superficie de respuesta del atributo color está dada por:

$$Z = -4.422 + 0.207 * x + 0.083 * y - 0.002 * x * x - 0.025 * x * y + 0.556 * y * y$$

Donde:

X = Temperatura

Y = Tiempo.

4.14.3. Textura

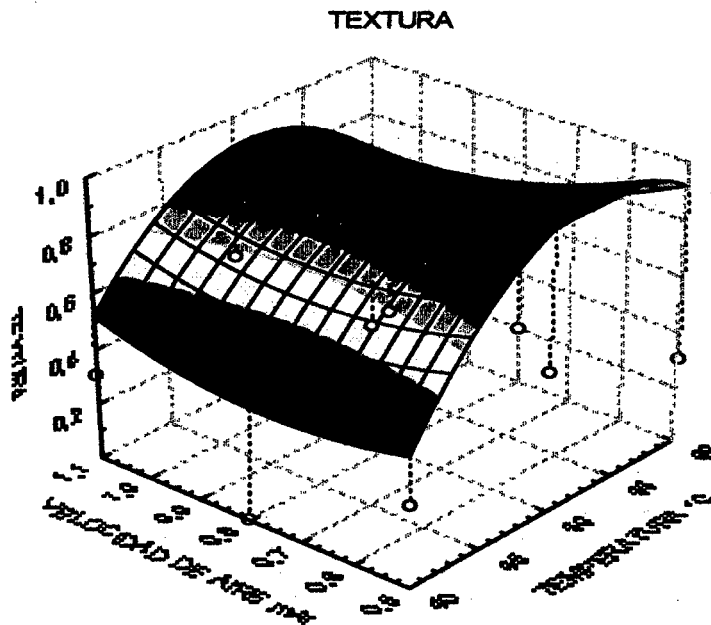


Figura 44. Superficie de Respuesta para el atributo textura de la pulpa de almejas de agua dulce deshidratada, según análisis sensorial realizado por panelistas potenciales consumidores.

En la figura 44, en el caso del atributo textura se observa que el mejor tratamiento de rehidratado de la pulpa de almeja de agua dulce con respecto a los tratamientos realizados, se aprecia en tres zonas de probable aceptación, que son las zonas de 50°C con 0.5 m/s de velocidad de aire, 50°C con 0.8 m/s de velocidad de aire y 50°C con 1.1 m/s de velocidad de aire de secado.

La ecuación que representa la superficie de respuesta del atributo textura está dada por:

$$Z = -7.663 + 0.335 * x - 0.398 * y - 0.003 * x * x - 0.025 * x * y + 0.926 * y * y$$

Donde:

X = Temperatura

Y = Tiempo

4.14.4. Sabor

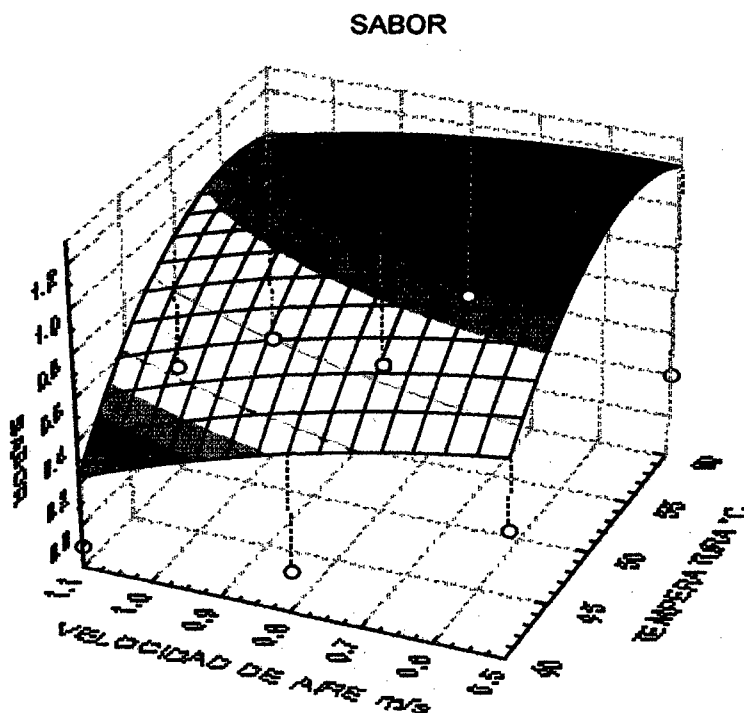


Figura 45. Superficie de Respuesta para el atributo sabor de la pulpa de almejas de agua dulce deshidratada, según análisis sensorial realizado por panelistas potenciales consumidores.

Para el caso del atributo Sabor, con respecto a los resultados obtenidos para determinar el mejor tratamiento de rehidratado de la pulpa de almeja de agua dulce, en la figura 45 se aprecia que existen tres probables zonas de mejor calificación y aceptación por los panelistas, las cuales son obtenidas de los tratamientos efectuados a temperaturas de 50°C con 0.8 m/s de velocidad de aire, 40°C con 0.5 m/s de velocidad de aire y 60°C con 0.8 m/s de velocidad de aire de secado.

La ecuación que representa la superficie de respuesta del atributo sabor está dada por:

$$Z = -6.847 + 0.31 * x - 0.708 * y - 0.003 * x * x + 0.025 * x * y - 0.694 * y * y$$

Donde:

X = Temperatura

Y = Tiempo

4.14.5. Apariencia General

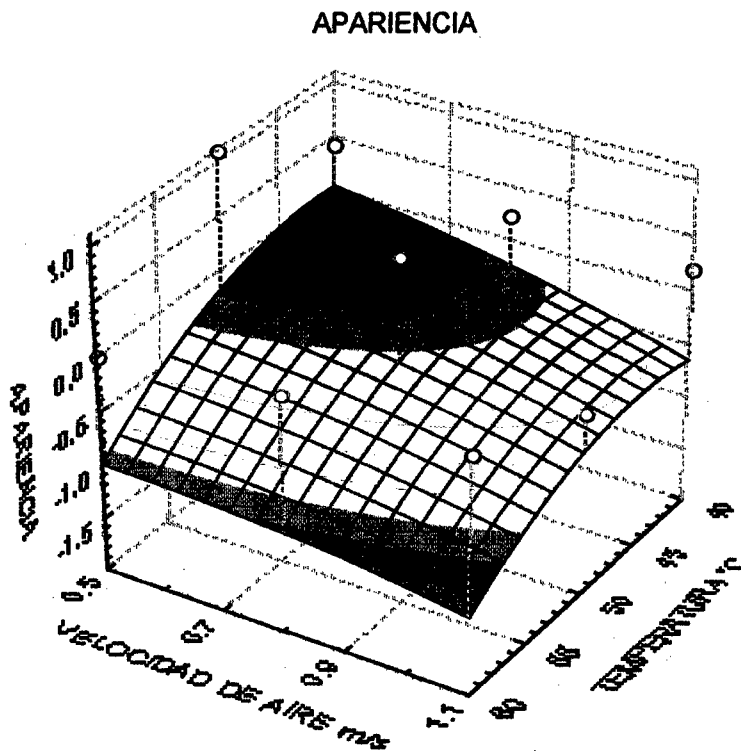


Figura 46. Superficie de Respuesta para el atributo apariencia general de la pulpa de almejas de agua dulce deshidratada, según análisis sensorial realizado por panelistas potenciales consumidores.

En la figura 46, se puede notar en el caso del atributo Apariencia general, para determinar el mejor tratamiento de rehidratado, tres zonas de probable aceptación por los panelistas; las cuales fueron efectuadas a 50°C con 0.5 m/s de velocidad de aire y 50°C con 0.8 m/s de velocidad de aire de secado. Por obtener los mayor puntos de calificación.

La ecuación que representa la superficie de respuesta del atributo apariencia general está dada por:

$$Z = -4.341 + 0.233 * x - 1.259 * y - 0.003 * x * x + 0.033 * x * y - 0.741 * y * y$$

Donde:

X = Temperatura

Y = Tiempo.

V. CONCLUSIONES.

1. Las almejas de agua dulce (*A. trapesialis*), conocidas comúnmente como "cuchara", constituyen un recurso potencial de la zona de Selva, y principalmente de la Región San Martín, por tener un buen valor nutricional y por tener importancia económica y ecológica.

2. El mejor tratamiento de secado de la pulpa de almeja es a 50°C con 0.8 m/s, pues tuvo mayor aceptación por los panelistas en el análisis sensorial del producto rehidratado y porque el rehidratado es un proceso importante en la calidad del producto final. Lo que nos indica que este tratamiento es el más adecuado para el proceso de deshidratación de almejas de agua dulce (*Anodontites trapesialis*).

3. El flujo de procesamiento de almejas deshidratadas es: Obtención de materia prima → Selección y Clasificación → Lavado → Precocción (90°C por 3 min.) → Desvalvado y eviscerado → Deshidratado convectivo (50°C con 0.8 m/s) → Enfriado → Empacado.

4. En las condiciones de secado estudiadas se observó que todo el proceso se realiza con velocidad de secado decreciente hasta alcanzar aproximadamente 8% de humedad en base seca.

5. Para una misma temperatura, la velocidad de aire de secado tiene poca influencia en la cinética de secado de la pulpa de almeja; influenciando solo en la cinética de secado en forma pronunciada la temperatura de secado. Además existe una relación inversa entre la velocidad y temperatura del aire, con respecto al tiempo de secado. Mientras mayor sea la temperatura y la velocidad del aire caliente suministrado, menos será el tiempo en que la muestra alcance aproximadamente el 8% de humedad.

6. Para el caso de la difusividad del agua presente en la pulpa de almejas, esta se incrementa de manera acentuada con el aumento de la temperatura, variando

ligeramente con el incremento de la velocidad de aire de secado. Los valores de difusividad del agua presente en la pulpa de almejas de agua dulce obtenidos fueron a temperatura de 60°C y con 1.1 m/s de velocidad de aire de secado de $11 \times 10^{-9} \text{ m}^2/\text{s}$ y a 40°C con 0.5 m/s de $3.014 \times 10^{-9} \text{ m}^2/\text{s}$.

7. Los valores de humedad de equilibrio en la desorción son menores que los de adsorción por lo cual las isotermas de desorción se encuentran por encima de las isotermas de adsorción en todas las temperaturas estudiadas; además presentan la forma sigmoideal propia de las isotermas en productos con alto contenido proteínico. Estas isotermas de sorción están influenciadas fuertemente por la temperatura.

8. La ecuación de GAB usada para el ajuste de las isotermas de sorción de la pulpa de almejas de agua dulce, presentan valores de coeficientes de determinación satisfactorios para las temperaturas consideradas en el estudio.

9. La humedad de la monocapa con el incremento de la temperatura disminuye. El valor de humedad de monocapa del producto secado a 50°C es 2.2 gramos de agua/ 100 gramos de materia seca y la actividad de agua es 0.38.

10. El mayor porcentaje de capacidad de rehidratación se obtiene a 50°C con 0.8 m/s, que fue de 96.1%.

11. La composición nutricional de las almejas de agua dulce frescas y deshidratadas difieren en el contenido de humedad y de manera mínima en la de proteína pues es la siguiente: humedad, 81.46% y 8.15%; proteína 15.02% y 62.51% respectivamente; en los demás compuestos la composición es la misma: grasa, 0.69%; cenizas, 2.01% y carbohidratos, 0.62%. Por tanto, según esta composición, la almeja es un recurso acuícola de alto valor proteico.

12. Con todos los cuidados de asepsia el producto final reportó un alimento apto para el consumo humano.

13. El tamaño de las almejas de agua dulce que se obtuvo en mayor cantidad fue de 9 cm. Longitud adecuada para el consumo y procesamiento.

VI. RECOMENDACIONES

- 1. Intensificar el cultivo tecnificado y específico de este recurso acuícola, ya que representa un importante potencial económico, industrial y alimentario para la región.**
- 2. Realizar estudios de evaluación de empaques para el empaqueo adecuado y comercialización de la pulpa de almejas de agua dulce deshidratada.**
- 3. Efectuar trabajos similares en otras especies hidrobiológicas, así como también en productos cárnicos y vegetales.**
- 4. Utilizar los parámetros obtenidos para el diseño y construcción de equipos de secado.**
- 4. Dar valor agregado a las valvas, ya que poseen compuestos que podrían emplearse para la industria del papel y en artesanías.**
- 5. Implementar un panel sensorial, que permita obtener panelistas entrenados.**

VII. BIBLIOGRAFÍA.

1. **A. O. A .C. (1990).** "Official Method of Analysis of the Association of official Analytical Chemist". Arlington, VA, USA.
2. **Arroyo, L.; Segovia, U. y Torres, C.(2001)** "Unionoides: Bivalvos de Agua Dulce". *Naturaleza Aragonesa*. Aragón – España.
www.aragonesasi.com/natural/fotos/index.htm
3. **Astete, A. (1983).** "Estudio del Procesamiento del caracol marino (*Thais chocolata*) deshidratado por aire caliente". Lima, Perú. Tesis Ing. Ind. Alim., UNALM.
4. **Ballena Chumioque, Pedro, (1998).** "Métodos Estadísticos". Universidad Nacional de San Martín Tarapoto – Perú.
6. **Barbosa, G. y Vega, H., (1997).** "Deshidratación de Alimentos". Edit. Acribia S.A., Zaragoza – España.
7. **Belarbi, A.; Aymar, Ch.; Meto, J.; Themelin, A. y Reymes, M. (2000).** Water desorption isotherms for eleven varieties of dates. *Journal of Food Engineering*. 43, 103-107.
8. **Bertulo, V. (1975).** "Tecnología de los productos y subproductos de pescados, moluscos y crustáceos. Editorial Hemisferio Sur – Buenos Aires – Argentina. Pág. 536.
9. **Box, G. E. P; Hunter, W. G. y Hunter, J. S. (1978).** "Statistics for experimenters; an introduction to desing, data analysis and model building". New York: Wiley & Sons. 653 p.
10. **Brennan, J.G.(1998).** Las Operaciones de la ingeniería de los Alimentos. Edit. Acribia, S.A, 3era Edición. Zaragoza – España.

11. **Campos, L. (1973).** "Estudio Bromatológico y algunos aspectos biológicos de la *Anodontites trapesialis* del Lago Sauce. Tesis Bachiller Ciencias Biológicas, Trujillo, Perú. U.N.
12. **Campos, L. (1993).** "Estudios técnicos de piscicultura tropical en la Amazonía Peruana". 3era Edición. Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana. Perú.
13. **Collazos, Ch. C; Philip, W. L; Hilda, S. W.; Viñas, T. E.; Alvistur, J. E. y Urquieta, A. R. (1986).** "Tabla de Composición de los alimentos peruanos". Instituto de Nutrición, Lima – Perú.
14. **Cheftel J.; Cheftel H. (1999).** "Introducción a la Bioquímica y Tecnología de los Alimentos". Volumen I, Editorial Acribia S.A, Zaragoza – España.
15. **Desrosier, N. (1985).** "Conservación de Alimentos". Editorial S.A de C.V. México.
16. **Díaz-Viteri, J.; Medina-Vivanco, M.; Mendieta-Taboada, O.** Secado del músculo de camarón, II Congreso Nacional de Estudiantes de Ingeniería Agroindustrial, Piura, Perú, 2001.
17. **Gahona, E.(2000).**"Actividad de agua". Universidad de la Serena Chile.
<http://download.tripod.es:81/egahona/deshi/Aw.pdf>
18. **Geankoplis, Ch. (1982).** "Procesos de transporte y Operaciones Unitarias". Compañía Editorial Continental S.A. CECOSA. México.
19. **Hernández, J.A.; Pavón, G. y García, M.A. (2000).** "Analytical solution of mass transfer equation considering shrinkage for modeling food-drying kinetics. *Journal of food engineering.* 45, 1-10.

20. **Huamán, P.; Vivar, R.; Pachas, L.; Valdivia, K. y Chávez, C. (2002).** Diversidad de Moluscos Dulceacuícolas en el Centro del Perú. Facultad de Ciencias Biológicas, UNMSM. Lima. Perú.
www.unmsm.edu.pe/biologia/investigación/cedir703.htm

21. **Instituto Tecnológico de Zapacatepec. (1998).** "Técnicas de Secado". 2da. Edición. Lima – Perú.

22. **Jay, J. (1973).** "Microbiología de los Alimentos". Editorial Acribia. Zaragoza España.

23. **Kietzman et al. (1974).** "Inspección Veterinaria de pescados. Editorial Acribia. Zaragoza – España. Pág. 326.

24. **Kouhila, M., Belghit, A., Boutaleb, B. (2000).** " Experimental determination of Isotherms os sorption of aromatic herbs: sage and verbena". Proceeding IDS 2000 Holanda.

25. **Labúza, T., Kaanane, A. y Chen, J (1985)** "Effect of temperature on the Moisture sorption Isotherms and water Activity Shift of two Dehydrated Food, J. Fd.Sci. 50(2):385-391.

26. **Ludorff, W. (1986)** El pescado y los productos de pesca. Editorial Acribia. Zaragoza – España.

27. **Llanos, F. (1978)** Estudio de la deshidratación de la macha (*Mesodesma donacium*), Lima, Perú. Tesis Ing. Pesquero, UNALM.

28. **Mc Minn, W., Magee, T (1999).** "Studies on the effect of temperature on the moisture sorption characteristics of potatoes" Journal of Food Process Engineering. V22 pp:113-127

29. **Medina, M. y Mendieta, O. (1994).** Relaciones Biométricas y composición Química de Almejas. Folia Amazónica. Vol, 6. Instituto de Investigación de la Amazonía Peruana, IIAP. Iquitos – Perú.
30. **Mendieta, O. y Medina, M.; (1993)** Salado y secado solar de Tilapia (*Oreochromis sp.*) en la Región de San Martín. Folia Amazónica Vol. 5. Iquitos – Perú.
31. **Medina, M. y Mendieta, O. (2002).** “Secado Natural y Solar de almejas de agua dulce (*Anodontites trapesialis*)”. XVII Congreso Brasileiro de Ciencia y Tecnología. Brasil.
32. **Mendivil, N. J. (2003).** “Bivalvos o Lamelibranquios. Moluscos Invertebrados”. Fauna en Aragón. Aragón – España. (www.aragonesasi.com/natural/fotos/index.htm).
33. **Meyers, T. R. and Millemann, R.E. (1977).** Glochidiosis of salmonid fishes. I. Comparative susceptibility to natural infections with *Margaritifera margaritifera* (L.) (Pelecypoda: Margaritidae). *J Parasitol* 63: 728-733.
34. **Ministerio de Pesquería (1994).** “Maricultura de Moluscos. Boletín de Información Técnica Documentada, num. 2. Dirección Nacional de Acuicultura. Lima, Perú.
35. **Monterrey, Q.E.S. e Sobral, P.I.A. (1999).** “Isotermas de sorção de proteínas miofibrilares de Tilapia do Nilo a 15, 28 e 35°C. Facultad de Zootecnia e Engenharia de Alimentos-USP. Brasil.
36. **Mok, C. y Hettiarachchy, N. (1990).** “Moisture Sorption Characteristics of Ground Sunflower Nutmeat and its Products, *Journal Food Science* 55(3), 786-789.
37. **Moles, A. (1980).** Sensitivity of parasitized coho salmon fry to crude oil, toluene, and naphthalene. *Trans Am Fish Soc* 109: 293-297.

38. **Moles, A. (1983).** Efect of parasitism by mussel glochidia on growth of coho salmon. *Trans Am Fish Soc* 112:201-204.
39. **Park, K. J. (1998).** Diffusional Model with an without shrinkage during salted fish muscle drying. *Drying Technology*, 16(3-5), 889-905. Campinas – Brasil.
40. **Sancho, J.; Bota, E. y Castro, J.J. (1999).** Introducción al análisis sensorial de los alimentos. Ediciones Universitat de Barcelona. 26-27.
41. **Simões, L.Z.T. y Pitombo, P.N.M. (1999).** Isotermas de sorção de agua da carne bovina Liofilizada. Facultad de Ciencias Farmacéuticas-USP. Brasil.
42. **Singh P. y Heldman D. (1998).** "Introducción a la Ingeniería de los alimentos". Editorial Acribia, S.A. Zaragoza – España. (pag. 455 – 461).
43. **Silva T. y Souza, J. (2002).** "Tre Histopathology of the infection of *Tilapia rendalli* and *Hypostomus regani* (Osteichthyes) by Lasidium Larvae of *Anodontites trapesialis* (Mollusca, Bivalvia). Mem Inst Oswaldo Cruz, Rio de Janeiro, Vol. 97 (3): 431 – 433.
44. **Vivanco, P. (1999).** "Influencia de las Acondiciones de Operación en la Cinética de Secado de la Uva variedad Mioscatel Romano". Universidad Nacional del Callao. www.unac.edu.pe/investigacion/catalogo98/vivanco.
45. **Waller, D. L. y Mitchell, L.G. (1989).** Gill tissue reactions in walleye *Stizostedion vitreum vitreum* and common carp, *Cyprinus carpio* to glochidia of the freshwater mussel *Lampsilis radiata siliquoidea*. *Dis Aquat Org* 6: 81-87
46. **Wolf, W., Spiess, W. y Jung, G. (1985)** "Standarization of isotherm measurement". In Properties of agua en Foods (Simantos, D., Multon, J., eds) pp661 – 667 Martinus Nijhoff Pub Netherland.

47. **Zakhia N, P. Bohuon y A. Collignan. (1995). "Modelling of Fish Drying using a Combination of Surface Response Methodology and Diffusional Models", Drying Technology V.13 (n 8-9, p. 2083-2096)**

ANEXO

ANEXO 1

LÍMITES MICROBIOLÓGICOS PARA PRODUCTOS HIDROBIOLÓGICOS Y AGROPECUARIOS

PRODUCTO	N.B.V	Coliform.	Ech. Coli	<i>Staphylococcus aureus</i> (+)	Salmonela	Enterob.
Carnes crudas	1 x 10 ⁴ 1 x 10 ⁶	100/g	-	-	-	1/g
Carnes congeladas	5 x 10 ⁵	-	-	-	-	-
Pescados y mariscos	5 x 10 ³ 1 x 10 ⁵	1600/g	-	100/g	-	-
Huevos	2 x 10 ⁴ 1 x 10 ⁶	-	-	-	-	-
Carne de cangrejo	1 x 10 ⁵	100/g	-	100/g	-	-
Jamón	2 x 10 ⁵	-	-	-	-	-
Carmin	3 x 10 ⁴	-	-	-	-	-
Carne de aves	1 x 10 ² 1 x 10 ⁶	-	-	-	-	-
Carne de vacuno	1 x 10 ² 1 x 10 ⁵	-	-	-	-	-

Fuente: Microbiología de los Alimentos
James Jay (1973)

ANEXO 2



DIRECCION REGIONAL DE SALUD – SAN MARTIN

JR. TUPAC AMARU S/N 5ta. CUADRA

LABORATORIO DE REFERENCIA REGIONAL DE SALUD PUBLICA

TELÉFAX: 52 - 6451 MORALES – SAN MARTIN

INFORME DE ENSAYO N° 568

Solicitante : Iliana García Vasquez

Muestrador : Interesado

Ubicación : Jr. Francisco 265

Fecha producción : 16/11/2002

Distrito : Morales

Fecha vencimiento : Nov / 2003

Provincia : San Martín

Fecha de muestreo : 16/11/2002

Punto de muestreo: Lab. Universidad San Martín

Fecha de recepción : 16/12/2002

Código y Producto: 1401 – Almejas deshidratadas con flujo de aire caliente

Muestra procesada: 300 gr.

RESULTADOS

ANALISIS ORGANOLEPTICO:

- > COLOR : Característico a su clase
- > OLOR : Característico a su clase
- > SABOR : Característico
- > IMPUREZAS : Ausencia

ANALISIS MICROBIOLÓGICO

DETERMINACIONES	ENCONTRADO		PERMISIBLE	
	Ufc/ml.	NMP/ml.	Ufc/ml.	NMP/ml.
Bacterias aerobias viables	15 x 10 ³		10 ⁴	
<i>Staphylococcus aureus</i> (Coagulasa -)	A		A	
Coliformes Totales		3		10 ²
<i>Escherichia coli</i>		< 3		10
<i>Salmonella sp.</i>	A		A	
Mohos	7.5 x 10		10 ²	
Levaduras	A		10 ²	

Método: Recuento en placa, Número más probable (NMP)

Nota: A: significa ausencia

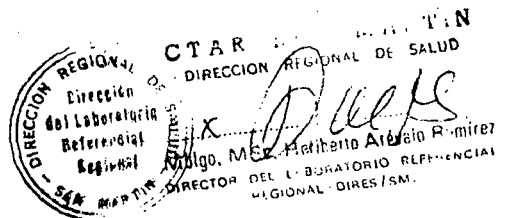
CONCLUSIONES:

La muestra analizada REUNE los requisitos microbiológicos, para este tipo de producto. Criterios de Calidad Sanitaria de Alimentos – Lab. Ref. Regional de San Martín.

Morales, 21 de Diciembre del 2002

DIRECCION REGIONAL DE SALUD

Bigo. Deja E. Portella Melgarejo
Resp. Microbiología de Alimentos
CCET. DIRES/SM.



ANEXO 3

FICHA DE EVALUACIÓN Y ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE PULPA DE ALMEJAS DE AGUA DULCE DESHIDRATADAS POR FLUJO DE AIRE CALIENTE.

PANELISTA :
 MUESTRA : ALMEJAS DESHIDRATADAS POR FLUJO DE AIRE CALIENTE

HORA :
 FECHA :

A CONTINUACIÓN A UD. SE LE PRESENTA NUEVE MUESTRAS DE ALMEJAS DE AGUA DULCE DESHIDRATADAS POR FLUJO DE AIRE CALIENTE, SE PIDE EVALUAR EL OLOR, COLOR, TEXTURA Y APARIENCIA GENERAL, DE ACUERDO A LA SIGUIENTE ESCALA, MARCANDO CON UNA "X" EL CALIFICATIVO QUE CREA CONVENIENTE.

ESCALA	ATRIBUTOS																																			
	OLOR									COLOR									TEXTURA									APARIENCIA GENERAL								
	220	235	270	310	345	386	466	470	495	220	235	270	310	345	386	466	470	495	220	235	270	310	345	386	466	470	495	220	235	270	310	345	386	466	470	495
Me gusta mucho																																				
Me gusta poco																																				
Ni me gusta ni me disgusta																																				
Me disgusta poco																																				
Me disgusta mucho																																				

COMENTARIO:.....

ANEXO 4

CÁLCULOS DEL ANVA Y PRUEBA DE TUCKEY PARA LOS ATRIBUTOS DE LA PULPA DE ALMEJAS DESHIDRATADAS.

PANELISTAS	40°C			50°C			60°C			TOTAL
	Velocidad de aire (m/s)									
	0.5	0.8	1.1	0.5	0.8	1.1	0.5	0.8	1.1	
1	1	1	0	0	1	1	0	0	0	4
2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	9
3	-1	2	-1	0	0	-1	2	-2	1	0
4	1	2	-2	0	0	1	-1	2	-1	2
5	1	1	-1	2	0	1	2	2	1	9
6	1	1	2	0	2	2	1	0	0	7
7	0	1	0	0	1	0	0	1	0	3
8	0	2	0	1	0	2	1	2	-1	7
9	-1	0	1	0	1	-1	1	2	1	2
10	1	0	1	0	1	1	1	0	1	6
TOTAL	4	11	1	4	5	7	6	8	3	49
PROMEDIO	0.4	1.1	0.1	0.4	0.5	0.7	0.6	0.8	0.3	

ATRIBUTO SENSORIAL: OLOR

$$\Sigma Y^2 = 1^2 + 1^2 + \dots + 1^2 = 111$$

$$F_c = \frac{49^2}{(10 \times 9)} = 26.68$$

$$\Sigma \text{BLOQUES (PANELISTAS)} = \frac{4^2 + 11^2 + \dots + 6^2}{9} - 26.68 = 9.88$$

$$\Sigma \text{TRATAMIENTOS} = \frac{4^2 + 11^2 + \dots + 3^2}{10} - 26.68 = 7.02$$

$$\Sigma E_{yy} = 111 - 26.68 - 9.88 - 7.02 = 67.42$$

	a₀	a₁	a₂	TOTAL
b₀	4	4	6	14
b₁	11	5	8	24
b₂	1	7	3	11
TOTAL	16	16	17	

$$A_{yy} = (16^2 + 16^2 + 17^2) / 30 - 26.68 = 0.02$$

$$B_{yy} = (14^2 + 24^2 + 11^2) / 30 - 26.68 = 3.09$$

$$(AB)_{yy} = 7.02 - 0.02 - 3.09 = 3.91$$

OLOR	GRADOS DE LIBERTAD	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADO MEDIO	F CALCULADO	F _{α=0.05}	N.S
PANELISTAS	9	9.88	1.10	1.17	2.024	NS
TRATAMIENTOS	8	7.02				
Temperatura	2	0.02	0.01	0.01	3.134	NS
Velocidad de aire	2	3.09	1.55	1.65	3.134	NS
Temp. x velc. de aire	4	3.91	0.98	1.04	2.514	NS
Error Experimental	72	55.44	0.94			
TOTAL	89					

ATRIBUTO SENSORIAL: COLOR

PANELISTAS	40°C			50°C			60°C			TOTAL
	Velocidad de aire (m/s)									
	0.5	0.8	1.1	0.5	0.8	1.1	0.5	0.8	1.1	
1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
2	2	2	2	0	1	0	1	-1	2	9
3	2	-1	2	0	-2	1	1	-1	1	3
4	-1	-2	2	0	-1	1	1	-2	-1	-3
5	1	0	-1	0	-1	-2	1	-1	1	-4
6	-1	-2	-2	0	-1	-2	-1	0	-1	-10
7	0	1	-1	0	0	-1	-1	1	-1	-2
8	1	1	2	0	0	2	-1	1	2	8
9	0	1	2	0	1	0	1	2	1	8
10	0	-1	1	1	-1	0	1	0	2	3
TOTAL	2	-1	7	1	-4	-1	3	-1	7	13
PROMEDIO	0.2	-0.1	0.7	0.1	-0.4	-0.1	0.3	-0.1	0.7	

$$\sum Y^2 = 0^2 + 0^2 + \dots + 2^2 = 123$$

$$F_c = \frac{13^2}{(10 \times 9)} = 1.88$$

$$\sum \text{BLOQUES (PANELISTAS)} = \frac{1^2 + 9^2 + \dots + 3^2}{9} - 1.88 = 37.79$$

$$\sum \text{TRATAMIENTOS} = \frac{4^2 + (-1)^2 + \dots + 7^2}{10} - 1.88 = 11.22$$

$$\sum E_{yy} = 123 - 1.88 - 37.79 - 11.22 = 72.11$$

	a ₀	a ₁	a ₂	TOTAL
b ₀	2	1	3	6
b ₁	-1	-4	-1	-6
b ₂	7	-1	7	13
TOTAL	8	-4	9	

$$A_{yy} = (8^2 + (-4)^2 + 9^2) / 30 - 1.88 = 3.49$$

$$B_{yy} = (6^2 + (-6)^2 + 13^2) / 30 - 1.88 = 6.15$$

$$(AB)_{yy} = 11.22 - 3.49 - 6.15 = 1.58$$

COLOR	GRADOS DE LIBERTAD	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADO MEDIO	F CALCULADO	F _{α=0.05}	N.S
PANELISTA	9	37.79	4.2	4.2	2.024	**
TRATAMIENTO	8	11.22				
Temperatura	2	3.49	1.75	1.75	3.134	NS
Velocidad de aire	2	6.15	3.08	3.08	3.134	NS
Temp.x veloc. aire	4	1.58	0.4	0.4	2.514	NS
ERROR EXPTAL.	72	72.11	1.0			
TOTAL	89					

ATRIBUTO SENSORIAL: TEXTURA

PANELISTAS	40°C			50°C			60°C			TOTAL
	Velocidad de aire (m/s)									
	0.5	0.8	1.1	0.5	0.8	1.1	0.5	0.8	1.1	
1	-1	-1	-1	0	-1	0	0	1	1	-3
2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	0	1	-1	1	-2	-1	2	0	1	1
4	0	1	-1	0	-1	1	2	0	1	3
5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6	-2	1	-1	-2	0	-1	-2	-1	-2	-10
7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	1	0	0	1	0	-1	1	0	1	3
9	2	0	1	0	1	2	1	0	2	9
10	1	0	-1	0	0	0	1	1	0	2
TOTAL	1	2	-4	0	-3	0	5	0	4	5
PROMEDIO	0.1	0.2	-0.4	0	-0.3	0	0.5	0	0.4	

$$\sum Y^2 = (-1)^2 + (-1)^2 + \dots + 0^2 = 71$$

$$F_c = \frac{5^2}{(10 \times 9)} = 0.28$$

$$\sum \text{BLOQUES (PANELISTAS)} = \frac{(-3)^2 + 0^2 + \dots + 2^2}{9} - 0.28 = 23.39$$

$$\sum \text{TRATAMIENTOS} = \frac{1^2 + 2^2 + \dots + 4^2}{10} - 0.28 = 6.82$$

$$\sum E_{yy} = 71 - 0.28 - 23.39 - 6.82 = 40.51$$

	a₀	a₁	a₂	TOTAL
b₀	1	0	5	6
b₁	2	-3	0	-1
b₂	-4	0	4	0
TOTAL	-1	-3	9	

$$A_{yy} = (-1^2 + (-3)^2 + 9^2) / 30 - 0.28 = 2.75$$

$$B_{yy} = (6^2 + (-1)^2 + 0^2) / 30 - 0.28 = 0.95$$

$$(AB)_{yy} = 6.82 - 2.75 - 0.95 = 3.12$$

TEXTURA	GRADOS DE LIBERTAD	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADO MEDIO	F CALCULADO	F _{0.05}	N.S
PANELISTA	9	23.39	2.60	4.64	2.024	**
TRATAMIENTO	8	6.82				
Temperatura	2	2.75	1.38	2.46	3.134	NS
Velocidad de aire	2	0.95	0.48	0.86	3.134	NS
Temp. x veloc. aire	4	3.12	0.78	1.39	2.514	NS
ERROR EXPTAL.	72	40.51	0.56			
TOTAL	89					

ATRIBUTO SENSORIAL: APARIENCIA GENERAL

PANELISTAS	40°C			50°C			60°C			TOTAL
	Velocidad de (aire m/s)									
	0.5	0.8	1.1	0.5	0.8	1.1	0.5	0.8	1.1	
1	0	-1	-1	0	0	0	0	0	2	0
2	2	2	2	0	1	0	1	1	2	11
3	0	-2	2	1	-2	0	1	1	0	1
4	1	-2	2	-2	-1	-1	0	0	2	-1
5	1	-1	-1	0	-2	-1	1	1	0	-2
6	-2	-2	-1	-2	-1	-2	-1	-2	-1	-14
7	0	1	0	0	1	0	0	1	0	3
8	2	0	1	1	0	0	-1	1	1	5
9	1	0	0	0	1	0	0	0	2	4
10	2	-1	1	1	0	1	2	1	1	8
TOTAL	7	-6	5	-1	-3	-3	3	4	9	15
PROMEDIO	0.7	-0.6	0.5	-0.1	-0.3	-0.3	0.3	0.4	0.9	

$$\sum Y^2 = 0^2 + (-1)^2 + \dots + 1^2 = 125$$

$$F_c = \frac{15^2}{(10 \times 9)} = 2.5$$

$$\sum \text{BLOQUES (PANELISTAS)} = \frac{0^2 + 11^2 + \dots + 8^2}{9} - 2.5 = 46.06$$

$$\sum \text{TRATAMIENTOS} = \frac{7^2 + (-6)^2 + \dots + 9^2}{10} - 2.5 = 21$$

$$\sum E_{yy} = 125 - 2.5 - 46.06 - 21 = 55.44$$

	a₀	a₁	a₂	TOTAL
b₀	7	-1	3	9
b₁	-6	-3	4	-5
b₂	5	-3	9	11
TOTAL	6	-7	16	

$$A_{yy} = (6^2 + (-7)^2 + 16^2) / 30 - 2.5 = 8.87$$

$$B_{yy} = (9^2 + (-5)^2 + 11^2) / 30 - 2.5 = 5.07$$

$$(AB)_{yy} = 21 - 8.87 - 5.07 = 7.06$$

APARIENCIA GENERAL	GRADOS DE LIBERTAD	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADO MEDIO	F CALCULADO	F _{α=0.05}	N.S
PANELISTA	9	46.06	5.12	6.65	2.024	**
TRATAMIENTO	8	21.00				
Temperatura	2	8.87	4.44	5.77	3.134	*
Velocidad de aire	2	5.07	2.54	3.30	3.134	*
Temp.x veloc. aire	4	7.06	1.77	2.30	2.514	NS
ERROR EXPTAL.	72	55.44	0.77			
TOTAL	89					

$$S_p = \sqrt{\frac{0.77}{10}} = 0.277$$

$$Q_{\alpha(0.05)} = 4.424$$

$$W(A.E.S) = 0.277 * 4.424 = 1.225$$

Promedios ordenados de tratamientos para Apariencia general

I = 0.9	A = 0.7	C = 0.5	H = 0.4	G = 0.3	D = -0.1	E = -0.3	F = -0.3	B = -0.6
---------	---------	---------	---------	---------	----------	----------	----------	----------

PRUEBA DE TUCKEY (5%) PARA APARIENCIA GENERAL

COMPARACIÓN	DIF.ABSOLUTA	A.E.S (T)	SIGNIFICANCIA
I & A	0.2	1.225	N.S
I & C	0.4	1.225	N.S
I & H	0.5	1.225	N.S
I & G	0.6	1.225	N.S
I & D	1.0	1.225	N.S
I & E	1.2	1.225	N.S
I & F	1.2	1.225	N.S
I & B	1.5	1.225	*
A & C	0.2	1.225	N.S
A & H	0.3	1.225	N.S
A & G	0.4	1.225	N.S
A & D	0.8	1.225	N.S
A & E	1.0	1.225	N.S
A & F	1.0	1.225	N.S
A & B	1.3	1.225	*
C & H	0.1	1.225	N.S
C & G	0.2	1.225	N.S
C & D	0.6	1.225	N.S
C & E	0.8	1.225	N.S
C & F	0.8	1.225	N.S
C & B	1.1	1.225	N.S
H & G	0.1	1.225	N.S
H & D	0.5	1.225	N.S
H & E	0.7	1.225	N.S
H & F	0.7	1.225	N.S
H & B	1.0	1.225	N.S
G & D	0.4	1.225	N.S
G & E	0.6	1.225	N.S
G & F	0.6	1.225	N.S
G & B	0.9	1.225	N.S
D & E	0.2	1.225	N.S
D & F	0.2	1.225	N.S
D & B	0.5	1.225	N.S
E & F	0.0	1.225	N.S
E & B	0.3	1.225	N.S
F & B	0.3	1.225	N.S

ANEXO 5

FICHA DE EVALUACIÓN Y ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE PULPA DE ALMEJAS DE AGUA DULCE REHIDRATADAS

PANELISTA :
 MUESTRA : ALMEJAS REHIDRATADAS

HORA :
 FECHA :

A CONTINUACIÓN A UD. SE LE PRESENTA NUEVE MUESTRAS Y UNA DE TESTIGO (MUESTRA FRESCA) DE ALMEJAS DE AGUA DULCE REHIDRATADAS, SE PIDE EVALUAR EL OLOR, COLOR, TEXTURA, SABOR Y APARIENCIA GENERAL, DE ACUERDO A LA SIGUIENTE ESCALA, MARCANDO CON UNA "X" EL CALIFICATIVO QUE CREA CONVENIENTE.

ESCALA	ATRIBUTOS																																												
	OLOR									COLOR									TEXTURA									SABOR									APARIENCIA GENERAL								
	220	235	270	310	386	345	466	470	495	220	235	270	310	386	345	466	470	495	220	235	270	310	386	345	466	470	495	220	235	270	310	386	345	466	470	495	220	235	270	310	386	345	466	470	
Me gusta mucho																																													
Me gusta poco																																													
Ni me gusta ni me disgusta																																													
Me disgusta poco																																													
Me disgusta mucho																																													

COMENTARIO:.....

ANEXO 6

CÁLCULOS DEL ANVA Y PRUEBA DE TUCKEY PARA LOS ATRIBUTOS DE LA PULPA DE ALMEJAS REHIDRATADAS.

PANELISTAS	40°C			50°C			60°C			TOTAL
	Velocidad de aire (m/s)									
	0.5	0.8	1.1	0.5	0.8	1.1	0.5	0.8	1.1	
1	2	1	-2	-1	2	0	0	2	1	5
2	2	-1	-2	-2	1	-1	-1	1	1	-2
3	-1	0	-1	-1	0	0	-1	0	-1	-5
4	0	1	-1	-1	1	0	0	1	1	2
5	1	1	-2	2	2	2	2	0	0	8
6	1	0	0	0	0	0	0	1	0	2
7	2	1	-1	1	1	0	1	2	0	7
8	0	1	-1	1	0	-1	0	-1	-1	-2
9	2	1	-1	2	2	1	-1	1	-1	6
10	1	1	1	2	1	1	0	1	1	8
TOTAL	10	6	-10	3	9	2	6	8	1	29
PROMEDIO	1.0	0.6	-1	0.3	0.9	0.2	0.6	0.8	0.1	

ATRIBUTO SENSORIAL: OLOR

$$\sum Y^2 = 2^2 + 1^2 + \dots + 1^2 = 119$$

$$F_c = \frac{29^2}{(10 \times 9)} = 9.34$$

$$\sum \text{BLOQUES (PANELISTAS)} = \frac{5^2 + (-2)^2 + \dots + 8^2}{9} - 9.34 = 20.55$$

$$\sum \text{TRATAMIENTOS} = \frac{10^2 + 6^2 + \dots + 1^2}{10} - 9.34 = 30.06$$

$$\sum E_{yy} = 119 - 9.34 - 20.55 - 30.06 = 59.05$$

	a₀	a₁	a₂	TOTAL
b₀	10	3	0	13
b₁	6	9	8	23
b₂	-10	2	1	-7
TOTAL	6	14	9	

$$A_{yy} = (6^2 + 14^2 + 9^2) / 30 - 9.34 = 1.09$$

$$B_{yy} = (13^2 + 23^2 + (-7)^2) / 30 - 9.34 = 15.56$$

$$(AB)_{yy} = 30.06 - 1.09 - 15.56 = 13.41$$

OLOR	GRADOS DE LIBERTAD	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADO MEDIO	F CALCULADO	F _{-0.05}	N.S
PANELISTA	9	20.55	1.10	1.341	2.024	N.S
TRATAMIENTO	8	30.06				
Temperatura	2	1.09	0.55	0.671	3.134	N.S
Veloc. de aire	2	15.56	7.78	9.488	3.134	**
Temp.x veloc. aire	4	13.41	3.35	4.085	2.514	**
ERROR EXPMTAL.	72	59.05	0.82			
TOTAL	89					

$$S_p = \sqrt{\frac{0.82}{10}} = 0.286$$

$$Q_{\alpha(0.05)} = 4.424$$

$$W(A.E.S) = 0.286 * 4.424 = 1.265$$

Promedios ordenados de tratamientos para Olor

A = 1	E = 0.9	H = 0.8	B = 0.6	D = 0.3	F = 0.2	I = 0.1	G = 0	C = -1
-------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	-------	--------

PRUEBA DE TUCKEY (5%) PARA OLOR

COMPARACIÓN	DIF.ABSOLUTA	A.E.S (T)	SIGNIFICANCIA
A & E	0.1	1.265	N.S
A & H	0.2	1.265	N.S
A & B	0.4	1.265	N.S
A & D	0.7	1.265	N.S
A & F	0.8	1.265	N.S
A & I	0.9	1.265	N.S
A & G	1.0	1.265	N.S
A & C	2.0	1.265	**
E & H	0.1	1.265	N.S
E & B	0.3	1.265	N.S
E & D	0.6	1.265	N.S
E & F	0.7	1.265	N.S
E & I	0.8	1.265	N.S
E & G	0.9	1.265	N.S
E & C	1.9	1.265	*
H & B	0.2	1.265	N.S
H & D	0.5	1.265	N.S
H & F	0.6	1.265	N.S
H & I	0.7	1.265	N.S
H & G	0.8	1.265	N.S
H & C	1.8	1.265	N.S
B & D	0.3	1.265	N.S
B & F	0.4	1.265	N.S
B & I	0.5	1.265	N.S
B & G	0.6	1.265	N.S
B & C	1.6	1.265	*
D & F	0.1	1.265	N.S
D & I	0.2	1.265	N.S
D & G	0.3	1.265	N.S
D & C	1.3	1.265	*
F & I	0.1	1.265	N.S
F & G	0.2	1.265	N.S
F & C	1.2	1.265	N.S
I & G	0.1	1.265	N.S
I & C	1.1	1.265	N.S
G & C	1.0	1.265	N.S

ATRIBUTO SENSORIAL: COLOR

PANELISTAS	40°C			50°C			60°C			TOTAL
	Velocidad de aire (m/s)									
	0.5	0.8	1.1	0.5	0.8	1.1	0.5	0.8	1.1	
1	2	0	-1	0	2	-1	0	2	-1	3
2	-2	1	2	1	-1	-2	0	1	1	1
3	-1	0	1	1	0	-1	0	-1	0	-1
4	1	0	-1	-1	1	1	0	1	0	2
5	0	-2	0	1	2	1	-2	-2	-2	-4
6	0	1	0	0	1	0	1	0	0	3
7	1	2	1	1	0	0	1	-1	1	6
8	0	-1	1	1	0	-1	-1	-1	1	-1
9	1	1	0	1	0	1	1	0	-1	4
10	0	0	2	2	0	1	1	0	2	8
TOTAL	2	2	5	7	5	-1	1	-1	1	21
PROMEDIO	0.2	0.2	0.5	0.7	0.5	-0.1	0.1	-0.1	0.1	

$$\sum Y^2 = 2^2 + 0^2 + \dots + 2^2 = 105$$

$$F_c = \frac{21^2}{(10 \times 9)} = 4.9$$

$$\sum \text{BLOQUES (PANELISTAS)} = \frac{3^2 + 1^2 + \dots + 8^2}{9} - 4.9 = 12.54$$

$$\sum \text{TRATAMIENTOS} = \frac{2^2 + 2^2 + \dots + 1^2}{10} - 4.9 = 6.2$$

$$\sum E_{yy} = 105 - 4.9 - 12.54 - 6.2 = 81.36$$

	a₀	a₁	a₂	TOTAL
b₀	2	7	1	10
b₁	2	5	-1	6
b₂	5	-1	1	5
TOTAL	9	11	1	

$$A_{yy} = (9^2 + 11^2 + 1^2) / 30 - 4.9 = 1.87$$

$$B_{yy} = (10^2 + 6^2 + 5^2) / 30 - 4.9 = 0.47$$

$$(AB)_{yy} = 6.2 - 1.87 - 0.47 = 3.86$$

COLOR	GRADOS DE LIBERTAD	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADO MEDIO	F CALCULADO	F_{α=0.05}	N.S
PANELISTA	9	12.54	1.39	1.230	2.024	N.S
TRATAMIENTO	8	6.2				
Temperatura	2	1.87	0.94	0.690	3.134	N.S
Veloc. de aire	2	0.47	0.24	0.212	3.134	N.S
Temp.x veloc. aire	4	3.86	0.96	0.849	2.514	N.S
ERROR EXPTAL.	72	81.36	1.13			
TOTAL	89					

ATRIBUTO SENSORIAL: TEXTURA

PANELISTAS	40°C			50°C			60°C			TOTAL
	Velocidad de aire (m/s)									
	0.5	0.8	1.1	0.5	0.8	1.1	0.5	0.8	1.1	
1	1	-2	-1	2	-2	1	-1	0	1	-1
2	1	1	2	1	-1	-1	1	1	-2	3
3	-1	0	1	1	0	-1	0	-1	0	-1
4	2	-1	0	0	1	-1	0	2	1	4
5	-1	2	1	-1	1	1	-2	-2	-2	-3
6	0	0	0	0	1	0	0	-1	0	0
7	-1	0	1	1	2	2	2	2	-1	8
8	0	-1	0	-1	0	1	0	1	0	0
9	2	1	-2	2	1	1	1	0	2	8
10	0	0	1	0	0	2	2	0	1	8
TOTAL	3	0	3	5	5	5	3	2	0	26
PROMEDIO	0.3	0	0.3	0.5	0.5	0.5	0.3	0.2	0	

$$\sum Y^2 = 1^2 + (-2)^2 + \dots + 1^2 = 130$$

$$F_c = \frac{26^2}{(10 \times 9)} = 7.51$$

$$\sum \text{BLOQUES (PANELISTAS)} = \frac{(-1)^2 + 3^2 + \dots + 1^2}{9} - 7.51 = 17.82$$

$$\sum \text{TRATAMIENTOS} = \frac{3^2 + 0^2 + \dots + 0^2}{10} - 7.51 = 3.09$$

$$\sum E_{yy} = 130 - 7.51 - 17.82 - 3.09 = 101.58$$

	a₀	a₁	a₂	TOTAL
b₀	3	5	3	11
b₁	0	5	2	7
b₂	3	5	0	8
TOTAL	6	15	5	

$$A_{yy} = (6^2 + 15^2 + 5^2) / 30 - 7.51 = 2.02$$

$$B_{yy} = (11^2 + 7^2 + 8^2) / 30 - 7.51 = 0.29$$

$$(AB)_{yy} = 3.09 - 2.02 - 0.29 = 0.78$$

TEXTURA	GRADOS DE LIBERTAD	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADO MEDIO	F CALCULADO	F _{-0.05}	N.S
PANELISTA	9	17.82	1.98	1.403	2.024	N.S
TRATAMIENTO	8	3.09				
Temperatura	2	2.02	1.010	0.756	3.134	N.S
Velocidad de aire	2	0.29	0.145	0.103	3.134	N.S
Temp.x veloc. aire	4	0.78	0.195	0.138	2.514	N.S
ERROR EXPTAL.	72	101.58	1.411			
TOTAL	89					

ATRIBUTO SENSORIAL: SABOR

PANELISTAS	40°C			50°C			60°C			TOTAL
	Velocidad de aire (m/s)									
	0.5	0.8	1.1	0.5	0.8	1.1	0.5	0.8	1.1	
1	0	-2	-1	0	2	1	0	1	-1	0
2	1	1	-1	1	1	-2	1	1	-1	2
3	-1	0	0	1	0	-1	-1	0	0	-2
4	1	-1	0	-1	0	0	-1	0	-1	-3
5	1	1	-1	0	-1	1	0	0	2	3
6	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1
7	1	1	1	-1	1	2	1	2	2	10
8	-1	0	1	1	1	0	1	0	-1	2
9	1	-1	-2	-2	1	0	0	-1	0	-4
10	1	1	2	0	0	2	0	1	0	7
TOTAL	4	0	-1	-1	5	3	-2	4	0	16
PROMEDIO	0.4	0.0	-0.1	-0.1	0.5	0.3	0.2	0.4	0.0	

$$\sum Y^2 = 0^2 + (-2)^2 + \dots + 0^2 = 90$$

$$F_c = \frac{16^2}{(10 \times 9)} = 2.84$$

$$\sum \text{BLOQUES (PANELISTAS)} = \frac{0^2 + 2^2 + \dots + 7^2}{9} - 2.84 = 18.94$$

$$\sum \text{TRATAMIENTOS} = \frac{4^2 + 0^2 + \dots + 0^2}{10} - 2.84 = 4.36$$

$$\sum E_{yy} = 90 - 2.84 - 18.94 - 4.36 = 63.86$$

	a ₀	a ₁	a ₂	TOTAL
b ₀	4	-1	2	5
b ₁	0	5	4	9
b ₂	-1	3	0	2
TOTAL	3	7	6	

$$A_{yy} = (3^2 + 7^2 + 6^2) / 30 - 2.84 = 0.29$$

$$B_{yy} = (5^2 + 9^2 + 2^2) / 30 - 2.84 = 0.83$$

$$(AB)_{yy} = 4.36 - 0.29 - 0.83 = 3.24$$

SABOR	GRADOS DE LIBERTAD	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADO MEDIO	F CALCULADO	F _{α=0.05}	N.S
PANELISTA	9	18.94	2.104	2.372	2.024	*
TRATAMIENTO	8	4.36				
Temperatura	2	0.29	0.145	0.163	3.134	N.S
Veloc. de aire	2	0.83	0.415	0.488	3.134	N.S
Temp.x veloc. aire	4	3.24	0.810	0.913	2.514	N.S
ERROR EXPTAL.	72	63.86	0.887			
TOTAL	89					

ATRIBUTO SENSORIAL: APARIENCIA GENERAL

PANELISTAS	40°C			50°C			60°C			TOTAL
	Velocidad de (aire m/s)									
	0.5	0.8	1.1	0.5	0.8	1.1	0.5	0.8	1.1	
1	2	0	-1	1	2	0	0	1	2	7
2	1	2	-1	2	-1	-1	1	1	-2	2
3	-1	0	1	1	0	-1	0	-1	0	-1
4	2	1	1	1	0	-1	0	2	1	7
5	-1	-1	-1	2	2	2	-2	-1	-1	-1
6	0	0	0	0	1	0	1	0	0	2
7	1	2	2	0	1	0	-1	-1	-1	3
8	-1	-2	-1	0	0	-2	-1	1	-1	-7
9	1	0	1	2	1	-1	1	0	2	7
10	0	0	1	2	0	1	1	0	2	7
TOTAL	4	2	2	11	6	-3	0	2	2	26
PROMEDIO	0.4	0.2	0.2	1.1	0.6	-0.3	0.0	0.2	0.2	

$$\sum Y^2 = 2^2 + 0^2 + \dots + 2^2 = 128$$

$$F_c = \frac{26^2}{(10 \times 9)} = 7.51$$

$$\sum \text{BLOQUES (PANELISTAS)} = \frac{7^2 + 2^2 + \dots + 7^2}{9} - 7.51 = 21.82$$

$$\sum \text{TRATAMIENTOS} = \frac{4^2 + 2^2 + \dots + 2^2}{10} - 7.51 = 12.29$$

$$\sum E_{yy} = 128 - 7.51 - 21.82 - 12.29 = 86.38$$

	a_0	a_1	a_2	TOTAL
b_0	4	11	0	15
b_1	2	6	2	10
b_2	2	-3	2	1
TOTAL	8	14	4	

$$A_{yy} = (8^2 + 14^2 + 4^2) / 30 - 7.51 = 1.69$$

$$B_{yy} = (15^2 + 10^2 + 1^2) / 30 - 7.51 = 3.36$$

$$(AB)_{yy} = 12.29 - 1.69 - 3.36 = 7.24$$

APARIENCIA GENERAL	GRADOS DE LIBERTAD	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADO MEDIO	F CALCULADO	$F_{\alpha=0.05}$	N.S
PANELISTA	9	21.82	2.424	2.022	2.024	N.S
TRATAMIENTO	8	12.29				
Temperatura	2	1.69	0.845	0.705	3.134	N.S
Velocidad de aire	2	3.36	1.680	1.401	3.134	N.S
Temp.x veloc. aire	4	7.24	1.810	1.509	2.514	N.S
ERROR EXPTAL.	72	86.38	1.199			
TOTAL	89					