

**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL**



**“DESHIDRATACIÓN DE TRUCHA ARCO IRIS  
(*Oncorhynchus mykiss*) EN PRESENTACIÓN DE SOPA  
INSTANTANEA”**

**TESIS**

**PRESENTADA POR:**

**Bach. JUAN CARLOS TACUSI RUSSELL**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:**

**INGENIERO AGROINDUSTRIAL**

**PUNO – PERU**

**2006**

**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL**

**“DESHIDRATACIÓN DE TRUCHA ARCO IRIS (*Oncorhynchus mykiss*) EN PRESENTACIÓN DE SOPA INSTANTANEA”**

**TESIS**

PRESENTADA POR:

**Bach. JUAN CARLOS TACUSI RUSSELL**

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

**INGENIERO AGROINDUSTRIAL**

APROBADA POR EL JURADO REVISOR CONFORMADO POR:

**PRESIDENTE**

:

  
.....  
M.Sc. Rodolfo MEZA ROMUALDO

**PRIMER MIEMBRO**

:

.....  
M.Sc. Genny Isabel LUNA MERCADO

**SEGUNDO MIEMBRO**

:

  
.....  
M.Sc. Roger SEGURA PEÑA

**DIRECTOR DE TESIS**

:

  
.....  
Ph.D. Juan Marcos ARO ARO

**ASESOR DE TESIS**

:

  
.....  
M.Sc. Edwin ORNA RIVAS

**PUNO – PERÚ**

**2006**

**Área: Ingeniería y tecnología**

**Tema: Desarrollo de procesos y productos agroindustriales sostenibles y eficientes**

## DEDICATORIA



*Con mucho cariño para mis queridos padres Félix  
y Victoria que gracias a su apoyo moral y aliento  
constante se plasmó en realidad un anhelo  
largamente esperado en la culminación de mi carrera  
profesional. A mi hijo Fernando Fabián.*

## AGRADECIMIENTOS

Las próximas líneas constituyen un reconocimiento especial a las personas que han hecho posible la realización de ésta tesis, a todas ellas mis más sinceros agradecimientos.

Le doy gracias infinitas a Dios por guiar mis pasos en cada momento de mi vida.

Mis sinceros agradecimientos a mi alma mater la Universidad Nacional del Altiplano, a la Facultad de Ciencias Agrarias y la Escuela Profesional de Ingeniería Agroindustrial por haberme brindado mi formación profesional.

A mi director de tesis Ph.D. Juan Marcos Aro Aro por haber confiado en mi persona, por su disposición y apoyo incondicional brindado y a mi asesor Ing. Edwin Orna Rivas por su asesoramiento durante la ejecución de este trabajo de investigación.

A los miembros del jurado Ing. Rodolfo Meza Romualdo y al Ing. M.Sc. Roger Segura Peña por sus valiosos comentarios, por su atenta lectura y correcciones de este trabajo de investigación.

A todos mis compañeros con los que compartí mi vida estudiantil, por haberme brindado siempre su apoyo.

## ÍNDICE GENERAL

	Pág.
ÍNDICE DE TABLAS	
ÍNDICE DE FIGURA	
ÍNDICE DE ANEXOS	
ÍNDICE DE SIGLAS	
RESUMEN	1
I. INTRODUCCIÓN	2
II. MARCO TEÓRICO	4
2.1. GENERALIDADES SOBRE LA ESTRUCTURA	4
2.1.1. UBICACIÓN TAXONÓMICA	4
2.1.2. CARACTERÍSTICAS BIOLÓGICAS	5
2.1.3. HÁBITAT Y DISTRIBUCIÓN	5
2.1.4. COMPOSICIÓN QUÍMICA NUTRICIONAL	6
2.2. CAMBIOS QUÍMICOS, FÍSICOS Y ORGANOLÉPTICOS QUE PUEDE PRESENTARSE EN EL PESCADO POR EFECTO DE LA DESHIDRATACIÓN TÉRMICA.	6
2.2.1. CAMBIOS QUÍMICOS	6
2.2.1.1. DE LA PROTEÍNA	6
2.2.1.2. DE LOS LÍPIDOS	6
2.2.2. CAMBIOS FÍSICOS	10
2.2.3. CAMBIOS ORGANOLÉPTICOS	10
2.3. PROBLEMAS TÉCNICOS QUE SE PRESENTAN EN PRODUCTOS PESQUEROS          DESHIDRATADOS          DURANTE          SU ALMACENAMIENTO	11

2.3.1. ORGANOLÉPTICOS	11
2.3.2. FÍSICO – QUÍMICO	12
2.3.3. MICROBIANO	12
2.4. INGREDIENTES Y ADITIVOS EN LA ELABORACIÓN DE DESHIDRATACIÓN DE PESCADO SAZONADO	14
2.4.1. PROPIEDADES DE LOS INGREDIENTES	14
2.4.1.1. AGUA	14
2.4.1.2. AZÚCAR	15
2.4.1.3. SAL COMÚN	16
2.4.1.4. SAL DE SOYA	17
2.4.1.5. GLUTAMATO MONOSÓDICO (MSG)	18
2.4.2. ACCIÓN DE LOS ADITIVOS QUÍMICOS	19
2.4.2.1. SORBATO DE POTASIO	19
2.4.2.2. ÁCIDO ASCÓRBICO	20
2.5. SOPAS DESHIDRATADA	21
2.6. EMPAQUES	22
2.6.1. PELÍCULAS PLÁSTICAS	23
2.6.1.1. POLIETILENO DE ALTA DENSIDAD	23
2.7. FUNDAMENTOS DE DESHIDRATACIÓN	24
2.7.1. TEORÍA DEL DESHIDRATADO	24
2.7.1.1. ROL DEL AGUA EN LOS ALIMENTOS	25
2.7.1.2. CARACTERÍSTICAS DEL AGUA EN LOS ALIMENTOS	25
2.7.1.2.1. AGUA ABSORBIDA O AGUA	25

FUERTEMENTE LIGADA	
2.7.1.2.2. AGUA DÉBILMENTE LIGADAS	26
2.7.1.2.3. AGUA CAPILAR O AGUA DE LOS CAPILARES	26
2.7.1.2.4. AGUA LIBRE	26
2.7.1.3. ACTIVIDAD DE AGUA	27
2.7.1.4. HUMEDAD EN EQUILIBRIO	28
2.7.1.5. HUMEDAD LIBRE	28
2.7.1.6. HUMEDAD RELATIVA	29
2.7.1.7. HUMEDAD ABSOLUTA	29
2.7.1.8. TRANSMISIÓN DE CALOR Y TRANSFERENCIA DE MASA	29
2.7.1.8.1. ÁREA DE SUPERFICIE	30
2.7.1.8.2. TEMPERATURA	30
2.7.1.8.3. VELOCIDAD DEL AIRE	31
2.7.1.8.4. SEQUEDAD DEL AIRE	31
2.7.2. PERIODO DE SECADO	31
2.7.2.1. PERIODO INICIAL (A-B)	31
2.7.2.2. PERIODO DE VELOCIDAD CONSTANTE (B.C)	32
2.8. SECADO SOLAR TÉCNICO	34
2.8.1. COMPONENTES DE UN SECADOR SOLAR TÉCNICO	35
2.8.2. SECADO SOLAR POR RADIACIÓN	36
2.8.3. TIPOS DE SECADORES SOLARES	41
2.9. CONDICIONES CLIMÁTICAS PARA EL SECADO	41

2.10. MARCO CONCEPTUAL	43
III. MATERIALES Y MÉTODOS	49
3.1. MATERIALES Y EQUIPOS	49
3.2. LUGARES DE EJECUCIÓN	50
3.3. TAMAÑO DE MUESTRA	50
3.4. MÉTODO DE PROCEDIMIENTO	51
3.5. MÉTODOS ANALÍTICOS	57
3.6. MÉTODOS ANALÍTICOS	57
3.8. BALANCE DE MATERIA	63
3.9. ESTIMACIÓN DE COSTO	63
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	65
V. CONCLUSIONES	119
VI. RECOMENDACIONES	120
VII. BIBLIOGRAFÍA	121
ANEXO	129





**ÍNDICE DE TABLAS**

		Pág.
Tabla 1	Composición química nutricional de la trucha	6
Tabla 2	Composición química de sopa deshidratada.	22
Tabla 3	Prueba hedónica – sistema de puntuación.	63
Tabla 4	Determinación de características físicas de trucha fresca.	66
Tabla 5	Análisis organoléptico de trucha arco iris.	66
Tabla 6	Análisis de madurez sexual de la trucha.	67
Tabla 7	Composición química de la materia prima.	68
Tabla 8	Análisis microbiológico de la materia prima.	69
Tabla 9	Proceso de deshidratación de trucha en presentación de sopa instantánea con 3mm de espesor y 50%.	70
Tabla 10	Análisis de varianza del proceso de deshidratación de trucha en presentación de sopa instantánea con 3mm de espesor y 50%.	71
Tabla 11	Proceso de deshidratación de trucha en presentación de sopa instantánea con 5mm de espesor y 50%.	73
Tabla 12	Análisis de varianza del proceso de deshidratación de trucha en presentación de sopa instantánea con 5mm de espesor y 50%.	74
Tabla 13	Proceso de deshidratación de trucha en presentación de sopa instantánea con 7mm de espesor y 50%.	76

Tabla 14	Análisis de varianza del proceso de deshidratación de trucha en presentación de sopa instantánea con 7mm de espesor y 50%.	78
Tabla 15	Proceso de deshidratación de trucha en presentación de sopa instantánea con 3mm de espesor y 70%.	79
Tabla 16	Análisis de varianza del proceso de deshidratación de trucha en presentación de sopa instantánea con 3mm de espesor y 70%.	80
Tabla 17	Proceso de deshidratación de trucha en presentación de sopa instantánea con 5mm de espesor y 70%.	82
Tabla 18	Análisis de varianza del proceso de deshidratación de trucha en presentación de sopa instantánea con 5mm de espesor y 70%.	83
Tabla 19	Proceso de deshidratación de trucha en presentación de sopa instantánea con 7mm de espesor y 70%.	85
Tabla 20	Análisis de varianza del proceso de deshidratación de trucha en presentación de sopa instantánea con 7mm de espesor y 70%.	86
Tabla 21	Proceso de deshidratación de trucha en presentación de sopa instantánea con 3mm de espesor y 90%.	88
Tabla 22	Análisis de varianza del proceso de deshidratación de trucha en presentación de sopa instantánea con 3mm de espesor y 90%.	89
Tabla 23	Proceso de deshidratación de trucha en presentación de sopa instantánea con 5mm de espesor y 90%.	91

Tabla 24	Análisis de varianza del proceso de deshidratación de trucha en presentación de sopa instantánea con 5mm de espesor y 90%.	92
Tabla 25	Proceso de deshidratación de trucha en presentación de sopa instantánea con 7mm de espesor y 90%.	94
Tabla 26	Análisis de varianza del proceso de deshidratación de trucha en presentación de sopa instantánea con 7mm de espesor y 90%.	95
Tabla 27	Prueba de calificación en producto final pasta de trucha (presentación de sopa instantánea)	104
Tabla 28	Composición química en producto final pasta de trucha (presentación de sopa instantánea).	105
Tabla 29	Análisis microbiológico en producto final pasta de trucha (presentación de sopa instantánea).	106
Tabla 30	Estabilidad del producto almacenado según evaluación organoléptica.	108
Tabla 31	Análisis de composición proximal del producto final.	109
Tabla 32	Variación de índice de peróxido durante su almacenamiento en el producto final (mL/g de tiosulfato de sodio 0.002N)	111
Tabla 33	Selección del producto final análisis organoléptico.	113
Tabla 34	Selección del producto final prueba de aceptabilidad.	114
Tabla 35	Selección del producto final resultados de la prueba de “t”.	114

**ÍNDICE DE FIGURAS**

	Pág.	
Figura 1	Periodos de secado.	34
Figura 2	Proceso de pasta de trucha ( <i>Oncorhynchus mykiss</i> ) en presentación de sopa instantánea.	57
Figura 3	Proceso de pasta de trucha ( <i>Oncorhynchus mykiss</i> ) en presentación de sopa instantánea.	58
Figura 4	Balance de materia prima del proceso de pasta de trucha ( <i>Oncorhynchus mykiss</i> ) en presentación de sopa instantánea.	64
Figura 5	Contenido de humedad en función al tiempo de secado y velocidad de secado.	71
Figura 6	Curva de secado del proceso de deshidratación de trucha en presentación de opa instantánea con 3mm de espesor y 50%.	72
Figura 7	Contenido de humedad en función al tiempo de secado y velocidad de secado.	74
Figura 8	Curva de secado del proceso de deshidratación de trucha en presentación de opa instantánea con 5mm de espesor y 50%.	75
Figura 9	Contenido de humedad en función al tiempo de secado y velocidad de secado.	77
Figura 10	Curva de secado del proceso de deshidratación de trucha en presentación de opa instantánea con 7mm de espesor y 50%.	78
Figura 11	Contenido de humedad en función al tiempo de secado y velocidad de secado.	80

Figura 12	Curva de secado del proceso de deshidratación de trucha en presentación de opa instantánea con 3mm de espesor y 70%.	81
Figura 13	Contenido de humedad en función al tiempo de secado y velocidad de secado.	83
Figura 14	Curva de secado del proceso de deshidratación de trucha en presentación de opa instantánea con 5mm de espesor y 70%.	84
Figura 15	Contenido de humedad en función al tiempo de secado y velocidad de secado.	86
Figura 16	Curva de secado del proceso de deshidratación de trucha en presentación de opa instantánea con 7mm de espesor y 70%.	87
Figura 17	Contenido de humedad en función al tiempo de secado y velocidad de secado.	89
Figura 18	Curva de secado del proceso de deshidratación de trucha en presentación de opa instantánea con 3mm de espesor y 90%.	90
Figura 19	Contenido de humedad en función al tiempo de secado y velocidad de secado.	92
Figura 20	Curva de secado del proceso de deshidratación de trucha en presentación de opa instantánea con 5mm de espesor y 90%.	94
Figura 21	Contenido de humedad en función al tiempo de secado y velocidad de secado.	95
Figura 22	Curva de secado del proceso de deshidratación de trucha en presentación de opa instantánea con 7mm de espesor y 90%.	96
Figura 23	Velocidad de secado de los experimentos con espesor 3mm y diferentes densidades de carga.	98

- Figura 24 Velocidad de secado de los experimentos con espesor 5mm y diferentes densidades de carga. 100
- Figura 25 Velocidad de secado de los experimentos con espesor 7mm y diferentes densidades de carga. 103
- Figura 26 Balance de materia prima del proceso de pasta de trucha (Oncorhynchus mykiss) en presentación de sopa instantánea. 116



## ÍNDICE DE ANEXOS

	Pág.	
Anexo 1	Tabla de evaluación físico – organoléptico de trucha (Oncorynchus mykiss) fresca de cultivo	131
Anexo 2	Análisis de madures sexual escala internacional de Mair modificado por Raenz (1979)	132
Anexo 3	Modelo empleado en el panel de degustación.	133



**ÍNDICE DE SIGLAS**

AGAPEL : Empresa Ganadera Pesquera Lauriano SCRLtda.

A.S.I.H. : Sociedad Americana de Ictiólogos y Herpetólogos.

Aw : Actividad de agua.

HRE : Humedad Relativa en Equilibrio.

mag : Masa de agua.

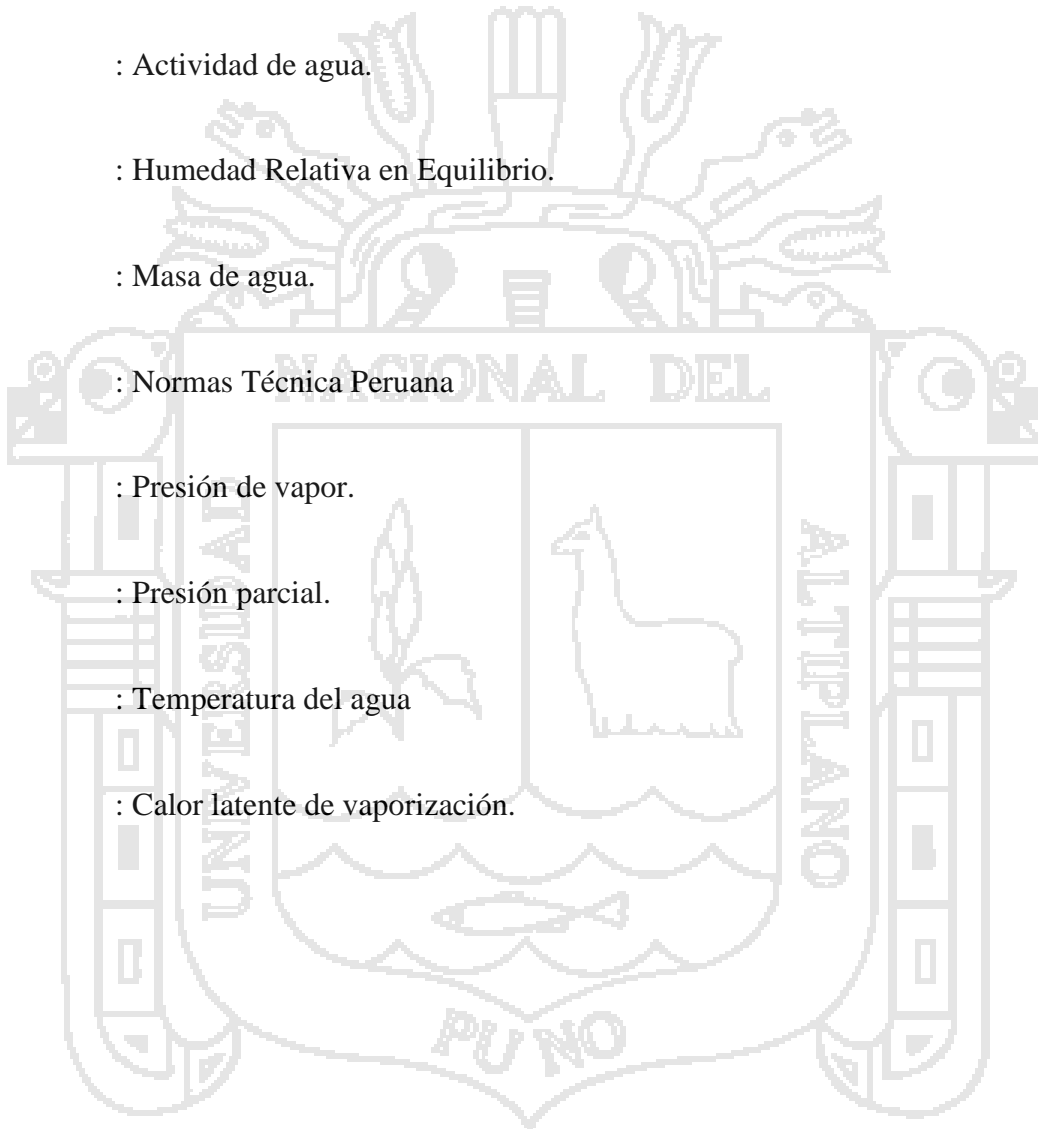
NTP : Normas Técnica Peruana

Ps : Presión de vapor.

Pv : Presión parcial.

Tag : Temperatura del agua

$\lambda$  : Calor latente de vaporización.





## RESUMEN

Entre los productos no tradicionales de nuestra zona, el deshidratado de trucha en presentación de sopa instantánea es una alternativa nueva que tiene la finalidad de mejorar la alimentación humana, motivo por el que se optó el de elaborar un producto proteico a bajo costo y de amplia aceptación por el consumidor. El estudio desarrollado a permitido optimizar la aplicación del potencial energético que posee Puno en forma de radiación solar, que es utilizado en nuestro caso como medio calefactor de un secador solar, para la deshidratación de pasta de trucha a fin de obtener un producto final en presentación de sopa instantánea. Las pruebas realizadas en el proceso de deshidratación, nos permitieron evaluar durante el transcurso de las horas sol del día las variaciones y oscilaciones de los diferentes parámetros como las variaciones de temperatura en la cámara, humedad a la entrada y salida, velocidad del viento y la variación másica del producto así como la evaluación, masa de aire húmedo y coeficiente de proporcionalidad, combinando las variables en un total de 9 experimentos. Los parámetros óptimos establecidos en los diversos experimentos de deshidratación señalan que la densidad de carga debe fluctuar en un 90% con un espesor de 3 mm, registrándose temperaturas óptimas para efectuar la deshidratación, fluctuando estas entre 6 a 75°C con humedades variables de entre 44 a 52% como iniciales y 50 a 65% como finales, fluctuando la velocidad del viento en promedio de 1,60 m/s. El producto organolépticamente es aceptable, microbiológicamente apto para el consumo humano y químicamente con un porcentaje de Proteína del 42.31%, Humedad 5.69 %, Grasa 16.31%, Ceniza 2.70 %. Dicho producto fue envasado en bolsas Nylon Polietileno y almacenado durante 60 días al medio ambiente y en refrigeración. No presentaron alteraciones de orden químico ni microbiológico al medio ambiente ni en refrigeración siendo está apto para el consumo humano.

## I. INTRODUCCIÓN.

La deshidratación es uno de los métodos que en forma simple y con poca inversión permite obtener productos estables para usos posteriores muy variados. Además, estas características de estabilidad de los productos permiten adecuarse apropiadamente a las actuales condiciones de infraestructura en el país, así como también proveer de productos cuya aceptación en nuestra dieta culinaria es poco tradicional.

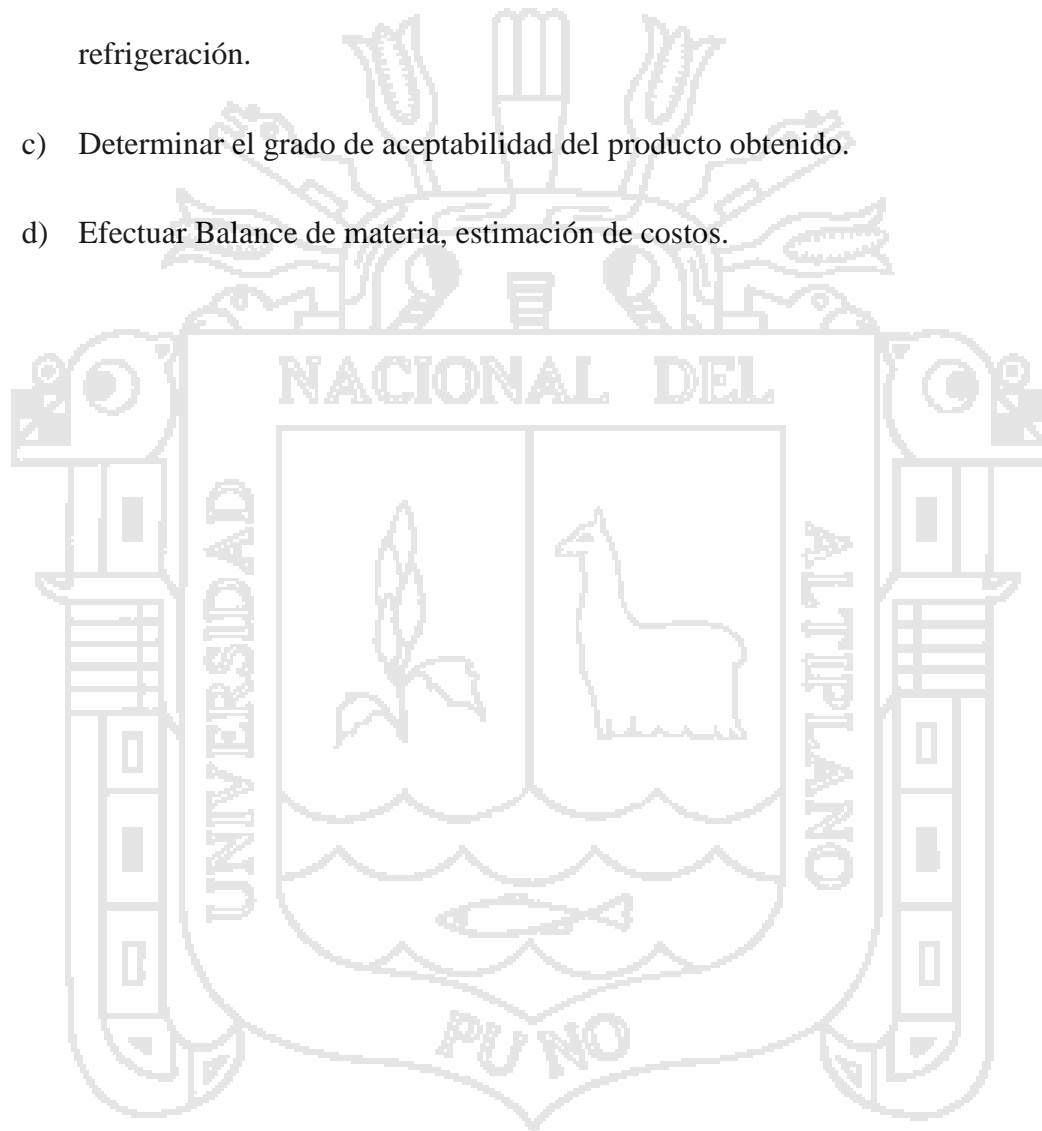
La aplicación del método de deshidratación que permita el aprovechamiento industrial de los productos pesqueros del país es un deber y una necesidad que deben ser afrontados en todos sus aspectos, como un medio de proporcionar mejores incentivos tanto a la pesquería y a la industria alimentaria, para así alcanzar el objetivo de brindar una más amplia y permanente provisión de alimentos a nuestra población.

El uso de la radiación solar como medio portador del calor necesario para el secado de frutas, hortalizas, carnes, no es algo novedoso, pues se viene utilizando a través del método secado solar tradicional en el cual la energía absorbida por el colector y circulación del aire en la cámara evapora la humedad en el ambiente secándose así el material.

El trabajo de investigación ha sido orientada a utilizar una tecnología de conservación por deshidratación que dista de ser sofisticada, requerir inversiones altas y de un gran consumo de energía y de combustibles, debido a que explotará las condiciones naturales extraordinariamente favorables que posee Puno. El colector se unirá a una cámara de secado y en su conjunto conformarán una unidad de deshidratación.

Los objetivos de la presente tesis son los siguientes:

- a) Establecer los parámetros óptimos de sazonado, densidad de carga, espesor y variación de humedad y tiempo, para el procesamiento de deshidratado de trucha (*Oncorhynchus mykiss*)
- b) Determinar la vida en anaquel del producto al medio ambiente y en refrigeración.
- c) Determinar el grado de aceptabilidad del producto obtenido.
- d) Efectuar Balance de materia, estimación de costos.



## II. MARCO TEÓRICO

### 2.1. GENERALIDADES SOBRE LA TRUCHA

#### 2.1.1. UBICACION TAXONOMICA:

**Reyno** Animalia

**Phylum** Chordata

**Sub phylum** Vertebrata

**Super clase** Gnathostomata

**Clase** Osteichthyes (teleostomos – óseos)

**Sub clase** Actinopterygii

**Súper orden** Teleostomos (Clupeimorpha)

**Orden** Salmoniformes

**Familia** Salmonidae

**Genero** Oncorhynchus

**Especie** *Oncorhynchus mykiss*

**Nombre común:**

“Trucha Arco iris”

Fuente: Smith G.R. and Sterley R.F. 1980.

La trucha arco iris *Salmo gairdnerii* (Richardson, 1836) ha cambiado a *Oncorhynchus mykiss* (Walbaum, 1972), aceptado en junio de 1988 por la Sociedad Americana de Pesquería y la Sociedad Americana de Ictiólogos y Herpetólogos (A.S.I.H).

### 2.1.2. CARACTERÍSTICAS BIOLÓGICAS

La especie *Oncorhynchus mykiss* es un pez de agua dulce cuyo hábitat actualmente se halla tanto en cuerpos lóticos como en lénticos, a temperaturas inferiores a 17°C y altitudes mayores de 1500 m.s.n.m. (Espinoza, 1995).

COI (1992) señala que se puede distinguir cinco fases en el ciclo de vida de esta especie: ova, larva, alevín, juvenil y reproductor. Rubin (1983), indica además que la trucha en su hábitat natural se comporta como un carnívoro múltiple, consume zooplancton en su primera edad, y luego pececillos vivos, insectos nadadores y sus larvas, así como moluscos y crustáceos de poco tamaño, pudiendo ser caníbales ante la escasez de alimento.

Según Vega (1997), la trucha arco iris presenta una forma fusiforme, con un par de ojos en ambos lados del rostro, una de las características principales de esta especie es el color del tegumento: verde azulado oscuro en el dorso, en los flancos posee reflejos de color cobrizo, con el vientre blanco plateado, presenta bocas con verdaderas mandíbulas, una sola abertura branquial en cada lado, cubierta con un opérculo cuerpo con escamas pequeñas de tipo cicloideo.

### 2.1.3. HABITAT Y DISTRIBUCION

La trucha es una especie nativa de las vertientes occidentales de Norteamérica y Alaska (río Kuskoauin), se diseminó a los demás estados, posteriormente se introdujo a Europa, Asia, Nueva Zelanda, Australia y América del Sur. (Tresaco, 1990),

Wakabayashi (1991), indica que en el cultivo de la trucha en el Perú se inició por el año 1939, con la importación de ovas embrionadas desde los Estados Unidos, mediante un convenio entre los gobiernos de Perú y Bolivia.

#### 2.1.4. COMPOSICION QUÍMICA NUTRICIONAL

El consenso general señala la bondad nutritiva del pescado ubicándolo como alimento de alto valor nutritivo. Dentro de esta generalidad se enmarca exquisitez y valor proteico de la trucha, por cuanto el tipo de proteína (escleroproteínas) que posee es de alta calidad y fácilmente digerible.

**Tabla 1 Composición Químico Nutricional de la Trucha**

COMPONENTE	PROMEDIO (%) FRESCO
Humedad	75.8
Grasa	3.1
Proteína	19.5
Sales minerales	1.2
Carbohidratos	0.4
Calorías (100 gr.)	139.0

*Fuente:* Instituto Tecnológico Pesquero ITP - Lima - Perú (1998)

## 2.2. CAMBIOS QUÍMICOS, FÍSICOS Y ORGANOLÉPTICOS QUE PUEDEN PRESENTARSE EN EL PESCADO POR EFECTO DE LA DESHIDRATACIÓN TÉRMICA

### 2.2.1. CAMBIOS QUÍMICOS

#### 2.2.1.1. DE LAS PROTEÍNAS

El componente más importante para la alimentación humana que contiene la carne de pescado son proteínas de alto valor biológico, por lo cual dicha carne está muy indicada como fuente de proteínas de alto valor para nuestro organismo (Ludorff, 1963).

La exposición de las proteínas solubles o globulares a pH extremos o a temperaturas elevadas, les hace experimentar un cambio conocido como desnaturalización, el efecto más visible de este fenómeno es un descenso de su solubilidad (Lenhinger, 1982).

Cuando el proceso de desecación se realiza con aire caliente la deficiente rehidratación se debe a cambios similares a los que ocurre durante la desnaturalización de las proteínas por el calor. Entre 0 y 20°C la capacidad de retención de agua de la carne (a juzgar por la cantidad de agua ligada; Gran y Hamn, 1952) disminuye a medida que aumenta la temperatura (Wierbicky y Datherage, 1958), probablemente debido al efecto de la temperatura sobre las proteínas sarcoplasmáticas. Entre 20 y 30°C el grado de hidratación no se modifica. Entre 30 y 40°C las cadenas polipeptídicas de las proteínas musculares se desarrollan y forman nuevos enlaces electrovalentes o de hidrógeno (Wierbicky y Deatherage, 1958), produciendo un ligero descenso en el grado de hidratación. Aunque la coagulación térmica de la actomiosina aislada comienza in vitro a una temperatura de aproximadamente 35°C (Locker, 1956); las proteínas musculares son más estables In Situ (Engerhardt, 1946) y, en consecuencia, no se produce cambios en la capacidad de hidratación hasta que la temperatura pasa de 40°C. Entre los 40 y los 50°C disminuye la capacidad de retención de agua. Entre 50 y 80°C disminuye la capacidad de retención de agua. (Lawrie, 1977).

Cuando la cocción es muy enérgica, el colágeno y la elastina se hacen más blandos, contrariamente a la actomiosina que se endurece a causa de las formaciones de uniones disulfuro que enlazan fuertemente las cadenas proteicas entre sí (Cheftel, 1980).

La proteína puede descomponerse de forma provechosa, formando aromáticos productos de desdoblamiento. En el calentamiento puede producirse acciones muy

diversas según el tipo y duración de la actuación, mientras que en la cocción o guisado cabe esperar en general una mejora del valor biológico de la proteína, no sucede lo mismo en las frituras y asado, en cuyos tratamientos llegan a actuar temperaturas superiores a los 100°C. Según estudios realizados por Lang, al calentarse la proteína o aminoácidos en unión de azúcar, se puede formar también sustancias que exhiben acciones diferentes, provocando en los animales de laboratorio determinadas reacciones (Ludorff, 1978).

La influencia del secado sobre las proteínas es determinante sobre el valor biológico de las mismas, ya que dependen del método de secado. Las exposiciones prolongadas a altas temperaturas pueden hacer las proteínas menos útiles en la dieta, los tratamientos de baja temperatura pueden aumentar la digestibilidad de las proteínas sobre el material nativo o estado de plegamiento (Desrosier, 1982).

Otra consecuencia de la desnaturalización de las proteínas musculares por acción del calor es la disminución de su poder de retención de agua, capaz de ocasionar jugosidad (humedad libre). La desnaturalización por el calor y la deshidratación superficial que se desarrolla en la cocción, origina la formación de una capa superficial que tiende a retrasar la evacuación de la humedad en los productos cárnicos (Fenema, 1982).

#### **2.2.1.2. DE LOS LÍPIDOS**

La oxidación térmica de los lípidos es la que se produce en presencia del aire, que va acompañada de una auto-oxidación definida (Perkins, 1960) como la oxidación de una grasa a temperaturas inferiores a 100°C, estas modificaciones dan lugar a una serie de productos secundarios, pudiendo tener una acción tóxica (Freiria, 1994).



El aceite de las partes de pescado denominadas carne oscura, como es por ejemplo, la existente a lo largo de la línea lateral, se oxida mucho más intensa y rápidamente que el de las partes del músculo claro de pescado, esta diferencia en el grado de oxidación de las porciones de carnes claras y oscuras del pescado, que puede mostrar proporciones hasta de 1/100 obedece a la presencia en las capas oscuras del músculo de pescado de compuesto de hematina que actúan como poderosos favorecedores de la oxidación.

Durante el calentamiento la grasa se funde, las células de tejido adiposo se rompen y hay importante redistribución de grasa; la mioglobina experimenta así mismo desnaturalización durante el calentamiento, causa de la rápida liberación del pigmento hemo de la fracción globina que es muy sensible a la oxidación. En consecuencia durante el calentamiento la carne se transformará corrientemente en parda, debido a la formación del pigmento oxidado hemina (Fenema, 1982).

La oxidación tiene efectos negativos en la preservación y calidad de los productos cárnicos, produciéndose esta reacción en la porción lipídica, mediante la oxidación de los ácidos grasos insaturados, produciendo mudanzas en el aroma, color y valor nutritivo, teniendo un efecto negativo en la salud del consumidor (Vargas, 1994).

La influencia del secado sobre las grasas provoca la rancidez que es un importante problema en los alimentos secados. La oxidación de las grasas en los alimentos es mayor a altas que a bajas temperaturas de deshidratación. Un control efectivo es la protección de las grasas con antioxidantes (Desrosier, 1982).

### 2.2.2. CAMBIOS FÍSICOS

La razón principal que se tiene para secar los alimentos es la conservación de éstos, ya que la actividad del agua se reduce a un nivel inferior a aquel en que son activos los microorganismos, pero también hay otros motivos, como lograr una disminución de su peso y volumen, con el fin de abaratar el transporte (Guerrero, 1991).

Los diferentes materiales alimenticios exigen diferentes patrones de encogimiento en el curso de la deshidratación. Esto se debe a que los alimentos cuando se está deshidratando no elimina el agua en forma uniforme en toda la pieza. Estas diferencias en los patrones de encogimiento, pueden afectar la densidad de volumen del producto secado, es decir, el peso por unidad de volumen (Potter, 1978).

El endurecimiento de la superficie de un producto en deshidratación lenta es menos rígida que la observada en un proceso de deshidratación rápida, porque a temperaturas elevadas, la superficie de los alimentos se hace seca y rígida mucho antes de que se acabe de eliminar la humedad del centro (Potter, 1978).

### 2.2.3. CAMBIOS ORGANOLÉPTICOS

La desnaturalización de las proteínas puede contribuir tanto a la textura como al sabor de muchos alimentos.

La inactivación completa de las enzimas por el calor se usa ampliamente en la industria alimenticia. En la mayoría de los casos de presencia de alimentos, interesa que cese toda actividad enzimática. Una continuación de la actividad enzimática puede provocar, por ejemplo un cambio en el color de los carotenoides o provocar el pardeamiento de varios tipos de alimentos; puede modificar el sabor de los

carbohidratos o provocar la rancidez de los aceites; puede cambiar el sabor o el valor nutritivo de las proteínas y vitaminas de los alimentos (Braverman, 1980).

## **2.3. PROBLEMAS TÉCNICOS QUE SE PRESENTAN EN PRODUCTOS PESQUEROS DESHIDRATADOS DURANTE SU ALMACENAMIENTO.**

### **2.3.1. ORGANOLÉPTICOS**

Las muy lentas alteraciones que ocurren en el producto seco elaborado a partir de pescado se debe, en primer lugar, a la formación de olores y sabores como consecuencia de la oxidación de lípidos y, en segundo lugar, a reacciones químicas entre sustancias con grupos aminos y grupos carbonilos (reacción de Maillard) (Connel, 1978).

La interacción entre las proteínas y los productos de la oxidación de los lípidos pueden determinar cambios en la textura. El efecto inmediato reconocible de la oxidación de los lípidos en los alimentos es el desarrollo de olores y sabores indeseables. La naturaleza organoléptica general de la rancidez depende en cierta medida del sistema empleado para secar. La rancidez de alimentos de bajo contenido de humedad suele describirse como “aceite viejo” o “sebáceo” (Braverman, 1980).

La formación de pigmentos oscuros en los alimentos durante el procesado y almacenamiento es un fenómeno muy común. El tema es de interés primordial, ya que no solo involucra el color y el aspecto del alimento, sino también su sabor y su valor nutritivo (Braverman, 1980).

### 2.3.2. FÍSICO – QUÍMICOS

El deterioro oxidativo se debe también a sustancias bioquímicas que actúan como catalizadores muy activos. Según Fujimoto et al, 1983; los compuestos carbonilos, derivados del aceite autooxidado y las bases volátiles como el amoniaco tienen importancia en la reacción de empardecimiento de los productos pesqueros (Vicetti, 1990).

De otro lado, el deterioro oxidativo se debe a la acción de agentes naturales como el oxígeno atmosférico, luz, temperatura y otros. La oxidación - rancidez oxidativa puede disminuir el grado de aceptación del producto final (Vicetti, 1990).

La rancidez, es un importante problema en los alimentos secados. La oxidación de las grasas en los alimentos es mayor a altas que a bajas temperaturas de deshidratación. Un control efectivo es la protección de las grasas con antioxidantes (Desrosier, 1982).

El secado de los alimentos cambia sus propiedades físicas y químicas y puede esperarse que altere sus habilidades para reflejar; dispersar, absorber y transmitir la luz, y por lo tanto modificar su color (Desrosier, 1983).

### 2.3.3. MICROBIANO

Los microorganismos necesitan agua para su crecimiento y metabolismo y, por lo tanto, cualquier método que elimine agua evita la proliferación microbiana. Las necesidades de agua para el crecimiento de los microorganismos se definen en términos de la actividad de agua de su ambiente. La proliferación microbiana no tiene lugar en presencia de agua pura, ni tampoco en su ausencia. En consecuencia, cualquier substrato

sobre el que se multipliquen los microorganismos es, desde un punto de vista práctico, una disolución acuosa (Nickerson, 1981).

Los cambios bioquímicos de origen microbiano producen efectos detectables en los factores de calidad de los alimentos: sabor, consistencia y en algunos casos olor (Braverman, 1980).

Están establecidos ciertos parámetros para el crecimiento microbiano, según la cantidad de humedad en el alimento. Los mohos pueden crecer en los substratos alimenticios con una humedad tan baja como el 12% y se conocen algunos que crecen en alimentos con menos de 5% de humedad. Las bacterias y las levaduras requieren niveles de humedad más altos, generalmente sobre 30% (Frazier, 1976).

Sobre el 2% de humedad puede ser anticipado el crecimiento de moho si la condiciones del medio circundante son favorables. De 30% de humedad y más, puede anticiparse el crecimiento de bacterias y levaduras si las condiciones del medio circundante lo permiten (Desrosier, 1982). Cada especie bacteriana prolifera únicamente entre ciertos límites de temperatura y tiene, para su desarrollo, una temperatura óptima. Por eso la temperatura de almacenamiento va a tener una influencia considerable sobre la alteración que pueda padecer un alimento, las temperaturas a la cual proliferan distinguen tres grupos de microorganismos que afectan a los alimentos: Psicrófilos (10°C), Mesófilos (30 a 40°C), Termófilos (50 a 55°C). Estos datos son suficientes para confirmar que las posibles alteraciones bacterianas que pudieran presentarse van a variar según la temperatura de almacenamiento (Cheftel, 1989).

En el pescado desecado, en el que la desecación constituye el único principio de conservación, debe sin embargo reducir en seguida tanto la tasa de agua, que los microorganismos no puedan desarrollarse, las cifras mínimas de agua son de 13,2 -

13,6% para mohos y de 16,8 - 18,3% para bacterias. Esto es especialmente válido para peces magros; en los peces grasos resulta un poco difícil la extracción del agua, ya que en ellos tiene lugar por lo general la oxidación de la grasa (Luddorf, 1963).

## **2.4. INGREDIENTES Y ADITIVOS EN LA ELABORACIÓN DE DESHIDRATADO DE PESCADO SAZONADO**

### **2.4.1. PROPIEDADES DE LOS INGREDIENTES**

#### **2.4.1.1. AGUA**

El agua para uso en alimentos, de preferencia debe ser “blanda” y libre de impurezas. Un suministro de este tipo casi nunca se encuentra disponible en cantidad suficiente y el agua por lo general, requiere de tratamientos para que se ajusten a los requisitos de fabricación (Desrosier, 1983).

El agua influye en la apariencia, textura y sabor de los alimentos y realiza un gran número de funciones importantes en la preparación de los alimentos. No sólo es el agua una parte integral de todos los alimentos, sino que muchos de los cambios que tiene lugar cuando se combinan o se cocinan, sólo se realizan debido a la presencia de agua. La capacidad captadora de agua en el músculo influye en el color y también en la suavidad de la carne (Helen, 1991).

En los productos alimenticios el agua se presenta en distintos estados: Agua libre o solvente, que conserva las propiedades. Agua capilar y agua absorbida en la superficie constituyendo formas intermedias, medianamente activas. Agua de constitución, íntimamente unida a los otros compuestos bioquímicos de los que no puede separarse más que por técnicas severas (Adrián, 1990).

Al añadir agua se impide la desnaturalización en las proteínas que pudiera presentarse durante la operación de picado, para insertar las moléculas de agua entre los cuerpos proteicos hace falta un espacio de tiempo, por ello la adición de agua no debe realizarse de una vez, sino en etapas, el adicionar en una sola vez en el picado de la carne, es perjudicial, porque las partículas de carne nadan, en un exceso de agua, resultando desplazados por las cuchillas del cúter sin ser trituradas adecuadamente (Gerhardt, 1975).

#### **2.4.1.2. AZÚCAR**

Término del lenguaje común que engloba diversos productos naturales utilizados por su poder edulcorante, sin calificativos designa a la sacarosa, azúcar de remolacha y caña (Adrián, 1990).

Los azúcares pertenecen a una clase de compuestos conocidos como carbohidratos. "Sacárido" es un término que denota azúcar o sustancias derivadas del azúcar. Los monosacáridos son azúcares simples o únicos. Los disacáridos son derivados de los monosacáridos, y cuando se hidrolizan forman dos moléculas de un azúcar simple, las moléculas que contienen varios residuos de azúcar, como los almidones y la celulosa, se conocen como polisacáridos (Helen, 1991).

En soluciones concentradas el azúcar y la sal tienen presiones osmóticas elevadas. Cuando estas son suficientes para sacar agua de las células microbianas, o para prevenir la difusión normal del agua a estas células, existe una condición preservativa (Potter, 1978).

El azúcar funciona como corrector del sabor, por su capacidad dulcificante y su acción reductora, así también como su acción edulcorante que influye favorablemente

en las características organolépticas de los productos acabados y el gusto acre de algunas sustancias.(Amos citado por Guzmán, 1995).

#### 2.4.1.3. SAL COMÚN

La sal se ha empleado en conservación de alimentos desde tiempos remotos. Esta aplicación ha estado dirigida, en primer término a la conservación de alimentos de origen animal. Siendo sus principales efectos a nivel celular, como son la deshidratación, la presión osmótica y la acción modificadora de la estructura de las proteínas (Moncada y Sarmiento, citado por Mendoza, 1995).

El sodio y el cloro son los componentes de la sal común, que en el lenguaje químico tiene por fórmula NaCl. La obtención de la sal común se realiza a partir de la sal gema, y de la sal disuelta.

La sal común es utilizada en la fabricación de productos cárnicos por las siguientes razones:

**Por motivos de sabor y conservador:** La sal confiere al alimento un sabor característico, perceptible clara e inconfundiblemente en la boca, sin sal resultarían insípidos los alimentos, como se puede comprobar fácilmente probando los productos cárnicos pobres en sal. La sal es un conservador en extremo eficaz. Impide el crecimiento de las bacterias perjudiciales o por lo menos limita su proliferación considerablemente.

Utilizando sal común, se reduce el valor aw (fracción de agua libre disposición de los microorganismos). Para su multiplicación, los microorganismos precisan una determinada cantidad de agua libre. Si se reduce la cantidad de agua libre, se inhibe correlativamente con el valor aw la multiplicación de los microorganismos.



**Para aumentar la disolución de componentes proteicos musculares:** El entramado reticular de moléculas proteicas es tanto más estable cuanto más proteína se disuelve en el agua mediante la sal común (Gerhardt, 1980).

La sal común empleada deberá ser de calidad alimentaria, establecida como un producto cristalino que consiste predominantemente en cloruro de sodio. Se obtiene del mar, de depósitos subterráneos de sal mineral o de salmuera natural (Codex Alimentarius, 1991).

#### **2.4.1.4. SALSA DE SOYA**

La salsa de soya es un líquido oscuro, castaño - rojiza, que tiene un sabor picante característico y gusto salado. Es un producto elaborado en base a la soya; se usan comúnmente en cocina japonesa como preservativo y saborizante, aparte de otras características.

(Ostolaza citado por Hidalgo, 1985) describe un método japonés de elaboración que consiste principalmente en someter en vapor directo la semilla de soya con el objeto de eliminar ciertos principios tóxicos. Mientras se realiza esta operación se tuestan granos de trigo en una serie de calentadores cilíndricos giratorios y después se muelen transformándolos en harina. La soya y el trigo se mezclan y se llevan a una serie de cámaras manteniéndolos a temperatura uniforme durante cuatro días y es en el transcurso de este tiempo cuando comienza la fermentación. A continuación se le adiciona un peso igual de salmuera del 15 - 20% de concentración permitiendo que la fermentación continúe bajo condiciones controladas de temperatura y agitación. Cuando la fermentación ha terminado, la masa se somete a presión en dos series de prensas. Cada operación dura más de dos días y después de este tiempo la salsa seleccionada se pasa a barriles y/o toneles.

#### 2.4.1.5. GLUTAMATO MONOSODICO (MSG)

Es el más importante entre las sustancias exaltadoras del gusto. El ácido glutámico se produce industrialmente por fermentación a partir de melazas o de hidrolizados azucarados del almidón. El ácido una vez saturado con sodio nos da el glutamato sódico que se purifica y cristaliza en cristales blancos inodoros. Como tal “exaltador del gusto” el MSG no modifica la naturaleza del aroma. Las medidas sensoriales muestran netamente un crecimiento de las percepciones olfato - gustativas para los alimentos adicionados de MSG, (las dosis son de 0,1 a 2%, según los alimentos). Mejora la redondez de la sensación, sobre todo en la sensación cárnica. En total aumenta la palatabilidad de un alimento (Multon, 1988).

El mecanismo exacto por el cual el MSG ejerce sus habilidades de mejorar el sabor no es conocido, a pesar del intenso trabajo de investigación, la calidad del efecto sobre el sabor que produce el uso de MSG, es diferente de los cuatro sabores básicos, dulces, ácidos, salados y amargos.

Algunos estudios sugieren que el efecto de MSG en el sabor de los alimentos implica dos mecanismos básicos diferentes; cuan estrechamente el mejorador del sabor está relacionada con las papilas gustativas de la lengua y cuan accesibles son estas papilas (Cagan, 1979). De acuerdo a esta investigación el glutamato se liga preferentemente a las papílas gustativas y a ciertos otros componentes mejoradores del sabor. Otros estudios han mostrado que el MSG no tiene efecto sobre el aroma, pero tiende a mejorar la percepción del sabor y de este modo aumentar su intensidad (Yamaguchi, Kiimizuka *et al.* mencionada por Hidalgo, 1985).

Cuando se utiliza MSG, en la proporción del 0,1 - 0,3%, éste ayuda a la asimilación de las proteínas y mejora el gusto y el aroma a los que estabiliza durante el almacenamiento (Bertullo, 1975).

## 2.4.2. ACCIÓN DE LOS ADITIVOS QUÍMICOS

### 2.4.2.1. SORBATO DE POTASIO

Sorbato de potasio, peso molecular 150,22 polvo blanco o granulado. Es la más soluble de todas las sales, en 100 gr. de agua se disuelven a la temperatura ambiente 138 gr., en solución de sal común al 10% se disuelven hasta 54 gr./100 gr.

El ácido sórbico y los sorbatos están permitidos en todos los países del mundo para la conservación de muchos alimentos; en la República Federal de Alemania la dosis más alta permitida, salvo excepciones, oscila entre 0,1 - 0,2 % (Luck, 1981).

El ácido sórbico que es un ácido graso vegetal dienoico con un punto de fusión elevado, sólido a temperatura ambiente, soluble en solventes orgánicos y en alcoholes. Es un inhibidor de los mohos y las levaduras, por lo que por sus propiedades fungistáticos se emplea como aditivo alimentario en forma ácida de sal sódica, de sal potásica y de sal cálcica (Adrián, 1990).

El ácido sórbico y el sorbato de potasio son las formas más populares que se usan en Estados Unidos para preservar alimentos. El ácido sórbico es ligeramente soluble en agua mientras que la sal de potasio es muy soluble en agua hasta 139 g/100 ml. a 20°C. Los sorbatos han sido tradicionalmente usados para controlar levaduras y hongos, pero recientes estudios han demostrado que los sorbatos son también agentes antimicrobianos efectivos contra el crecimiento del *Clostridium botulinum*, *Staphylococcus áureos* y *Salmonellas*, todos ellos potentes organismos toxígenos y

patógenos. Otros trabajos han investigado el uso del sorbato para preservar el pescado fresco y aves de corral, alimentos horneados que contienen levaduras, productos frescos y alimentos para animales (Robach, 1980).

#### **2.4.2.2. ÁCIDO ASCÓRBICO**

El ácido ascórbico es una sustancia incolora que tiende a amarillear al envejecer, sobre todo en atmósfera húmeda. Es muy soluble en agua (30g/100 ml.), y estable al calor si se mantiene al abrigo del oxígeno y los antioxidantes especialmente en medio ácido. El ácido ascórbico está autorizado como aditivo alimentario debido a sus propiedades antioxidantes, empleándose en diversas formas: ácido ascórbico, ascorbato de sodio, ascorbato de calcio, diacetato de ascorbilo y palmitato de ascorbilo (Salfield, 1977).

El ácido ascórbico es el factor antiescorbútico. La vitamina C controla la formación del tejido conjuntivo (colágeno) y de la matriz proteica del tejido óseo, contribuye a la osificación del esqueleto, estimula las reacciones de defensa del organismo contra las infecciones (Adrián, 1990).

La aplicación del ácido ascórbico o de ascorbato a los productos cárnicos tiene diversos aspectos ventajosos. Así, en los productos a curar contribuyen a un desarrollo más rápido y seguro del color de curado, a la reducción de la sal con nitrito y a que queden en los productos menos nitrito y nitrato residuales (Reichert, 1994).

Añadido a las carnes en una dosis de 200 mg / kg., el ascorbato, por su acción antioxidante protege de la oxidación a la mioglobina y prolonga así la vida comercial de los productos. La influencia sobre la rancidez de la grasa está muy claramente definida, este aditivo no es soluble en las grasas, sin embargo ciertos autores señalan, por una

parte, que se favorecería con él la formación de peróxido pero, por otra parte, que actuaría en sinergia con los tocoferoles presentes naturalmente para, por el contrario limitar la formación de dichos compuestos (Multon, 1988).

## 2.5. SOPAS DESHIDRATADAS

Es el producto deshidratado, elaborado principalmente con materia prima animal y/o vegetal, el cual una vez reconstituido de acuerdo con las instrucciones del fabricante permite obtener una sopa con características similares a las de una sopa del mismo tipo elaborada por los métodos tradicionales de cocina, pueden contener carne y/o extracto de carne, grasa, vegetales y/o sus extractos, fideos, sal glutamato, especias, condimentos y colorantes naturales permitidos (NTP Indecopi, 1974).

La composición de las sopas deshidratadas es variable, dependiendo de la composición de los diferentes componentes y de las proporciones que intervienen en la formulación del producto, exigiéndose como mínimo 0,5% de nitrógeno total (Schmudt, 1979)

Se recomienda, para la mejor conservación del producto un contenido de humedad del 10% como límite máximo y un % similar de materia grasa como máximo. En el cuadro se muestra la composición química de las sopas deshidratadas comercializadas en el país

**Tabla 2. Composición Química de Sopas Deshidratadas**

Componente	Chupe de Camarones (%)	Sopa de Carnes y Fideos (%)
Humedad	7,25	8,36
Proteína	17,5	13,73
Grasa	14,02	6,98
Carbohidratos	44,38	60,60
Cenizas	16,58	10,33

Fuente: Caballero y Roa (1982)

## 2.6. EMPAQUES

El propósito del envasado consiste en proteger al producto de cualquier tipo de deterioro, bien sea de naturaleza química, microbiológica, biológica o física. Dos de los mayores problemas en el envasado de productos son la temperatura y la humedad relativa elevadas. Tales condiciones estimulan todas las reacciones químicas y el crecimiento de microorganismos e insectos (Heiss, 1970).

Según Potters (1978), algunos de los más importantes requerimientos y funciones generales de los empaques para alimentos son los siguientes:

- Ausencia de toxinas y compatibilidad con el alimento.
- Protección sanitaria.
- Protección contra pérdidas o asimilación de humedad y grasa.
- Protección contra pérdidas o asimilación de gas y olor.
- Protección contra la luz.

- Resistencia a los impactos.
- Transparencia.
- Inviolabilidad.
- Facilidad de apertura.
- Limitaciones de tamaño, forma y peso.
- Bajo costo.

### **2.6.1. PELÍCULAS PLÁSTICAS**

La utilización de envolturas o películas plásticas para alimentos poseen muchas ventajas. Son muy impermeables, permiten ver el contenido, son resistentes y pueden obtenerse con muy diversos grados de impermeabilidad.

#### **2.6.1.1. POLIETILENO DE ALTA DENSIDAD**

La película de polietileno de alta densidad es dos a tres veces más impermeable al vapor de agua y a los gases que el polietileno de baja densidad, y ofrece mayor resistencia al paso de olores y aroma. Es más rígido que el de baja densidad y más resistente a la tensión.

El punto de reblandecimiento del polietileno de alta densidad es más elevado que el de ebullición del agua, por lo que puede esterilizarse al vapor sin reblandecer.

Debido a su elevado punto de reblandecimiento y su gran impermeabilidad la película de polietileno de alta densidad es muy utilizada para el envasado de platos preparados que requieren una cocción en el propio envase antes de su utilización (Heiss, 1970).

## 2.7. FUNDAMENTOS DE DESHIDRATACIÓN

El término secado se refiere a la eliminación de humedad en una sustancia, si bien cuando se refiere a productos alimenticios se suele hablar de deshidratación. La razón principal que se tiene para deshidratar los alimentos es la conservación de estos, ya que la actividad del agua se reduce a un nivel inferior en el cual son activos los microorganismos, pero también hay varios motivos, como lograr una disminución de su peso y volumen, con el fin de abaratar el transporte. (Guerrero, 1991).

Por deshidratación de alimentos queremos decir la eliminación casi completa del agua que contienen éstos, bajo condiciones de control que producirán sólo un mínimo de cambios o, idealmente, ningún cambio en las propiedades de los alimentos. Uno de los principales criterios por los que se juzga la calidad de los alimentos deshidratados exige que, cuando se les reconstituye mediante la adición de agua, sean muy parecidos o casi indistinguibles del material alimenticio original que se empleó en su elaboración. En la deshidratación de alimentos, el desafío tecnológico es especialmente grande, ya que los niveles muy bajos de humedad requeridos para la estabilidad máxima del producto no se obtienen fácilmente con un cambio en los materiales alimenticios. (Potters, 1978).

### 2.7.1. TEORÍA DEL DESHIDRATADO

La presión de vapor que ejerce la humedad contenida en un sólido húmedo o en una solución líquida depende de la naturaleza de la humedad del sólido y de la temperatura. Si un sólido húmedo se expone a una corriente continua de gas, con una presión dada del vapor, el sólido perderá humedad por evaporación o la ganará del gas, hasta que la presión del vapor de la humedad del sólido sea igual a la presión parcial del vapor en el gas. En este momento el sólido y el gas están en equilibrio.



Es importante definir ciertos términos que se utilizan para describir el contenido de agua en los alimentos así como su rol.

#### **2.7.1.1. ROL DEL AGUA EN LOS ALIMENTOS**

Según Vidal (1986), el agua tiene un papel esencial para la estructura y textura de los productos vegetales y animales de los cuales nos alimentamos, y su interacción con los constituyentes químicos de los alimentos se fundamentan, al menos en parte en el descenso de la disponibilidad de agua.

Según Cheftel (1980), el rol del agua dentro de los alimentos tiene que ver con su propiedad solvente. El agua es por encima de todo, un disolvente para los numerosos compuestos químicos que en un medio acuoso puede difundirse y reaccionar entre ellos; por otro lado, el agua también puede difundirse y participar en diversas reacciones, especialmente hidrolíticas. La mayoría de los alimentos pueden clasificarse como sólidos higroscópicos, puesto que en general pueden disolverse en el agua.

Para conocer el efecto del agua retenida por los alimentos higroscópicos sobre sus propiedades y su estabilidad, es necesario conocer la forma en que es retenida.

#### **2.7.1.2. CARÁCTER DEL AGUA EN LOS ALIMENTOS**

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

##### **2.7.1.2.1. AGUA ABSORBIDA Ó AGUA FUERTEMENTE LIGADA**

La adsorción consiste en la acumulación de moléculas de agua en la gran superficie del alimento, las que forman una capa monomolecular. Estas moléculas de

agua quedarán retenidas en la superficie gracias a la fuerza electrostática aportada por los grupos activos de las proteínas y carbohidratos.

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

#### **2.7.1.2.2. AGUA DÉBILMENTE LIGADA S**

Sobre la capa monomolecular y con una menor energía de ligazón se forma otras capas de moléculas de agua. La más alejada a los puntos activos estará retenida por fuerzas progresivamente más débiles. En este caso la presión de éste tipo de agua será mayor y será susceptible de ser eliminado por deshidratación.

#### **2.7.1.2.3. AGUA CAPILAR O AGUA DE LOS CAPILARES**

Esta es el agua que está retenida en la finísima red de espacios capilares extracelulares que se encuentran en el tejido de los alimentos de muchas especies. En estos finísimos capilares, según Kneule (1976) forma una película líquida cuyo espesor aumenta con la tensión parcial de vapor del agua.

#### **2.7.1.2.4. AGUA LIBRE**

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

Algunos autores como Cheftel y Cheftel (1980) sostienen que no hay diferencia fundamental entre el agua débilmente ligada y el agua considerada libre, cuya presión

de vapor es muy próxima en la del agua pura. Es interesante entonces, resaltar que el agua débilmente ligada y el agua libre son capaces de intercambiar entre sí rápidamente.

### 2.7.1.3. ACTIVIDAD DE AGUA

Cuando nos referimos a la disponibilidad del agua nos referimos a su capacidad para inducir reacciones, para disolver, para brindar condiciones de desarrollo de los microorganismos, etc. Una mayor o menor disponibilidad del agua en un alimento sólido puede ser explicado en función a su presión parcial de vapor (Hawthorn, 1983).

Scott (1937), demostró que esta disponibilidad del agua en los alimentos podía ser correlacionada con la propiedad termodinámica “Actividad de Agua”. Para el caso de un sólido húmedo, se define como el coeficiente entre la presión de vapor del agua en la superficie del sólido y la tensión del vapor del agua pura a la temperatura del sólido.

$$A_w = \frac{P}{P_o} / T$$

$A_w$  = Actividad del agua.

$P$  = Presión de vapor de agua en la superficie del sólido.

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

Algunos la definen también como la humedad relativa de equilibrio que se expresa como un porcentaje y es numéricamente igual a la actividad del agua multiplicada por 100.

$$A_w = \frac{\%HRE}{100}$$

Rockland y Nishi (1980) y Labuza (1980), sostienen que la  $A_w$  es un índice de gran utilidad para expresar la susceptibilidad de los alimentos a las diversas reacciones de deterioro como la oxidación de los lípidos, pardeamiento no enzimático, hidrólisis no enzimático, oxidación enzimática y desarrollo microbiano.

Boquet (1978) sostiene que en los sólidos higroscópicos la presión de vapor de agua en la interfase (presión en equilibrio) es menor que la presión de vapor de agua a la misma temperatura que el sólido. Es decir  $P > P_o$  por lo que el valor del coeficiente de actividad de agua será menor que 1.

#### **2.7.1.4. HUMEDAD EN EQUILIBRIO**

Se denomina humedad de equilibrio de un alimento higroscópico a la representación de la humedad de dicho alimento ( $\text{Kg H}_2\text{O}/\text{Kg Materia Seca}$ ) en función de la  $A_w$ , o lo que es equivalente en función de la humedad relativa del aire que rodea al alimento una vez alcanzada el equilibrio, a una temperatura constante. ( Núñez, 1996).

Un alimento está en equilibrio con su ambiente, cuando la pérdida de humedad desde el producto al medio ambiente es igual a la ganancia de humedad del producto desde éste mismo medio. El contenido de humedad del producto cuando está con la atmósfera que lo rodea se denomina “Contenido de humedad en equilibrio” o “Humedad higroscópica”

#### **2.7.1.5. HUMEDAD LIBRE**

Es el exceso de humedad sobre el contenido de humedad de equilibrio a cualquier temperatura y humedad dadas.

### 2.7.1.6. HUMEDAD RELATIVA

Se define como una relación entre la humedad de una muestra dada de aire y la humedad de aire saturado en las mismas condiciones de presión y temperatura. Se expresa normalmente en forma de porcentaje y se utiliza corrientemente como una medida de capacidad del aire para absorber agua durante la deshidratación, ya que el aire sólo puede aceptar aquella cantidad de agua que le falte para saturarse.

En la desecación con aire, la velocidad a que secará un producto depende de la humedad relativa cuando mayor es la cantidad de agua que hay en la corriente de aire, por lo tanto, menor la capacidad del aire para tomar agua adicional.

### 2.7.1.7. HUMEDAD ABSOLUTA

Es la masa de vapor de agua contenido en una masa dada de aire. por ello, las unidades de la humedad absoluta son (Kg. de humedad/Kg. de aire seco).

### 2.7.1.8. TRANSMISIÓN DE CALOR Y TRANSFERENCIA DE MASA

Cualquiera que sea el método de secado empleado, la deshidratación de un alimento consta de dos etapas:

- Transmisión de calor para suministrar el calor latente de vaporización necesario.
- Movimiento de agua o vapor de agua a través del producto y su alejamiento del mismo.

La eliminación de humedad ocurre por dos mecanismos físicos.

- *Difusión:* Se da en los niveles, desde el interior del alimento hasta la superficie, y luego desde la superficie hasta la corriente de aire.

- *Evaporación:* Se produce en la parte externa, consiste en el cambio de líquido a vapor para que pueda ser arrastrada por la corriente de aire. (Ordoñez, 1995).

Al deshidratar los alimentos, se procura obtener la velocidad máxima de secado, de manera que se hacen todos los esfuerzos posibles a fin de acelerar las velocidades de transmisión de calor y transferencia de masa. Para lograrlo, es importante hacer las siguientes consideraciones:

#### **2.7.1.8.1. ÁREA DE SUPERFICIE**

Generalmente, se subdivide el alimento a deshidratar en piezas pequeñas o capas delgadas, a fin de acelerar la transmisión de calor y la transferencia de masa. La subdivisión acelera el secado, porque una mayor área proporciona más superficie en contacto con el medio de calentamiento y más superficie desde la cual puede escapar humedad.

#### **2.7.1.8.2. TEMPERATURA**

Cuanto mayor sea la diferencia de temperatura entre el medio de calentamiento y el alimento, mayor será la velocidad de transmisión de calor. Cuando el medio de calentamiento es aire, mientras mayor sea la temperatura de éste, más humedad podrá absorber antes de saturarse (dependiendo del porcentaje de humedad inicial). Entonces, al elevar la temperatura del aire, su humedad de saturación aumenta y, por lo tanto, disminuye su porcentaje de humedad.

Por otro lado, hay que considerar que los componentes de los alimentos son sensibles al calor, por lo que no es conveniente elevar la temperatura del aire de secado a más de 80°C, ya que se altera el color y el sabor del producto (Treybal, 1973).

### **2.7.1.8.3. VELOCIDAD DEL AIRE**

El aire en movimiento absorbe el vapor de agua de la superficie del alimento, previniendo así la creación de una atmósfera saturada. La velocidad del aire actúa aumentando los coeficientes globales de transferencia de masa y calor, lo que disminuye el tiempo de secado en los alimentos.

### **2.7.1.8.4. SEQUEDAD DEL AIRE**

Cuando el aire es el medio de secado, cuanto más seco esté, mayor será la velocidad del proceso de deshidratación. El aire seco tiene el poder de absorber y retener la humedad. El aire húmedo está más cerca del punto de saturación y, por lo tanto, puede absorber y retener menos humedad adicional que si estuviese seco. La sequedad del aire también determina hasta qué punto se puede bajar el contenido de humedad del alimento mediante la deshidratación. Cada uno tiene su propia humedad relativa de equilibrio; ésta es la que contiene a una temperatura determinada en que ni entrega ni recoge humedad de la atmósfera.

La información de estas humedades en equilibrio con sus respectivas temperaturas se reúne en las isotermas de absorción de agua, las cuales además dependen del alimento. (Guerrero, 1991).

## **2.7.2. PERIODOS DEL SECADO**

### **2.7.2.1. PERIODO INICIAL (A - B)**

Periodo de calentamiento o estabilización de equilibrio; mientras el material se equilibra con las condiciones de secado; usualmente, la temperatura del sólido se incrementará durante este periodo y también la velocidad de secado. Este periodo rara

vez tiene importancia práctica; excepto bajo condiciones inusuales, por lo que sus efectos pueden ser ignorados.

### **2.7.2.2. PERIODO DE VELOCIDAD CONSTANTE (B - C)**

Habr  inicialmente exceso de humedad no ligada en la superficie del sólido húmedo y el transporte de la humedad a la superficie por fuerzas capilares o de encogimiento; por cada unidad de tiempo, se elimina la misma cantidad de agua por evaporación, y si las transferencias de calor por radiación y conducción son pequeñas, la temperatura del sólido húmedo será equilibrada a la temperatura del aire. La elevación de la temperatura por la transferencia de calor desde el aire hasta el sólido, es la diferencia entre la temperatura del bulbo seco y la del bulbo húmedo. La velocidad de secado es igual a la velocidad de transferencia de calor.

El punto crítico (Punto C), o contenido de humedad crítica, se ubica al final del periodo de velocidad constante, este periodo termina por que la velocidad con que el agua se difunde desde el interior hacia la superficie ya que no es igual a la velocidad con que se evapora desde la superficie, sino es menor, es decir, durante este periodo, la velocidad con que el agua se difunde desde el interior a la superficie, es la misma que la cantidad de agua que se evapora al aire.

Este periodo es de una corta duración comparada con el tiempo total de secado. Según Burgess (1979). Los factores que afectan el secado son los siguientes:

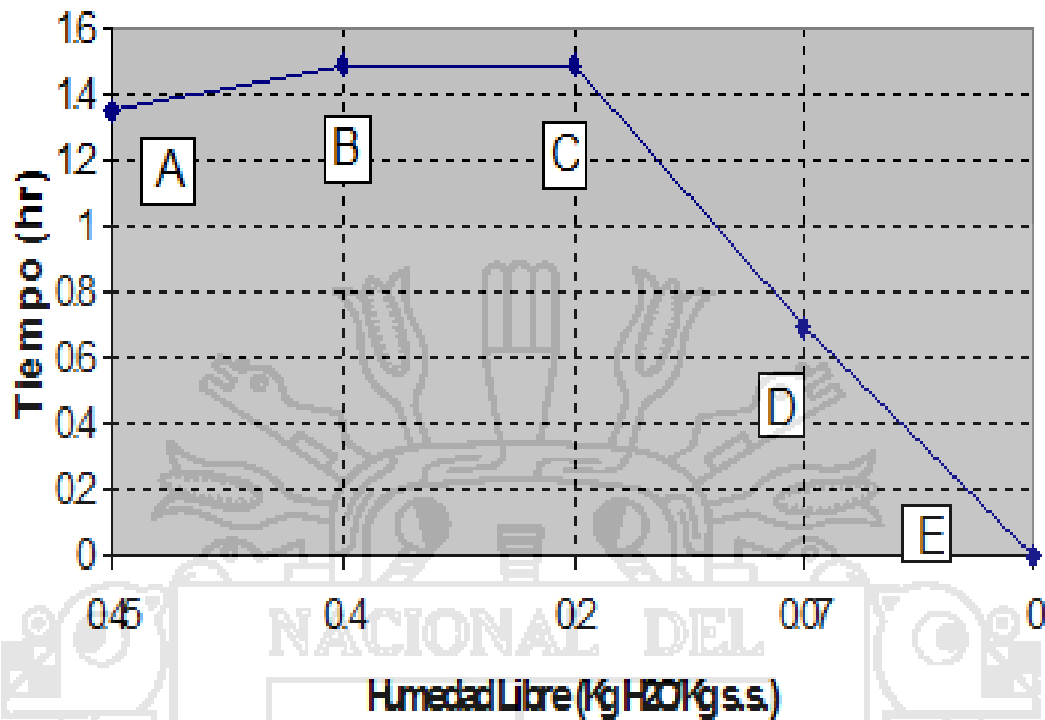
- Superficie de exposición al secado.
- Velocidad del aire de secado.
- Temperatura del aire.
- Humedad relativa del aire de desecación.



### 2.7.2.3. PERIODO A VELOCIDAD DECRECIENTE

Se inicia en el punto crítico (Punto C), al parecer, la humedad no puede ser transportada en forma suficiente desde el interior del sólido como para mantener la superficie saturada, y comenzarán a aparecer puntos o manchas secas. A partir de este instante, la velocidad de secado decrecerá continuamente, a medida que el proceso de secado continúa (C D E). Todos los mecanismos de movimiento de la humedad, discutidos previamente, pueden ser efectivos durante algunas etapas del periodo de secado a velocidad decreciente. Este periodo depende de los siguientes factores, según Burgess:

- Velocidad de secado (eliminación de humedad desde la superficie).
- La temperatura del material, que afecta a la velocidad con que el agua se mueve a través del material mediante difusión.
- El espesor de la pieza.
- El contenido acuoso inicial.
- El contenido graso.
- Estructura interna del material.



**FIGURA 1: Periodos de Secado**

## 2.8. SECADO SOLAR TÉCNICO

El uso de la radiación solar como medio portador del calor necesario para el deshidratado de alimentos no es algo novedoso, pues se viene utilizando a través del método de secado solar tradicional en el cual la energía por absorción y circulación de aire evapora la humedad en el ambiente secándose así el material (ITINTEC, 1976).

Sistematizando el uso de la radiación solar, mediante los llamados colectores solares para el calentamiento adecuado de cámaras en el cual se coloca el material a secar constituye una unidad de secado (Ponce, 1987).

## **2.8.1. COMPONENTES DE UN SECADOR SOLAR TÉCNICO**

Esencialmente se puede esquematizar los componentes de un secador solar técnico en: Sistema de calentamiento, de ventilación, cámara de secado, opcionalmente puede haber acumuladores o intercambiadores de calor.

### **2.8.1.1. SISTEMAS DE CALENTAMIENTO ENERGÍA SOLAR**

Esta es una fuente natural que llega a la tierra y puede aprovecharse para los procesos de secado de diversas maneras.

- A. Calentando el aire del ambiente en un colector solar de aire previo a la entrada de la cámara donde está el producto.
- B. Por absorción directa de la radiación por el producto. Esto puede hacerse como en el secado tradicional donde el producto se expone al sol o en capas transparentes tipo invernadero (Salas, 1996).

### **2.8.1.2. SISTEMAS DE VENTILACIÓN**

Como se ha dicho, el agua contenida en el producto se evapora, pero es necesaria una masa de aire que arrastre este vapor de agua al salir del producto. Se tiene dos tipos:

#### **2.8.1.2.1. CONVECCIÓN NATURAL**

Se basa no en la velocidad del viento sino que el aire caliente tiene menor densidad que el frío y tiende a subir y, por tanto, atravesará el producto (o pasará sobre él, según el diseño). Este tiraje también puede expresarse como una diferencia de presiones.

$$P = g \times h (\rho_f - \rho_i)$$

Donde:

$g = 9,8 \text{ m/s}$ .

$h$  = Diferencia de alturas.

$\rho_f$  = Presión final.

$\rho_i$  = Presión inicial.

### 2.8.1.2.2. CONVECCIÓN FORZADA

Es más usada cuando el material a secar es más voluminoso y se desea obtenerlo en el menor tiempo posible. Para asegurar un flujo importante de aire se realiza de acuerdo a 3 especificaciones:

- Capacidad de arrastre ( $\text{m}^3/\text{h}$ .)
- Presión del aire, geometría de la cámara y cantidad de producto a secar.
- Eficiencia del sistema.

### 2.8.1.3. CÁMARA DE SECADO

Es el lugar donde será instalado el producto a secar. Sus dimensiones están dadas de acuerdo a la cantidad de producto que se desee procesar.

## 2.8.2. SECADO SOLAR POR RADIACIÓN

Considerando una masa de agua que se evapora en contacto con el aire en movimiento y que además recibe radiación que incide sobre la superficie libre, si se mantienen condiciones de estado estacionario, el calor latente de evaporación será aportado por la transferencia hacia el líquido desde sus alrededores, es decir por la radiación y transporte convectivo

$$\lambda = nI + q \quad (1)$$

Dónde:

$\lambda$  = Calor latente de vaporización

$n$  = Densidad superficial de flujo de masa evaporativo

$I$  = Radiación neta que recibe la superficie

$q$  =  $h(T - T_{ag})$  aporte convectivo por unidad de superficie desde el aire

$T$  = Temperatura del aire

$T_{ag}$  = Temperatura en la interfase agua – aire

$h$  = Coeficiente convectivo global de la transferencia de calor

Con la introducción del potencial de evaporación dado por:

$$n = hm (p_{vs} - p_v)$$

$p_v$  = Expresión aproximada de la densidad de vapor  $\approx 0,622d p_v/p$

La hipótesis de igualdad de la presión de vapor en la superficie de agua alrededor de la temperatura del aire, dada por:

$$P_a(T_{ag}) = P_s(T) - \frac{dP_s}{dT} T(T - T_{ag})$$

$P_s(T)$  = Se supone igual a la presión de saturación del vapor de agua a la Temperatura

Dónde:

del aire.

Se llega a la ecuación de Penman, desarrollada en (3), que permite calcular la velocidad de evaporación de agua con radiación

$$N = K_1 [P_s(T) - P_v] + K_2 I \quad (2)$$

Dónde:

$K_1$  = Coeficiente de transporte, el calor latente, densidad del aire húmedo y la presión total del lugar, que actúan como parámetros.

La influencia de la velocidad del aire,  $V$ , se pone igualmente de manifiesto, a través de los coeficientes de transferencia, en la ecuación de Penman.

Por otro lado la ecuación fenomenológica que permite determinar de pérdida de agua bajo radiación surge a partir de la introducción de resistencias globales que dependen del contenido de agua en base seca,  $X$ ,  $Y$  que afectan tanto al potencial de presión ( $P_s - P_v$ ) como la radiación  $I$ . Consecuentemente, estas resistencias se indican con los subíndices  $p$  e  $i$  respectivamente:  $r_p(x)$  y  $r_i(x)$ .

$$n = \frac{I(P_s - P_v)v}{r_p(x)} + \frac{I}{r_i(x)} \quad (3)$$

## MEJORAS DEL MODELO

Dado en la ecuación (2)

$$K1 = h / \lambda (\Delta + \gamma)^2$$

$$\Delta = dP_s/dt \times T \quad \text{y} \quad \lambda = Ph / 0,622 \gamma Ph_m$$

Y como para determinar h puede usarse la analogía de Chilton y Colburn (2) entre las transferencias convectivas de calor y masa, lo que lleva en definitiva a que h es proporcional a una potencia de la velocidad distinta de la unidad, mientras que la relación entre h y  $h_m$ , está dada por:

$$h/h_m = pcpLc^{2/3}$$

Dónde:

$Lc = \sigma / D$  número de Lewis, resulta que  $K1 = K'1V^\sigma$  donde  $\sigma$  es un coeficiente que puede determinarse experimentalmente, lo mismo que  $k1$ .

Por su parte, el coeficiente  $K2$  resulta ser:

$$K2 = \Delta / \lambda (\Delta + \gamma)^2$$

De modo que no depende de la velocidad del aire.

Estas consideraciones, válidas para la evaporación del agua, permitieron reformular la ecuación fenomenológica del secado de la siguiente forma:

Por otro lado, como se verá, al buscar  $r_i(X)$  para el caso de pimientos, se encontró que no existía correlación salvo para las experiencias cuya velocidad del aire era de 1m/s, esto llevo a introducir en la ecuación (4) una dependencia potencial con la velocidad para el coeficiente  $K_2$ , como se hizo en  $K_2 = K_2V^\beta$ . En definitiva, el modelo mejorado de secado se describe mediante la siguiente formula:

$$mag = - \frac{m}{a} \frac{dx}{dt} = (V)(n) \frac{(mi)}{nm} \quad (4)$$

$I$  = radiación neta incidente sobre la superficie , w / m<sup>2</sup>

$K$  = Coeficiente De proporcionalidad , 1/s

$\lambda$  = Calor latente de vaporización del agua , j/kg

$m$  = Masa de aire humedo , Kg

$mag$  = Masa de agua Kg

$m_s$  = Masa seca de producto Kg

$n$  =  $-1/Adma/dt$  = Densidad de flujo de difusión del agua o velocidad de evaporación específica, Kg / (sm<sup>2</sup>) . Para el caso del secado,  $n$  debe remplazarse por  $- m_s 1/a dx/dt$

$P_s(Tag)$  = Presión de vapor del agua en la interfase

$P_s(T)$  = Presión de vapor de saturación del agua

$P_v$  = Presión parcial del vapor de agua en el aire húmedo

$q$  = Densidad de flujo del calor, w/m<sup>2</sup>

$r_i$  = Resistencia global interna para la transferencia de calor por radiación, (m/s) <sup>$\beta+2$</sup>

$r_p$  = Resistencia global interna para el potencial de evaporación (m/s)

$d$  =  $m/v$  = densidad del aire húmedo kg/m<sup>3</sup>

$t$  = Tiempo, s

$T$  = Temperatura Del bulbo seco del aire, K



$T_{ag}$  = Temperatura del agua en la interfase con el aire

$V$  = Velocidad del aire, m/s

$X$  = Contenido de agua en base seca, Kg / kg.

### **2.8.3. TIPOS DE SECADORES SOLARES**

#### **2.8.3.1. SECADORES SOLARES TÉCNICOS DIRECTOS**

El material a secarse es colocado en una cámara tipo invernadero, expuesto al sol con la protección de coberturas transparentes de vidrio o plástico.

#### **2.8.3.2. SECADORES SOLARES INDIRECTOS**

El aire es precalentado en un colector solar de aire y luego conducido a la cámara de secado. Adecuado a productos que no pueden ser expuestos a la radiación.

#### **2.8.3.3. SECADORES HÍBRIDOS**

Son aquellos que combinan el sistema de calentamiento directo, indirecto mixto, con energía solar o con algún otro sistema reduciendo el uso de energía convencional en algún porcentaje (ITINTEC, 1984).

### **2.9. CONDICIONES CLIMÁTICAS PARA EL SECADO**

La sierra peruana, así como toda la región de montañas altas a lo largo de la Cordillera de los Andes, tiene características propias tanto en su topografía como en su clima, lo que determina un ambiente de particular importancia y que debe ser estudiado con miras a aprovecharlas para beneficio de la humanidad.

Entre las características meteorológicas destacan: la gran fluctuación de temperatura, la baja presión atmosférica, baja humedad relativa, vientos fríos y secos, alta intensidad de

radiación solar, baja contaminación ambiental, y otras muchas que pueden ser utilizadas con miras a su aprovechamiento en la deshidratación de alimentos (Evans, 1973).

El Perú al encontrarse entre los paralelos  $0^{\circ} 08'$  Latitud Norte y  $18^{\circ} 13'$  Latitud Sur, dispone de energía solar con poca variación anual, en comparación con latitudes medias y altas. Los valores extremos de radiación solar incidente en el país son, en promedio de 1000 y 600 calorías - gramo por centímetro cuadrado día durante los meses de Verano e Invierno, respectivamente; esto es, ignorando la presencia de capa atmosférica. Esta poca variación se atribuye al hecho que en estas latitudes los rayos solares son casi perpendiculares a la superficie terrestre durante todo el año, dando lugar a una máxima incidencia de la radiación solar por unidad de área y tiempo (Vidalon y Tellez, 1975).

La cantidad de radiación transmitida por la atmósfera es menor si mayor es la concentración de ozono, vapor de agua, bióxido de carbono y aerosoles en la atmósfera. La concentración y cantidad de los tres últimos disminuyen con la altitud; por esta razón en el Perú, debido a su orografía, la radiación solar incidente aumenta considerablemente en la sierra Peruana. Esta región se encuentra principalmente entre 2000 y 3500 metros de altitud y ocupa un 30% del territorio nacional. En la Sierra y Ceja de Selva, la nubosidad es mínima o nula en el invierno, como también la cantidad de vapor de agua es muy pequeña. De este modo la radiación solar incidente es considerable, equilibrando en parte la disminución de la radiación solar incidente de Verano a Invierno. Además las nubes predominantes en la Sierra y Selva son de corta vida durante el Verano, lo cual no disminuye mucho la radiación incidente sobre la superficie (Vidalon, 1975).

## 2.10. MARCO CONCEPTUAL

- **Proteína.** Compuesto químico constituido por aminoácidos unidos covalentemente a través de uniones peptídicas. Las proteínas cumplen muchas funciones biológicas, desde las meramente estructurales a las más variadas actividades: enzimática, transportadora, de defensa, etc.
- **Desnaturalización.** Adición de sustancias tóxicas, colorantes, o de olor desagradable a determinados productos de posible aplicación industrial, con objeto de hacerlos inaptos para el consumo humano o animal. Bioquímicamente es la modificación estructural de un biopolímero, debida a un cambio en las condiciones físicas o químicas del medio y que conduce a la pérdida de su actividad biológica.
- **Oxidación.** Reacción de un elemento o sustancia con oxígeno, reacción química en la que un átomo o ión pierde uno o más electrones o disminuye su densidad electrónica por desplazamiento de los mismos. Todo proceso de oxidación es simultáneo a uno de reducción.
- **Presión de Vapor.** Presión ejercida por un vapor en equilibrio con el líquido o el sólido puro que lo genera. Es una medida de la tendencia del líquido o sólido a vaporizarse, y también recibe el nombre de presión de saturación.
- **Presión Osmótica.** Presión necesaria para evitar la difusión de un disolvente a través de una membrana semipermeable en un proceso de ósmosis. Corresponde a la diferencia de presión entre ambos lados de la membrana cuando el sistema alcanza el equilibrio.

- **Enzima.** Cada una de las macromoléculas de naturaleza proteica que catalizan de forma específica reacciones bioquímicas muy variadas.
- **Entropía.** Magnitud de estado en un sistema termodinámico, cuya variación en un proceso diferencial reversible es igual al calor absorbido del entorno, dividido por la temperatura absoluta del sistema. En las transformaciones reales (procesos irreversibles) la entropía aumenta constantemente.
- **Entalpía.** Suma de la energía interna de un sistema y el producto de su volumen por la presión. Si la presión es constante, la variación de entalpía mide el intercambio de calor entre el sistema y el medio que lo rodea.
- **Reacción Química.** Acción recíproca entre dos o más sustancias, o transformación de una sustancia por agentes externos, para dar lugar a otra u otras sustancias producto diferente de las primitivas.
- **Humedad Relativa.** Razón entre la presión parcial del vapor de agua en un aire húmedo y la presión de vapor del agua, a la misma temperatura. Indica el grado de saturación del aire.
- **Humedad Absoluta.** Cantidad de vapor de agua que contiene un aire húmedo, habitualmente expresada en kilogramos de vapor de agua por kilogramo de aire seco.
- **Adiabático.** Proceso reversible que se desarrolla sin intercambio de calor con el exterior.
- **Adsorción.** Fenómeno de naturaleza física o química por el que las moléculas de un fluido que inciden sobre una superficie sólida quedan

retenidas sobre la misma un determinado tiempo, produciendo un aumento de su concentración relativa en ella.

- **Aditivo.** Sustancia que, añadida a otras en pequeñas cantidades, modifica sus propiedades físicas o químicas.
- **Agua Blanda.** Agua que contiene cantidades muy pequeñas de sales cálcicas y magnésicas en disolución.
- **Agua de Constitución.** Agua que es parte integrante de un compuesto y que no puede eliminarse sin provocar la descomposición de éste.
- **Agua Potable.** Agua cuyo escaso contenido en contaminantes químicos y bacteriológicos la hace satisfactoria para uso doméstico y bebida.
- **Presión.** Fuerza normal a una superficie, que actúa uniformemente sobre ella y referida a la unidad de la misma.
- **Presión Atmosférica.** Fuerza por unidad de superficie horizontal ejercida por la atmósfera en virtud de su propio peso. Numéricamente es igual al peso de una columna vertical de aire, de base unidad, que se extiende hasta el límite superior de la atmósfera. La denominada presión atmosférica normal es el promedio de los valores que toma la presión atmosférica junto al suelo, al nivel del mar; a 15 °C y 45° de latitud es igual a 760 mm de mercurio.
- **Presión de Vapor.** Presión ejercida por un vapor en equilibrio con el líquido o el sólido puro que lo genera. Es una medida de la tendencia del líquido o sólido a vaporizarse, y también recibe el nombre de presión de saturación.

- **Presión Osmótica.** Presión necesaria para evitar la difusión de un disolvente a través de una membrana semipermeable en un proceso de ósmosis. Corresponde a la diferencia de presión entre ambos lados de la membrana cuando el sistema alcanza el equilibrio.
- **Polietileno.** Homopolímero del etileno, el material plástico de mayor consumo. Es una resina termoplástica, translúcida, tenaz y químicamente resistente.
- **Absorbente.** Sustancia sólida o líquida con acentuada capacidad de absorción para determinados componentes.
- **Radiación.** Energía que se propaga en el espacio. Por extensión, partículas atómicas.
- **Convección.** Transporte de una o varias propiedades extensivas (cantidad de movimiento, energía y materia) en un fluido asociado al movimiento de éste. Puede ser natural (debida a una diferencia de densidades entre distintas partes de un fluido) o forzada (provocada por aporte de energía mediante una máquina).
- **Calor Latente.** Calor absorbido o desprendido por la unidad de masa de una sustancia durante un cambio de fase o de estado a temperatura y presión constantes.
- **Calor Específico.** Cantidad de calor que, absorbido en condiciones bien definidas por una unidad de masa de un cuerpo homogéneo, eleva en un grado su temperatura termodinámica. Durante este proceso no tienen lugar cambios de fase ni químicos.

- **Capilaridad.** Fenómeno según el cual la superficie de un líquido en contacto con un sólido se eleva o deprime debido a la fuerza resultante de atracciones entre las moléculas del líquido (cohesión) y las de éste con las del sólido (adhesión).
- **Caloría.** Unidad de energía que se emplea en termodinámica. Cantidad de calor necesaria para elevar la temperatura de un gramo de agua en un grado centígrado.
- **Anemómetro.** Instrumento para la medida de las velocidades de los gases. Instrumento utilizado para la medida de la velocidad del viento.
- **Estabilidad.** Condición de un cuerpo o de un sistema que recupera la situación inicial al ser sometido a una pequeña perturbación.
- **Estado Líquido.** Estado de la materia en el que la relativa libertad de movimiento de las moléculas permite que las sustancias puedan fluir al someterlas a esfuerzos rasantes muy reducidos, tomando la forma del recipiente que las contiene. No pueden expandirse ilimitadamente, por lo que suelen presentar una superficie límite con la fase gaseosa.
- **Absorbancia.** Atenuación de la intensidad de la energía radiante al atravesar un medio material que la absorbe.
- **Absorbente.** Sustancia sólida o líquida con acentuada capacidad de absorción para determinados componentes.
- **Bactericida.** Agente que mata las bacterias.
- **Balance de Energía.** Aplicación de la ecuación de conservación de la energía a un sistema determinado.
- **Fermentación.** Aplícase al proceso metabólico de escisión de compuestos orgánicos, producido por microorganismos o sistemas enzimáticos, que

procede en ausencia de oxígeno molecular y en presencia de agentes oxidantes.

- **Lumen.** Unidad del Sistema Internacional de unidades, de símb. lm. Es el flujo luminoso emitido en un ángulo sólido de un estereorradián por una fuente puntual uniforme que tenga la intensidad luminosa de una candela.
- **Luminancia.** Flujo luminoso en una dirección determinada por unidad de ángulo sólido y por unidad de área proyectada de la superficie radiante sobre el plano normal a la dirección de radiación. Se mide en candelas por metro cuadrado.
- **Luminosidad.** Energía total que emite un astro por unidad de tiempo. Atributo de la sensación visual que permite apreciar si una superficie emite más o menos luz.
- **Luz.** Radiación electromagnética correspondiente al espectro visible cuyas longitudes de onda están comprendidas aproximadamente entre 400 y 700 nm.
- **Panel Solar.** Conjunto de células solares que transforman la energía solar en energía eléctrica.



### III. MATERIALES Y METODOS

#### 3.1. MATERIALES Y EQUIPOS

##### 3.1.1. EQUIPOS Y MATERIALES UTILIZADOS

- Balanza de precisión: SAUTER, tipo 414, precisión 10 mg. Capacidad máxima 200 gr. Alemana.
- Balanza: Marca SOEHNLE tipo 120300/10 kg.
- Cocina a gas propano de 2 hornillas.
- Digestor de proteínas: Marca Labot Laboratorio de Química serie 112 -113
- Estufa: Marca Labot N° 13 - 13671 de 0 °C a 300 °C.
- Equipo Soxhlet: Laboratorio de Química
- Mufla Marca Labot modelo 6p - ASI0, N° 412422 de temperatura de 0° a 1000°C.
- Potenciómetro: Model 106 pH. Pocket Meter.
- Termómetro: Marca FISHER SCIENTIFIC de 0°C - 250°C.
- Anemómetro (8 Turbo – Meter): Marca Wind Speed de Davis Instrument
- Deshidratador Solar: Modelo ITINTEC
- Psicrometro DE Pelo, marca Precisiones
- Vernier Marca Caliper 125 x 0.05 mm
- Cutre marca: Maquinsa

##### 3.1.2. MATERIAL DE VIDRIO

- Matraz: Marca Duran capacidad 100 ml.
- Probeta MBL Moramber capacidad 50 cm<sup>3</sup>
- Placas petri
- Tubos de ensayo
- Vaso precipitado: Marca Pirex capacidad 250 ml.

- Frascos de vidrio de capacidad 250 grs. Aprox.

### 3.1.3. OTROS ACCESORIOS

- Bandejas de plástico
- Bandejas metálicas
- Regla de 30 cm
- Cuchillo de acero inoxidable
- Caja térmica.

### 3.2. LUGARES DE EJECUCION:

El trabajo de investigación se llevó a cabo entre los meses de Marzo a abril del año 2002; en los siguientes lugares.

- Empresa AGAPEL, Empresa Ganadera Pesquera Laureano SCRLtda. Planta Piloto Acora, Puno.
- Análisis Químicos, Laboratorio de la U.N.A.- Puno Facultad de Ciencias Agrarias.
- Análisis Microbiológicos, Laboratorio de la U.N.A – Puno ,Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia.
- Pruebas de degustación, se realizaron en la Facultad de Ciencias Biológicas, área de Pesquería de la UNA – Puno.

### 3.3. TAMAÑO DE MUESTRA

El tamaño de muestra fue calculado por la siguiente fórmula:

$$N = \frac{Z^2P(P - 1)}{E} \times 100$$

Dónde:

N = tamaños de muestra.

Z = límite de confianza.

P = probabilidad.

E = error.

$$N = \frac{(1.96)^2(0.05)(0.095)}{0.5} \times 100$$

$$N = 34.56 = 35$$

Entonces la relación muestra fue de 35 peces por tratamiento en cuanto a espesor. Siendo por total 105 especies que tuvieron un peso promedio de 27.8 Kg en total.

### **3.4. METODO DE PROCESAMIENTO**

#### **3.4.1. RECEPCION DE MATERIA PRIMA:**

La Trucha fue adquirida de las jaulas flotantes (trucha de cultivo), ubicados frente al Desembarcadero Barco – Chucuito en estado fresco, se realizó exámenes organolépticos empleando la tabla de evaluación organoléptica específica para trucha (Anexo N° 01).

#### **3.4.2. LAVADO, DESCAMADO, EVISCERADO Y FILETEADO:**

Una vez el producto en planta, se procedió a preservarlo en cremolada a fin de alargar el rigor mortis, posteriormente se eliminó la cabeza, vísceras y se procedió a despellejar lavando con abundante agua a modo de eliminar sangre, mucosidad y restos de impurezas; obteniendo pulpa la misma que se llevó a múltiples lavados con agua potable fría.

### 3.4.3. MOLIENDA

La molienda se realizó en un Cúter, a una velocidad no menor de 50 r.p.m. En la cual se le adiciono hielo picado con la finalidad de evitar la desnaturalización de las proteínas. Una vez obtenida la pasta, con la ayuda de un sedazo se procedió a eliminar el exceso de humedad

### 3.4.4. MEZCLADO

Obtenida la pasta se colocó en un recipiente donde se le adiciono salsa de soya (shoyu), azúcar, sal, glutamato monosodico y aceite, mezclandose hasta obtener uniformidad en cuanto a textura, color y apariencia.

### 3.4.5. MACERADO

Obtenida la pasta homogénea se procedió a dejar macerar a diferentes tiempos y concentraciones, a condiciones medio ambientales.

#### Variable – Objetivo 1

**Objetivo:** Determinar el porcentaje adecuado de salsa de shoyu a diferentes tiempo.

#### Variables:

- I1 = 10 % Salsa shoyu x 60 minutos
- I2 = 12 % Salsa shoyu x 50 minutos
- I3 = 15 % Salsa shoyu x 40 minutos

### 3.4.6. EMBANDEJADO

La pasta obtenida se colocó en bandejas donde se evaluó el espesor con el vernier y la densidad de carga (Balanza de precisión).

#### Variable – Objetivo 2

**Objetivo:** Determinar el espesor adecuado, así como la densidad de carga .

**Variables:**

ESPESOR	DENSIDAD DE CARGA			3.4.7. DESHIDRATACIÓN
	D1 = 90 %	D2 = 70 %	D3 = 50 %	
E1 = 7 mm	Experimento 9	Experimento 6	Experimento 3	La deshidratación se llevó a cabo en un
E2 = 5 mm	Experimento 8	Experimento 5	Experimento 2	
E3 = 3 mm	Experimento 7	Experimento 4	Experimento 1	

deshidratador horizontal y/o secador solar por radiación solar y convección natural modelo ITINTEC. Se anotaron registros, en promedio a cada hora siendo estos:

- Humedad relativa con un Psicrómetro de pelo a la entrada y salida del secador
- Temperaturas con una termocupla digital y termómetro de bulbo
- Velocidad del viento con un anemómetro digital

La fórmula a emplear será

$$m_{ag} = - \frac{m}{a} \frac{dx}{dt} = (V)(n) \frac{(m_i)}{nm}$$

m= Masa de aire humedo, Kg

m<sub>ag</sub>= Masa de agua Kg

m<sub>s</sub> = Masa seca de producto Kg

n =  $-1/Ad_{ma}/dt$  = Densidad de flujo de difusión del agua o velocidad de evaporación específica, Kg / (sm<sup>2</sup>) . Para el caso del secado, n debe remplazarse por  $- m_s 1/a dx/dt$

$d = m/v =$  densidad del aire húmedo  $kg/m^3$

$t =$  Tiempo, s

$T =$  Temperatura Del bulbo seco del aire, K

$T_{ag} =$  Temperatura del agua en la interfase con el aire

$V =$  Velocidad del aire, m/s

$X =$  Contenido de agua en base seca, Kg / kg.

Formula detallada en el marco teórico, el que nos permitirá validar los parámetros que se quiere obtener los que posteriormente serán llevados a tablas para sus respectivos cálculos, el que se determinará a nivel de los resultados.

**Variable – Objetivo 3**

**Objetivo:** Determinar el tiempo de deshidratado

**Variables:**

<b>Temperatura 50 ° C</b>		<b>Humedad Relativa</b>	
<b>(fluctuación térmica de +/- 20°C)</b>		<b>Inicial - Final</b>	
• T1 = ? Hrs	• T6 = ? Hrs	• Hr 1 = ?	
• T2 = ? Hrs	• T7 = ? Hrs	• Hr 2 = ?	
• T3 = ? Hrs	• T8 = ? Hrs		
• T4 = ? Hrs	• T9 = ? Hrs		
• T5 = ? Hrs			

**3.4.8. ENFRIADO**

Obtenido el producto deshidratado se procedió a retirar del secador para que se enfríe, al medio ambiente.

Se seleccionó la mejor variable en cuanto a tiempo de deshidratado a la que se le adicionó aditivos Sorbato de Potasio (0.1%) como conservador y Ácido Ascórbico (0.02%) como antioxidantes.

#### **3.4.9. MOLTURACION**

Enfriado el producto, para que tenga granulometría homogénea, la pasta deshidratada se colocó en un mortero con la finalidad de pulverizar.

#### **3.4.10. EMPACADO**

El producto molido se procedió a empacar en bolsas nylon-polietileno en una cantidad de 200 grs. Aproximadamente

#### **PRUEBA FINAL**

Con los resultados de los experimentos N° 01, 02, 03 se realizó una prueba final para evaluar la estabilidad del producto envasado, a dos condiciones de almacenamiento temperatura ambiente y temperatura de refrigeración.

#### **3.4.11. ALMACENAMIENTO**

Con fines de evaluar la estabilidad, el producto fue almacenado al medio ambiente y refrigeración para ser evaluados a diferentes tiempos de almacenamiento

**Variable – Objetivo 4**

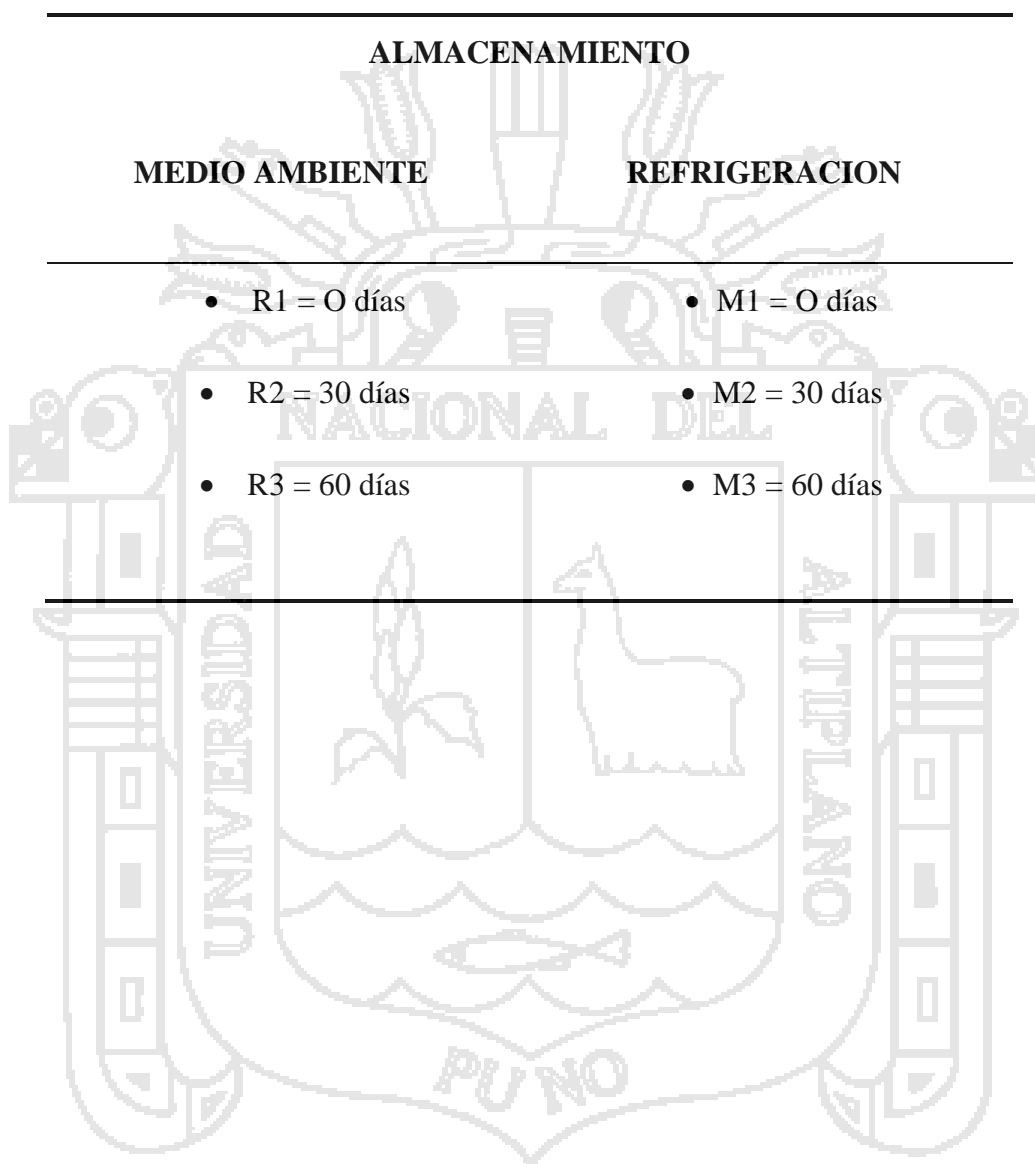
**Objetivo:** Evaluar la estabilidad organoléptica, química y microbiológica del producto almacenado al medio ambiente (15 – 20°C) y en refrigeración (3 – 5 °C).

**Variables:**

---

ALMACENAMIENTO	
MEDIO AMBIENTE	REFRIGERACION
<ul style="list-style-type: none"><li>• R1 = 0 días</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• M1 = 0 días</li></ul>
<ul style="list-style-type: none"><li>• R2 = 30 días</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• M2 = 30 días</li></ul>
<ul style="list-style-type: none"><li>• R3 = 60 días</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• M3 = 60 días</li></ul>

---





### 3.5. FLUJO DE PROCESAMIENTO

En la figura 2 se muestra el flujo grama que se siguió en esta investigación la cual se realizó el proceso de pasta de trucha (*Oncorynchus mykiss*) en presentación de sopa instantánea.

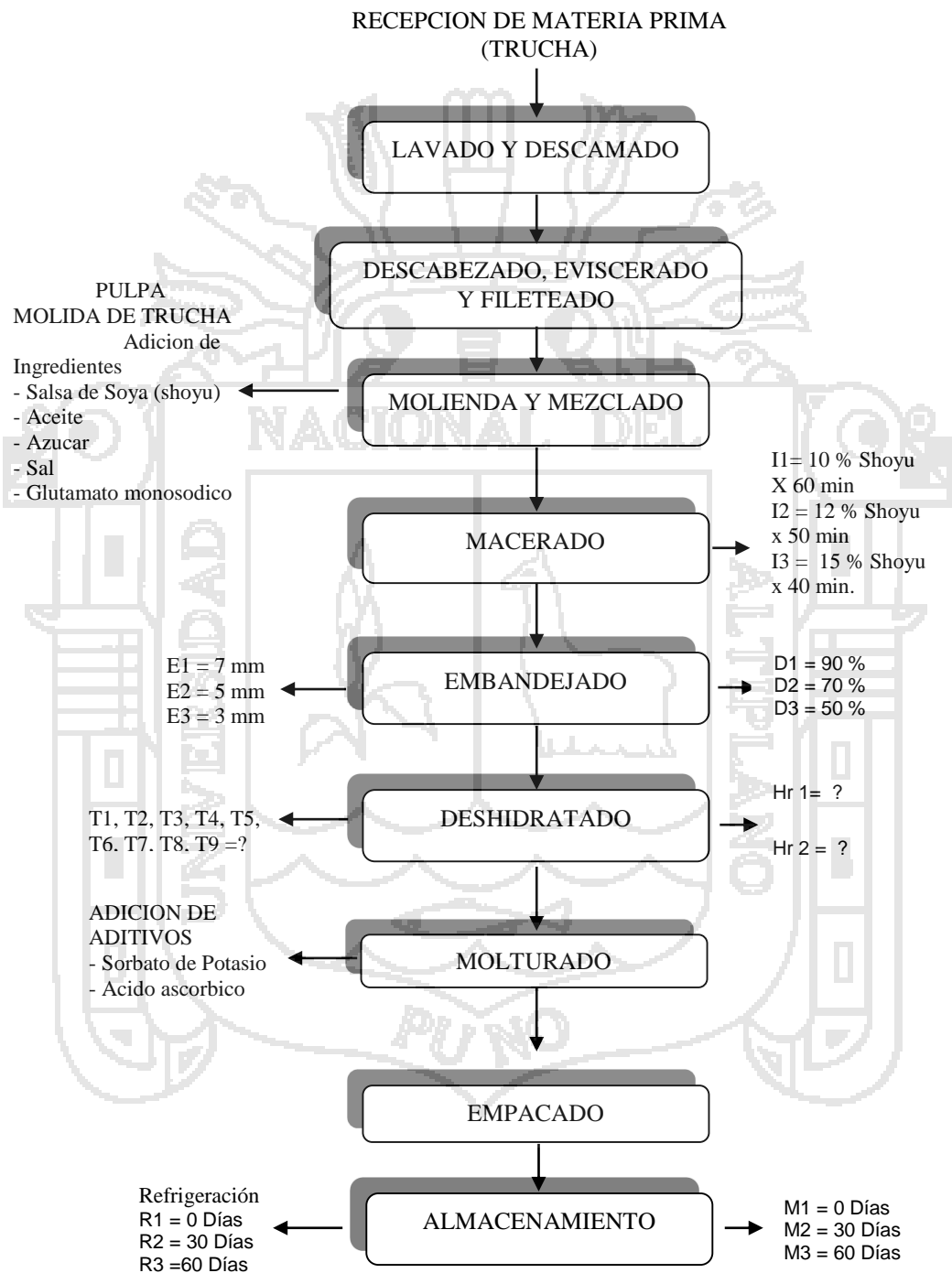


Fig. 2: Proceso de pasta de trucha (*Oncorynchus mykiss*) en presentación de sopa instantánea.

En la figura 3 se muestra el flujo drama que se siguió en esta investigación la cual se realizó el proceso de pasta de trucha (*Oncorynchus mykiss*) en presentación de sopa instantánea.

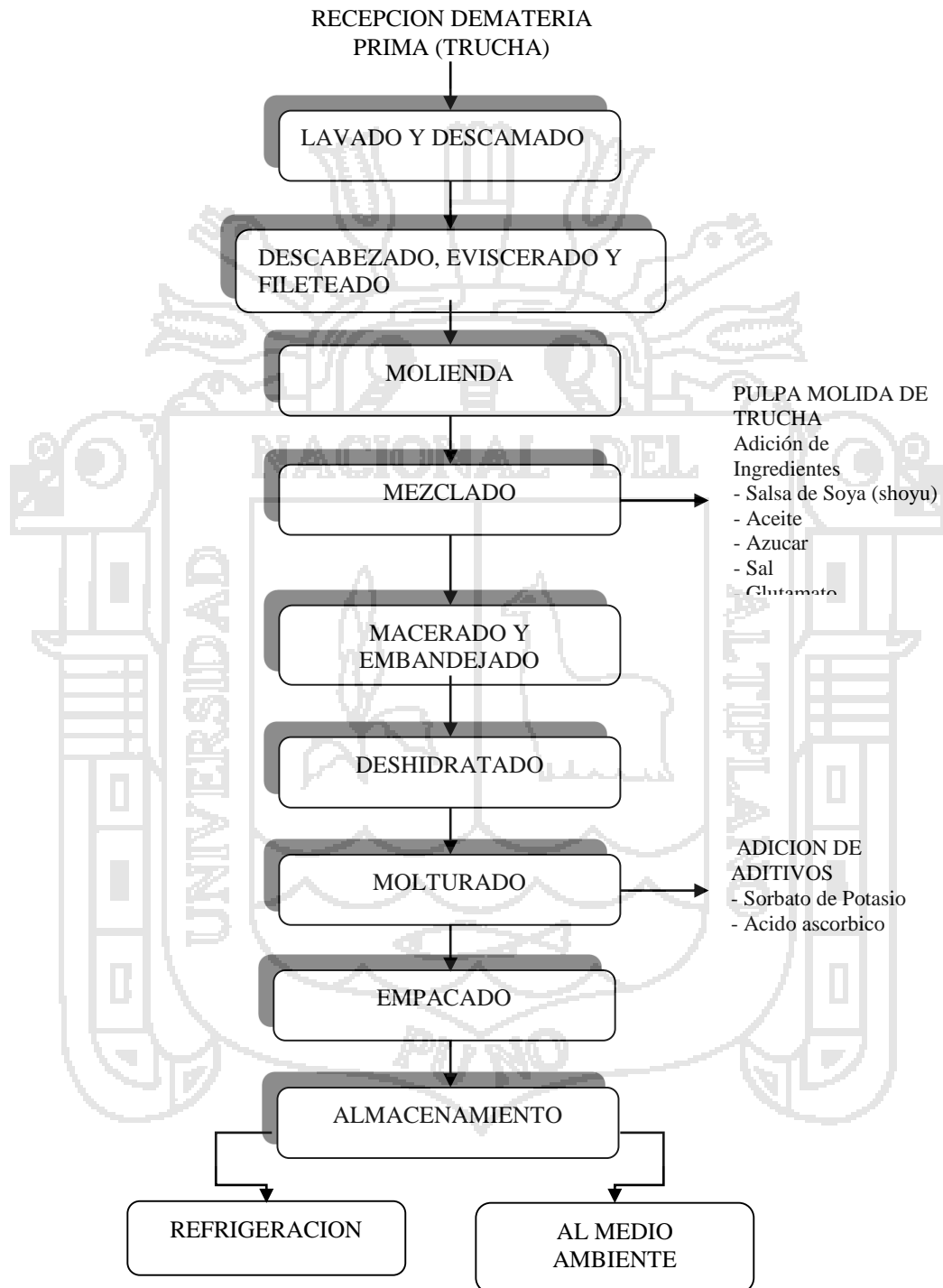


Fig. 3: Proceso de pasta de trucha (*Oncorynchus mykiss*) en presentación de sopa instantánea.

### **3.6. METODOS ANALITICOS**

#### **3.6.1. DE LA MATERIA PRIMA**

##### **3.6.1.1. CARACTERÍSTICAS FÍSICAS**

La materia prima Trucha Arco Iris (*Oncorhynchus mykiss*), se le determinó las medidas biométricas de longitud (cm) y peso (gr), con la finalidad de obtener los rendimientos respectivos y efectuar el balance de materia del producto final.

##### **3.6.1.2. CARACTERÍSTICAS ORGANOLÉPTICAS**

El grado de frescura, fue evaluado mediante, la tabla de evaluación físico-organoléptica para trucha fresca de cultivo (Anexo N° 01).

##### **3.6.1.3. ANÁLISIS DE MADUREZ SEXUAL**

El grado de madurez sexual de la trucha fue determinado con la escala internacional de Maier, para especies dulceacuicolas, Por Raenz (1976) (Anexo N° 02)

##### **3.6.1.4. ANÁLISIS DE COMPOSICIÓN QUÍMICA PRÓXIMAL**

Los métodos utilizados fueron los recomendados por la A.O.A.C.(1980),

- Proteína bruta: Mediante el método semimicro Kjeldahl, utilizando el factor 6.25.
- Ceniza: Por calcinación de la muestra en una mufla a 600 °C.
- Grasa total. Se empleó el método de Soxhlet, utilizando hexano como solvente.
- Humedad. Por diferencia de peso, secando la muestra hasta obtener un peso más o menos constante.

### **3.6.1.5. ANÁLISIS MICROBIOLÓGICOS**

Los análisis microbiológicos se realizaron en base a lo recomendado por Cleiba (1984)

- Determinación de gérmenes viables (NMP), Utilizando el medio Plate Count Agar.
- Numeración de coliformes totales, utilizando el medio de caldo lactosado.
- Numeración de hongos y levaduras, utilizando el medio agar saboraud.

### **3.6.2. DEL PRODUCTO FINAL**

Obtenido el producto final se procedió a realizar los siguientes análisis:

#### **3.6.2.1. ANÁLISIS ORGANOLÉPTICO (PRUEBA DE CALIFICACIÓN)**

Fue evaluado por 10 panelistas que conformaban el panel de degustación, utilizando la tabla de evaluación organoléptica (anexo N° 03)

#### **3.6.2.2. ANÁLISIS DE COMPOSICIÓN QUÍMICA PRÓXIMAL**

Al igual que la materia prima, se realizó el análisis de composición química proximal en el producto final

#### **3.6.2.3. ANÁLISIS MICROBIOLÓGICOS**

Al igual que la materia prima, se realizaron el análisis microbiológico en el producto final

### **3.6.3. ESTABILIDAD DEL PRODUCTO FINAL**

Para determinar la estabilidad del producto final, se realizaron análisis a los 0, 30 y 60 días de su almacenamiento siendo los siguientes:

#### **3.6.3.1. ANÁLISIS DE ESTABILIDAD ORGANOLÉPTICA**

Para evaluar la estabilidad organoléptica se realizó utilizando la tabla para evaluación físico organoléptica (anexo N° 03)

#### **3.6.3.2. ANÁLISIS QUÍMICOS**

Fueron los análisis siguientes:

- Determinación de proteína, ceniza, grasa y humedad, de acuerdo con los métodos recomendados por la A.O.A.C.
- Determinación de Bases Volátiles Nitrogenadas.

#### **3.6.3.3. ANÁLISIS MICROBIOLÓGICOS**

Fueron los análisis siguientes:

- Determinación de gérmenes viables (NMP), Utilizando el medio Plate Count Agar.
- Numeración de coliformes totales, utilizando el medio de caldo lactosado.
- Numeración de hongos y levaduras, utilizando el medio agar saboraud.

### 3.7. EVALUACION SENSORIAL DE LA CALIDAD

#### 3.7.1. PRUEBA DE PREFERENCIA

Esta prueba fue realizada por un panel de degustación conformado por 10 personas no especializadas, para establecer preferencia por los productos en evaluación.

Cada uno de los panelistas manifestó por escrito su preferencia, conforme se muestra en el anexo N° 04.

Los datos de preferencia para cada uno de los productos fueron procesado estadísticamente mediante una prueba binomial de 2 colas para un  $\alpha = 0.05$

#### 3.7.2. PRUEBA DE ACEPTABILIDAD

Esta prueba fue realizada con la participación de un panel de degustación conformado por 10 panelistas no entrenados, constituidos por alumnos de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional del Altiplano.

Antes de realizar la prueba, se les explicó el procedimiento así como las características del producto. La aceptabilidad fue evaluada mediante la prueba hedónica de 5 puntos, con la siguiente asignación de puntaje.

**Tabla 3: PRUEBA HEDONICA - SISTEMA DE PUNTUACIÓN**

CALIFICACIÓN	PUNTAJE
Excelente	5
Muy bueno	4
Bueno	3
Regular	2
Malo	1

La ficha utilizada para esta prueba se incluye en el anexo N° 05.

Los resultados obtenidos fueron analizados mediante la prueba estadística "t"

$t_t$  = tablas

$$tc = \frac{x - U_0}{\frac{S}{\sqrt{n}}}$$

$x$  = Promedio calculado a partir de la muestra

$U_0$  = Media conocida

$S$  = Desviación Standar, calculado a partir de la muestra

$n$  = Número total de observaciones

El método estadístico utilizado consideró un nivel de significancia de 5 % igual a un  $\alpha = 0,05$ , con un rango de 95 % de seguridad. Si el valor "t" calculado ( $t_c$ ) de la formula anterior, es mayor que el valor "t" hallado en la tabla estadística ( $t_t$ ), se acepta la hipótesis alterna, rechazando la hipótesis planteada.

### 3.8. BALANCE DE MATERIA

Para el experimento con mejores características (Experimento N° 04), el cual fue seleccionado se calcularán los rendimientos correspondientes, conforme avanza el proceso. De tal manera, que al final se logró estimar el rendimiento de materia prima convertida en polvo lista para ser envasada. Expresada en Porcentaje.

### 3.9. ESTIMACION DE COSTOS

Con los datos obtenidos mediante el balance de materia se procedió a estimar el costo de este producto (pasta deshidratada de trucha en presentación de sopa instantánea). La estructura de costos utilizada tomo en cuenta los costos que incurrian en la producción de este, tales como: materia prima, mano de obra, insumos, envases de policel, consumo de energía y de agua.

En la figura 4 se muestra el flujo grama que se siguió en esta investigación la cual se realizó el balance de materia prima en el proceso de pasta de trucha (*Oncorhynchus mykiss*) en presentación de sopa instantánea.

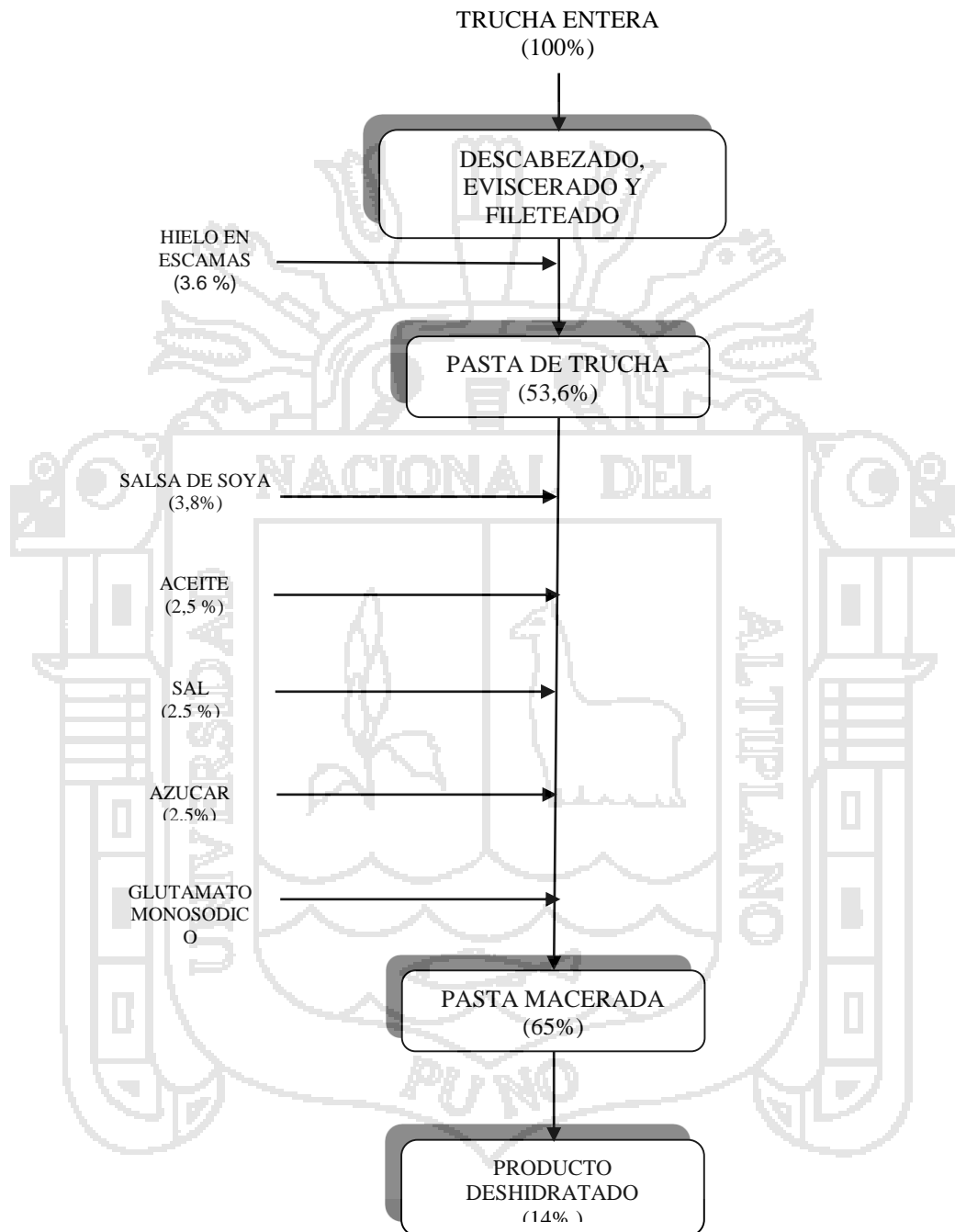


Fig. 4: Balance de materia prima del proceso de pasta de trucha (*Oncorhynchus mykiss*) en presentación de sopa instantánea.



## IV. RESULTADOS Y DISCUSION

### 4.1. DE LA MATERIA PRIMA

#### 4.1.1. CARACTERISTICAS FISICAS

Para determinar tamaño y peso se tomaron 35 ejemplares al azar obteniendo los siguientes resultados presentados en el cuadro que a continuación se detalla.

**Tabla 4. DETERMINACION DE CARACTERISTICAS FISICAS EN TRUCHA FRESCA**

TAMAÑO	PESO
Longitud total 30 cm	250 grs

Cuadro muestra el tamaño y peso promedio que presentan los ejemplares empleados los mismos que se encuentran dentro de la talla comercial.

#### 4.1.2. CARACTERISTICAS ORGANOLEPTICAS

Para este análisis se emplearon 35 ejemplares, tomando muestras al azar, los resultados obtenidos son presentados en la Tabla 4.

**Tabla 5. ANALISIS ORGANOLEPTICO DE TRUCHA ARCO IRIS**

EVALUACION	PUNTAJE
Superficie	4,0 puntos
Ojos	3,0 puntos
Branquias	4,0 puntos
Cavidad abdominal	4,0 puntos
Olor	4,0 puntos.
<b>Calificación</b>	<b>19 Puntos</b>

Por el puntaje obtenido, se puede decir que se procesó una materia prima de muy buena calidad de acuerdo a la tabla de Análisis organoléptico para trucha fresca (Anexo N° 01)

#### 4.1.3. ANALISIS DE MADUREZ SEXUAL:

Los resultados de la evaluación de madurez sexual se evaluaron con la escala Internacional de Maier (1976), el análisis se muestra en la Tabla 5.

**Tabla 6. ANALISIS DE MADUREZ SEXUAL DE LA TRUCHA**

SEXO	ESTADIO
20 Hembras	IV
15 Machos	IV

De acuerdo a este cuadro el 57.14% de las muestras fueron hembras, pertenecientes al IV estadio (maduro) y el 42.86% fueron machos, encontrándose en el IV estadio (maduro). Tanto hembras y machos se encontraban en época de reproducción. (Anexo N° 02)

#### 4.1.4. COMPOSICION QUIMICA PROXIMAL

En la Tabla 7 se muestra los resultados de la composición química proximal del músculo.

**Tabla 7: COMPOSICION QUIMICA DE LA MATERIA PRIMA**

COMPONENTES	PORCENTAJE
Humedad	78,60 %
Grasa	5,0 %
Proteína (Nx6.25)	15,60 %
Ceniza	0,8 %

(\*) Análisis por duplicado

Los valores que se observan en el cuadro N° 06, son similares a los encontrados por Flores (1992). Las variaciones que se observan probablemente dependen de factores como: estacionalidad, edad (estadio sexual), tipo de alimentación, habitat, etc.

Se puede observar, que los resultados presentan un bajo porcentaje de cenizas en comparación a flores (1992), ya que el producto inicial es descabezado, eviscerado y deshuesado. La composición mostrada puede variar por época de captura, desove, etc. e inclusive de acuerdo al tipo de corte utilizado.

#### **4.1.5. ANALISIS MICROBIOLÓGICO**

Los resultados de los análisis microbiológicos para trucha fresca, se presentan en la Tabla 8.

Tabla 8. ANALISIS MICROBIOLOGICO DE MATERIA PRIMA

PRUEBAS	RESULTADO
<b>I.-EXAMEN BACTERIOLOGICO</b>	
1.1. Numeración total de gérmenes viables	Negativo
1.2. Exámen cualitativo de coliformes	Negativo
1.3. Exámen confirmativo	Negativo
<b>II.- EXAMEN MICOLOGICO</b>	
2.1. Exámen para hongos y levaduras	Negativo
<b>III.- CONCLUSION</b>	Es apto para el consumo

(\*) Análisis por duplicado

Estos resultados muestran que la materia prima empleada en la presente investigación fue de excelente calidad microbiológica al dar como resultado en el análisis cualitativo negativo.

Los resultados son explícitos, pudiendo indicar que la carga microbiana de la materia prima está por debajo del valor mínimo para consumo humano directo.

#### 4.1.6. RERSULTADOS DEL PROCESO DE MACERACIÓN

**I1= 10 % X 60 Minutos**

**Característica Organoleptica:** Producto con poco sabor y color muy tenue, apariencia general no muy agradable a la vista.

**I2= 12 % X 50 Minutos**

**Característica Organoleptica:** Producto con muy buen sabor, color aparente, apariencia general muy agradable a la vista.

**I3= 15 % X 40 Minutos**

**Característica Organoleptica:** Producto con sabor relativamente amargo, color muy oscuro, apariencia general no muy agradable a la vista.

#### **4.2. RESULTADOS DEL PROCESO DE DESHIDRATACION**

Los cuadros que detallamos a continuación muestran el proceso de deshidratación, diferenciados por los parámetros de densidad de carga y espesor de materia en la bandeja de deshidratación.

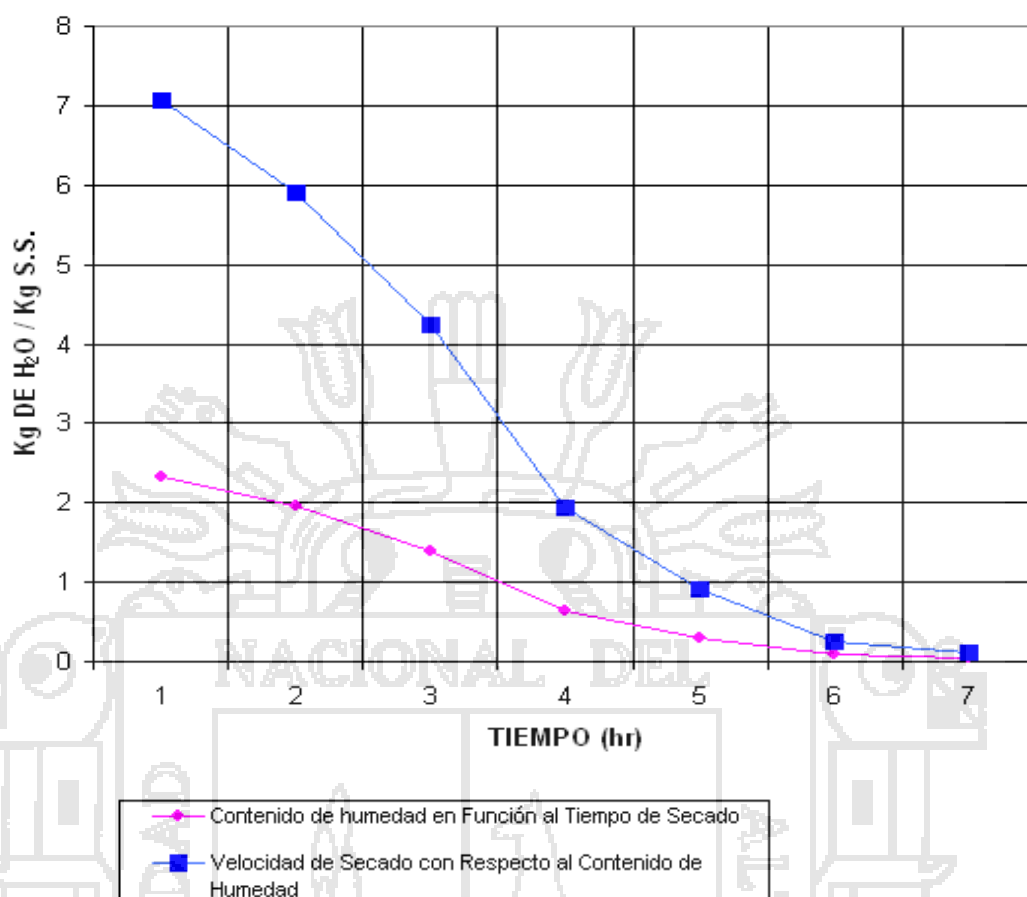


Tabla 9: Proceso de deshidratación de trucha en presentación de sopa instantánea con 3mm de espesor y 50%

**EXPERIMENTO N° 1**  
**PROCESO DE DESHIDRATACION DE TRUCHA EN PRESENTACION DE SOPA INSTANTANEA**  
 Espesor: 3mm  
 Densidad de Carga: 50%

Horas	Humedad		Temperatura en Cámara de Secador (°C)	Pérdida de Masa (Fórmula)	Variación de Masa (g)	Porcentaje de Humedad (%)	Contenido de Humedad		Velocidad de Secado
	Relativa Inicial (%)	Relativa Final (%)					$\frac{\text{Kg. H}_2\text{O}}{\text{Kg. S.S.}}$	Variación de Humedad $\frac{\text{Kg. H}_2\text{O}}{\text{Kg. S.S.}}$	
7 -- 8	48	48	29	0,00	1220,00				
8 -- 9	51	52	62	53,11	1166,89	70	2,33		7,07
9 -- 10	52	54	73	106,22	1060,67	66,1	1,95	0,38	5,91
10 -- 11	50	55	72	265,57	795,10	58,3	1,4	0,55	4,24
11 -- 12	52	56	72	212,45	582,65	38,9	0,64	0,76	1,93
12 -- 13	52	56	76	212,40	370,25	23,3	0,3	0,33	0,92
13 -- 14	52	51	75	53,12	317,13	7,8	0,08	0,22	0,26
14 -- 15	49	50	68	52,14	264,99	3,9	0,04	0,04	0,12
15 -- 16	50	48	55						
16 -- 17	51	47	50						

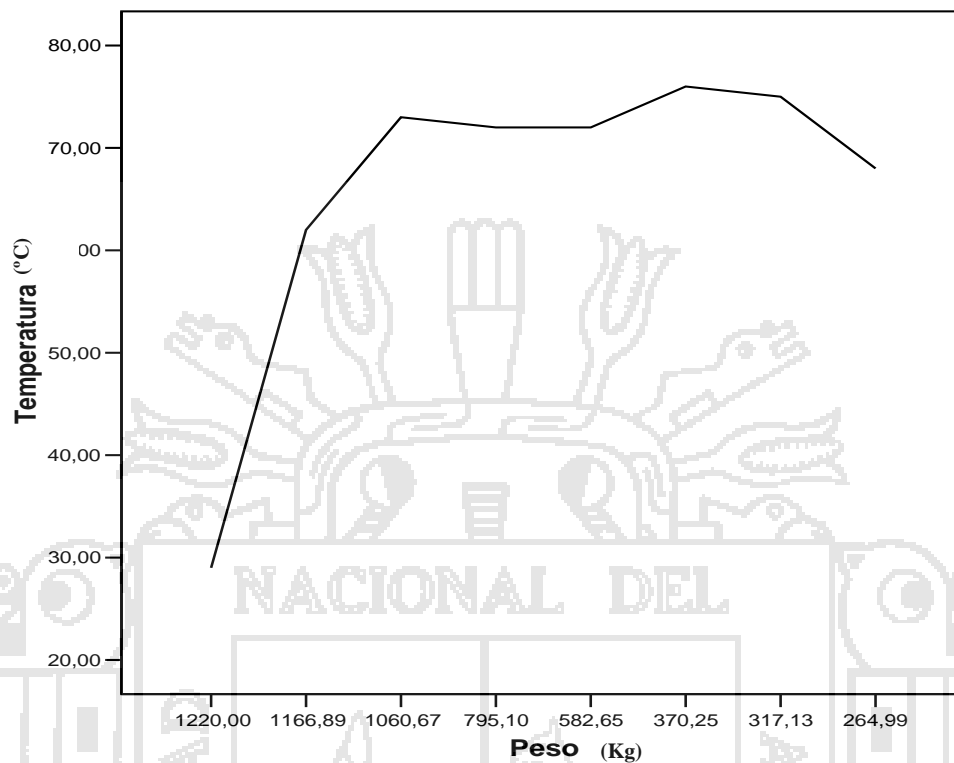
**Fig. 5:** Contenido de humedad en función al tiempo de secado y velocidad de secado



**Tabla 10:** Análisis de varianza del proceso de deshidratación de trucha en presentación de sopa instantánea con 3mm de espesor y 50%

	Suma de Cuadrados	Gl	Media Cuadrática	F	Sig.
Inter grupos	1059328,58	6	176554,763	7,823	,267
Intra-grupos	22567,501	1	22567,501		
Total	1081896,08	7			

**Fig. 6:** Curva de secado del proceso de deshidratación de trucha en presentación de sopa instantánea con 3mm de espesor



La curva de secado evidencia un proceso de extracción continua de humedad, obteniéndose un producto con 3.9% de humedad, lo que lo califica a nivel de actividad de agua ( $A_w$ ) como producto estable; señala Caballero y Roa (1982); que las sopas deshidratadas, deben poseer una humedad final máxima de 5%. La relación secuencial estadística, grafica una extracción sin mucha variación a partir de la tercera hora; significativo estadísticamente; este producto tiene sencilla molturación y fácil disolución en agua.



**Tabla 11: Proceso de deshidratación de trucha en presentación de sopa instantánea con 5mm y 50%**

**EXPERIMENTO N° 2**

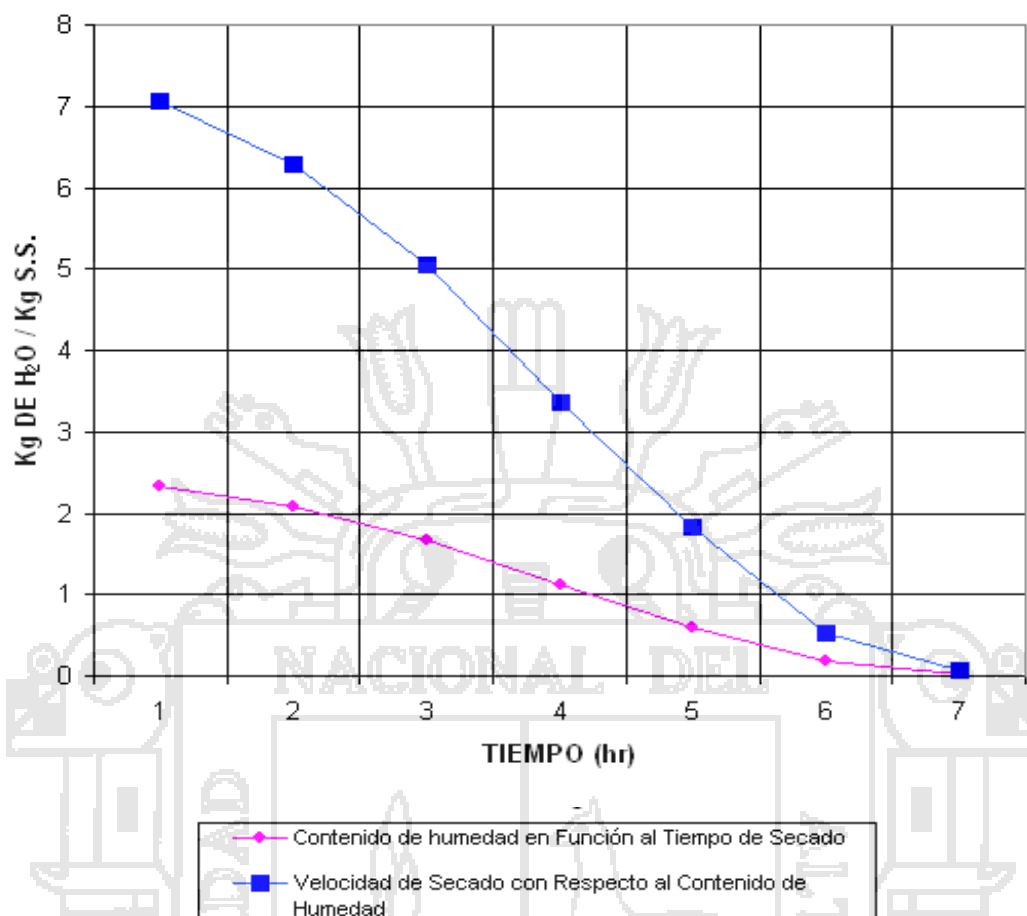
**PROCESO DE DESHIDRATACION DE TRUCHA EN PRESENTACIÓN DE SOPA INSTANTÁNEA**

**Densidad de Carga: 50%**

**Espesor: 5mm**

Horas	N° de Horas	Humedad		Temperatura en Cámara de Secador (°C)	Pérdida de Masa (Fórmula)	Variación de Masa	Porcentaje de Humedad		Contenido de Humedad	Variación de Humedad	Velocidad de Secado
		Relativa Inicial (%)	Relativa Final (%)				Humedad (%)	de Humedad Kg. H <sub>2</sub> O Kg. S.S.			
7 -- 8	0	50	50	29	0,00	1400,00					
8 -- 9	1	51	52	62	38,57	1361,43	70	2,33			7,07
9 -- 10	2	52	54	71	77,14	1284,29	67,5	2,08		0,26	6,29
10 -- 11	3	52	56	70	154,29	1130,00	62,5	1,67		0,41	5,05
11 -- 12	4	52	58	72	231,43	898,57	52,5	1,11		0,56	3,35
12 -- 13	5	48	57	73	347,14	551,43	37,5	0,6		0,5	1,82
13 -- 14	6	50	55	73	192,86	358,57	15	0,18		0,42	0,53
14 -- 15	7	49	50	68	38,57	320,00	2,5	0,03		0,15	0,08
15 -- 16	8	50	48	55						0,03	
16 -- 17	9	51	47	50							

**Fig. 7:** Contenido de humedad en función al tiempo de secado y velocidad de secado



**Tabla 12:** Análisis de varianza del proceso de deshidratación de trucha en presentación de sopa instantánea con 5mm

	Suma de Cuadrados	gl	Media Cuadrática	F	Sig.
Inter grupos	1394588,94	6	232431,491	12,498	,213
Intra-grupos	18597,490	1	18597,490		
Total	1413186,43	7			

**Fig. 8:** Curva del secado del proceso de deshidratación de trucha en presentación de sopa instantánea con 5mm y 50%



La gráfica de secuencia estadística, muestra una curva de variación másica alta, descendiendo abruptamente a partir de la sexta hora del proceso de deshidratación, la significancia a nivel del cuadro de contingencia (ANOVA) se muestra significativa; la variación másica de levante del proceso extractivo de humedad muy lento al inicio, esto debido a la retención del agua ligada a temperaturas menores de 60°C, pero al llegar a temperaturas que sobrepasan los 60°C disminuye la retención de agua, como lo indica Lawrie (1977) entre 50 y 80°C disminuye la capacidad de retención de agua. A nivel de características generales el producto es de sencilla molturación y fácil disolución en agua pura.

Tabla 13: Proceso de deshidratación de trucha en presentación de sopa instantánea con 7mm y 50%

EXPERIMENTO N° 3

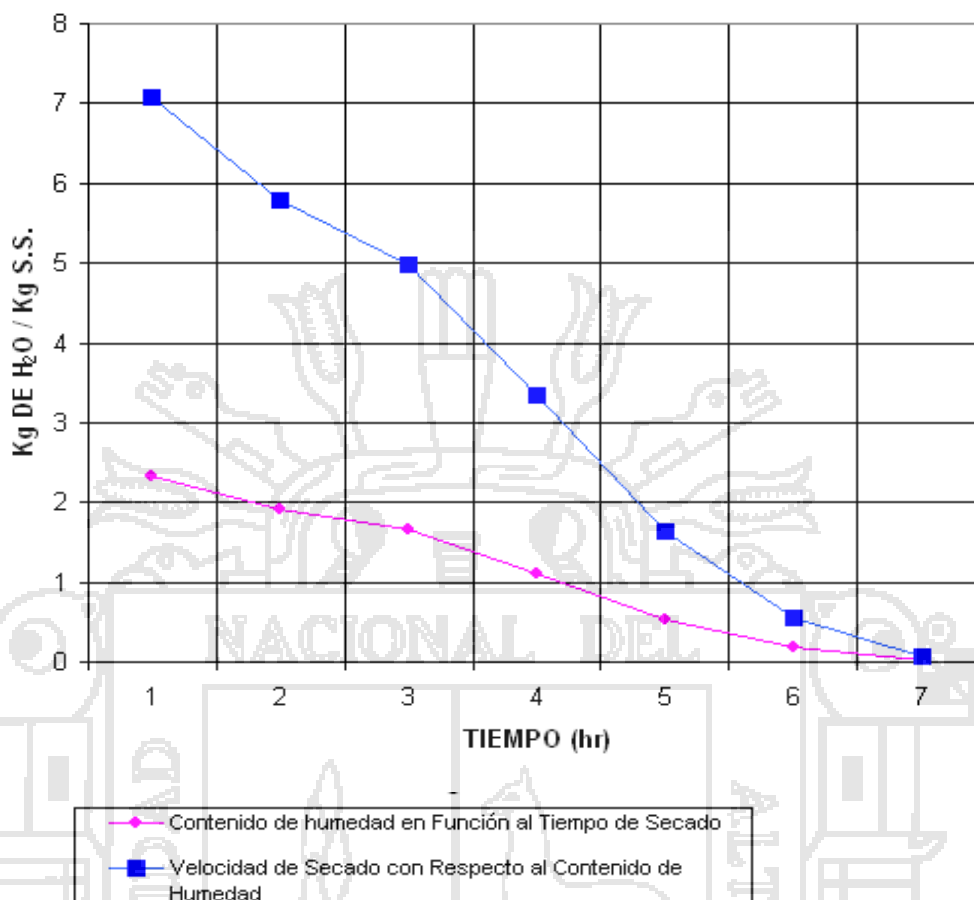
PROCESO DE DESHIDRATACION DE TRUCHA EN PRESENTACIÓN DE SOPA INSTANTÁNEA

Densidad de Carga: 50%

Espesor: 7mm

Horas	N° de Horas	Humedad Relativa Inicial (%)	Humedad Relativa Final (%)	Temperatura en Cámara de Secador (°C)	Pérdida de Masa (Fórmula)	Variación de Masa (g)	Porcentaje de Humedad (%)	Contenido de Humedad de Humedad Kg. S.S.	Variación de Humedad Kg. S.S.	Velocidad de Secado Kg. H <sub>2</sub> O m <sup>2</sup> .hr.
7 -- 8	0	48	48	27	0,00	1650,00				
8 -- 9	1	50	52	60	69,82	1580,18	70	2,33		7,07
9 -- 10	2	52	54	68	69,82	1510,36	66,1	1,91	0,43	5,78
10 -- 11	3	52	57	70	174,55	1335,82	62,2	1,65	0,26	4,99
11 -- 12	4	52	61	70	314,18	1021,64	52,5	1,11	0,54	3,35
12 -- 13	5	48	58	73	349,09	672,55	35	0,54	0,57	1,63
13 -- 14	6	48	55	72	244,36	428,18	15,6	0,18	0,35	0,56
14 -- 15	7	49	50	65	34,91	393,27	1,9	0,02	0,16	0,06
15 -- 16	8	50	48	57					0,02	
16 -- 17	9	51	47	50						

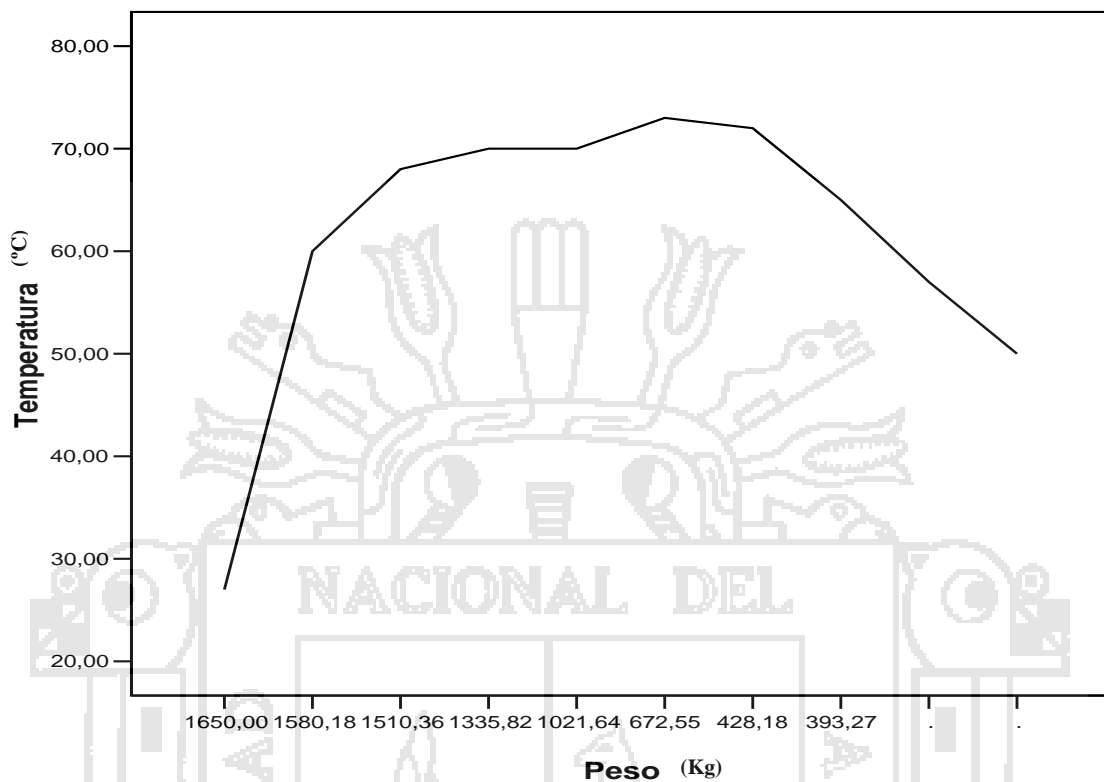
**Fig.9:** Contenido de humedad en función al tiempo de secado y velocidad de secado.



**Tabla 14:** Análisis de varianza del proceso de deshidratación de trucha en presentación de sopa instantánea con 7mm y 50%.

	Suma de Cuadrados	de gl	Media Cuadrática	F	Sig.
Inter grupos	1841979,90	6	306996,649	6,220	,298
Intra-grupos	49354,536	1	49354,536		
Total	1891334,43	7			

**Fig. 10:** Curva del secado del proceso de deshidratación de trucha en presentación de sopa instantánea con 7mm y 50%



La curva que muestra la secuencia estadística es muy discreta, la extracción de humedad a nivel del periodo de velocidad constante bastante extensa con respecto al tiempo total de desecación. Burgess (1979) menciona que generalmente este periodo es de corta duración; pero puede influir aspectos dependientes e independientes como la superficie de exposición, temperatura y velocidad de aire de secado; así también como la humedad relativa: este producto es estadísticamente significativo molturable pero de escasa disolución en agua.

Tabla 15: Proceso de deshidratación de trucha en presentación de sopa instantánea con 3mm y 70%

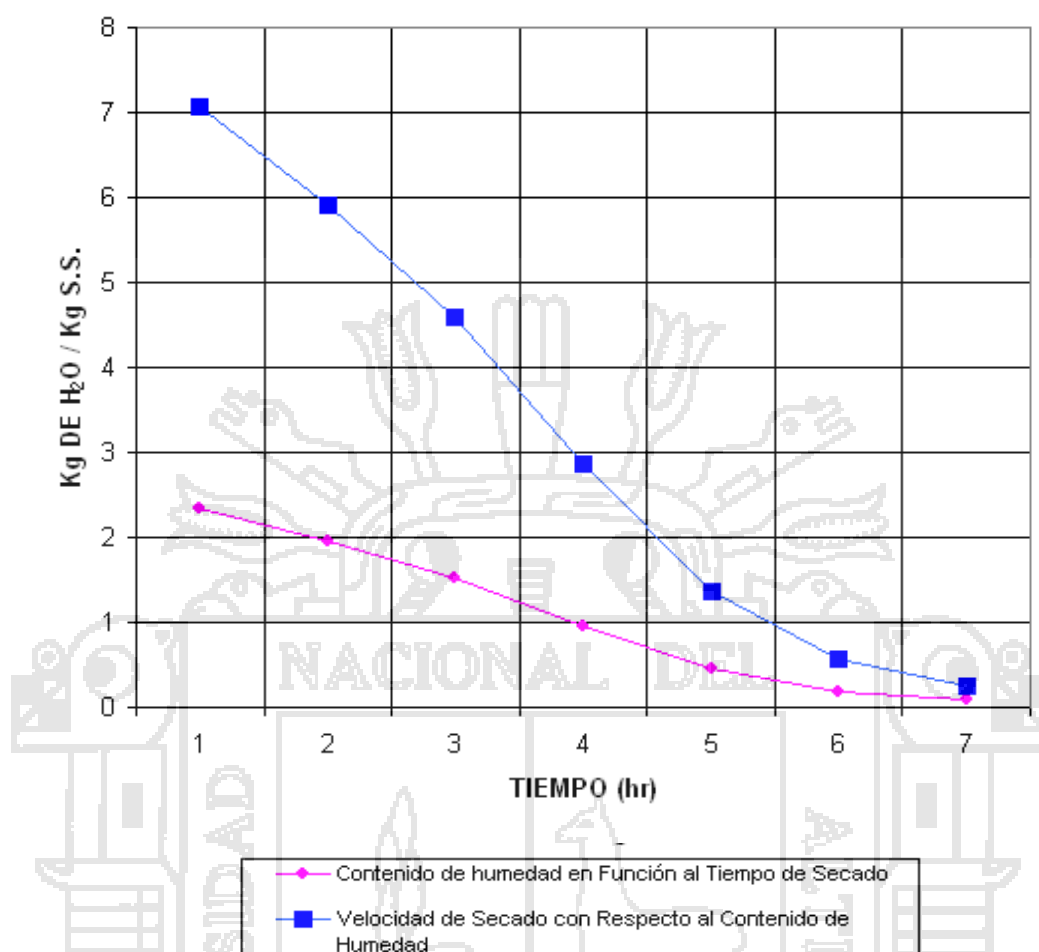
**EXPERIMENTO N° 4**  
**PROCESO DE DESHIDRATACION DE TRUCHA EN PRESENTACIÓN DE SOPA INSTANTÁNEA**

**Densidad de Carga: 70%**

**Espesor: 3mm**

Horas	N° de Horas	Humedad Relativa Inicial (%)	Humedad Relativa Final (%)	Temperatura en Cámara de Secador (°C)	Pérdida de Masa (Fórmula)	Variación de Masa (g)	Porcentaje de Humedad (%)	Contenido de Humedad de Kg. S.S.	Variación de Humedad de Kg. H <sub>2</sub> O	Velocidad de Secado de Kg. H <sub>2</sub> O m <sup>2</sup> .hr.
7 -- 8	0	49	49	27	0,00	1710,00				
8 -- 9	1	49	51	38	73,68	1636,32	70	2,33		7,07
9 -- 10	2	48	51	54	110,53	1525,79	66,1	1,95	0,38	5,91
10 -- 11	3	46	52	63	221,05	1304,74	60,3	1,52	0,43	4,6
11 -- 12	4	44	53	68	331,58	973,16	48,6	0,95	0,57	2,87
12 -- 13	5	42	50	72	294,74	678,42	3,11	0,45	0,49	1,37
13 -- 14	6	45	49	73	147,37	531,05	15,6	0,18	0,27	0,56
14 -- 15	7	46	49	65	110,53	420,53	7,8	0,08	0,1	0,26
15 -- 16	8	47	48	55	36,84	383,68	1,9	0,02	0,06	0,06
16 -- 17	9	49	47	48					0,02	

**Fig. 11:** Contenido de humedad en función al tiempo y velocidad de secado

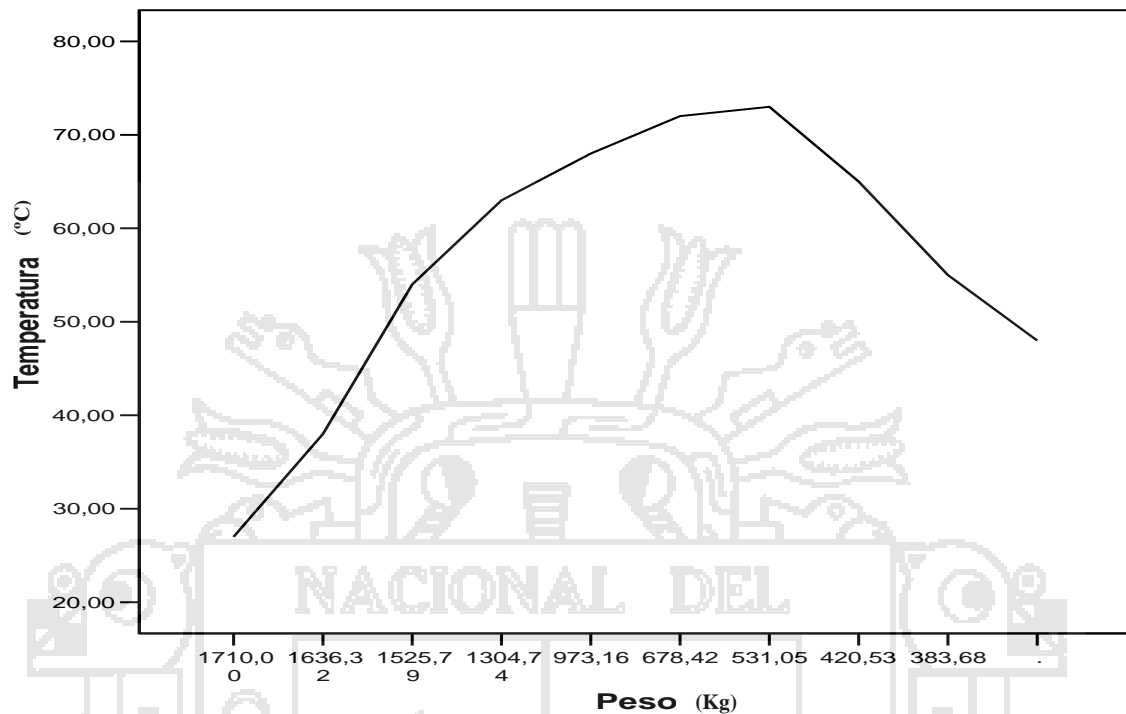


**Tabla 16:** Análisis de varianza del proceso de deshidratación de trucha en presentación de sopa instantánea con 3mm y 70%

	Suma de Cuadrados	gl	Media Cuadrática	F	Sig.
Inter grupos	2304172,63	7	329167,518	30,313	,139
Intra-grupos	10858,958	1	10858,958		
Total	2315031,58	8			



**Fig. 12:** Curva del secado del proceso de deshidratación de trucha en presentación de sopa instantánea con 3mm y 70%



La secuencia estadística muestra un periodo inicial de secado bastante largo, y las etapas siguientes siguen mostrando una progresiva extracción de humedad hasta llegar a un punto máximo a la séptima hora del proceso de deshidratación, cayendo bruscamente a velocidad decreciente en horas sucesivas. A nivel del análisis ANOVA se considera un F bastante diferenciado con respecto a los otros procesos debido a que se tuvo la exposición de una hora más de secado, por lo que el producto muestra buena consistencia y características agradables como lo manifiesta Helen (1991) al comentar sobre la capacidad captadora del agua que influye en las características del alimento.

Tabla 17: Proceso de deshidratación de trucha en presentación de sopa instantánea con 5mm y 70%

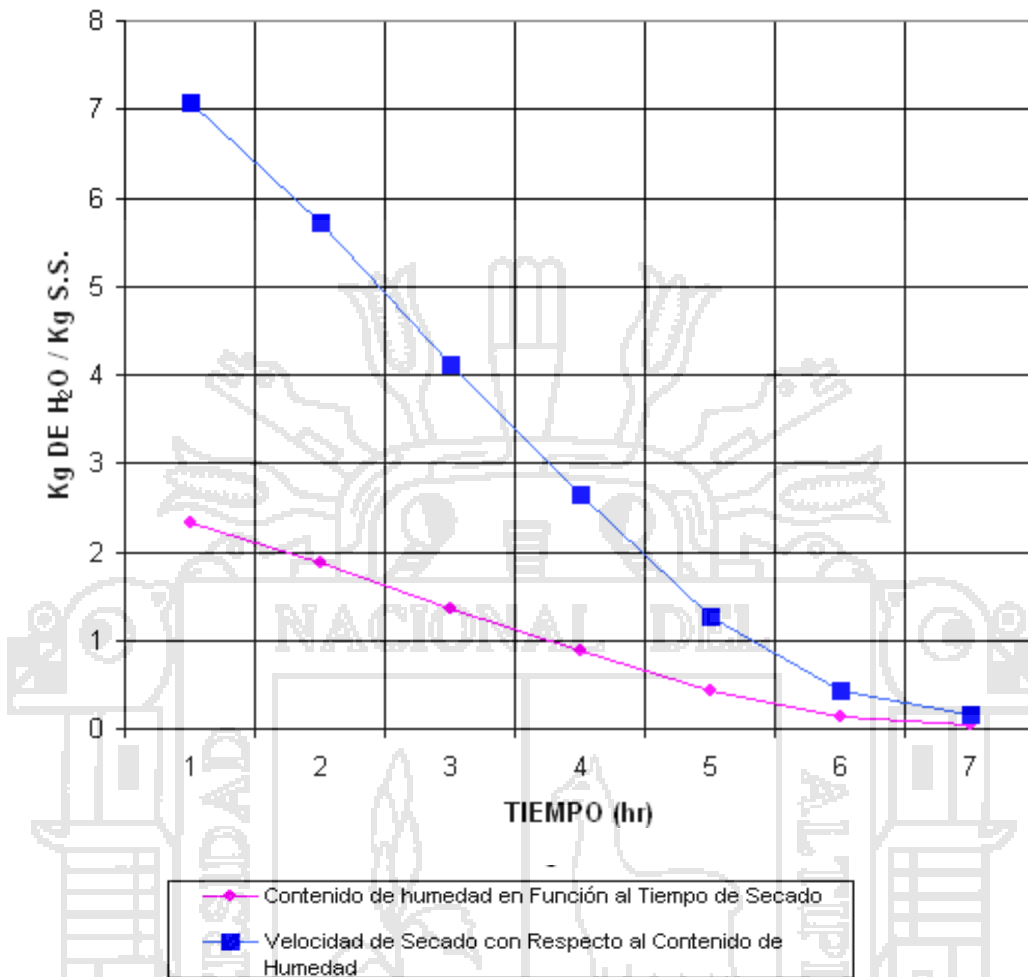
**EXPERIMENTO N° 5**  
**PROCESO DE DESHIDRATACION DE TRUCHA EN PRESENTACIÓN DE SOPA INSTANTÁNEA**

**Densidad de Carga: 70%**

**Espesor: 5mm**

Horas	N° de Horas	Humedad Relativa Inicial (%)	Humedad Relativa Final (%)	Temperatura en Cámara de Secador (°C)	Pérdida de Masa (Fórmula)	Variación de Masa (g)	Porcentaje de Humedad (%)	Contenido de Humedad Kg. S.S.	Variación de Humedad Kg. S.S.	Velocidad de Secado Kg. H <sub>2</sub> O m <sup>2</sup> .hr.
7 -- 8	0	52	52	23	0,00	1945,00				
8 -- 9	1	51	54	39	88,84	1856,16	70	2,33		7,07
9 -- 10	2	50	55	58	148,07	1708,09	65,3	1,88	0,45	5,71
10 -- 11	3	50	57	65	207,30	1500,79	57,6	1,36	0,53	4,11
11 -- 12	4	48	59	68	325,76	1175,03	46,7	0,88	0,48	2,65
12 -- 13	5	47	58	73	325,76	849,27	29,6	0,42	0,46	1,27
13 -- 14	6	45	50	74	148,07	701,20	12,4	0,14	0,28	0,43
14 -- 15	7	46	48	68	59,23	641,97	4,7	0,05	0,09	0,15
15 -- 16	8	47	48	63	29,61	612,35	1,8	0,02	0,03	0,05
16 -- 17	9	50	46	47					0,02	

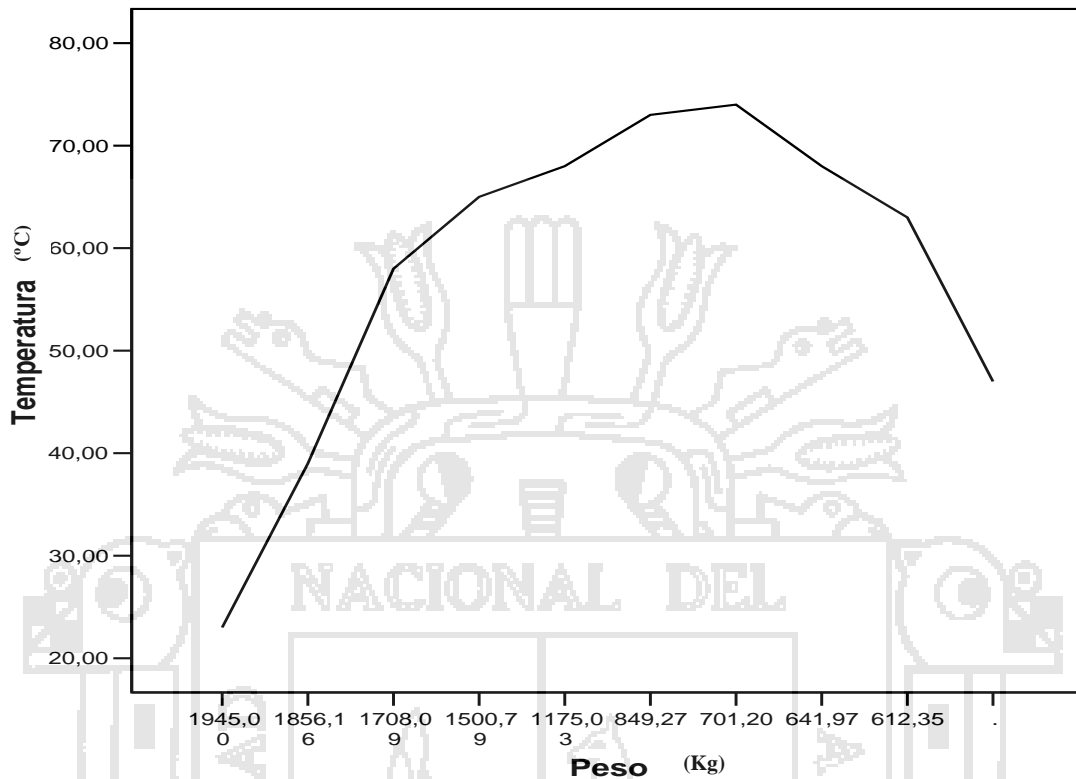
**Fig. 13:** Contenido de humedad en función al tiempo y velocidad de secado



**Tabla 18:** Análisis de varianza del proceso de deshidratación de trucha en presentación de sopa instantánea con 5mm y 70%

	Suma de Cuadrados	Gl	Media Cuadrática	F	Sig.
Inter grupos	2217285,81	7	316755,116	2,229	,476
Intra-grupos	142076,482	1	142076,482		
Total	2359362,29	8			

**Fig. 14:** Curva del secado del proceso de deshidratación de trucha en presentación de sopa instantánea con 5mm y 70%



Estadísticamente es una prueba muy congruente debido a que el cuadro de contingencia muestra un proceso muy estructurado pudiendo aseverar que a nivel de la secuencia estadística es muy notorio los tres periodos de secado en tiempos secuenciales acordes al comportamiento de las isotermas de adsorción (periodos de secado); así Guerrero (1991) comenta que la humedad con sus respectivas temperaturas se reúnen en las isotermas de adsorción de agua, las cuales además dependen del alimento. En cuanto a características extrínsecas el producto es diluible en agua pura.

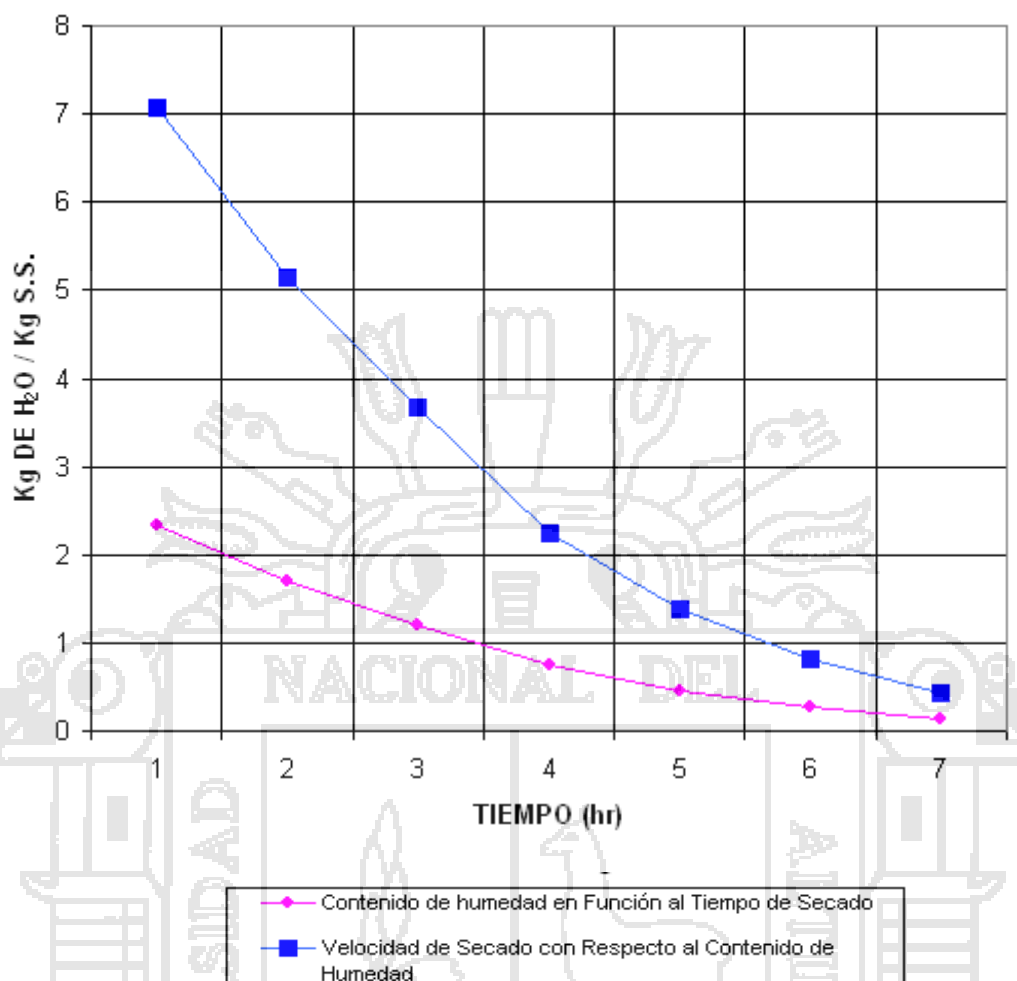
Tabla 19: Proceso de deshidratación de trucha en presentación de sopa instantánea con 7mm y 70%

**EXPERIMENTO N° 6**  
**PROCESO DE DESHIDRATACION DE TRUCHA EN PRESENTACIÓN DE SOPA INSTANTÁNEA**

**Esesor: 7mm**      **Densidad de Carga: 70%**

Horas	N° de Horas	Humedad Relativa Inicial (%)	Humedad Relativa Final (%)	Temperatura en Cámara de Secador (°C)	Pérdida de Masa (Fórmula)	Variación de Masa (g)	Porcentaje de Humedad (%)	Contenido de Humedad de Humedad Kg. S.S.	Variación de Humedad Kg. S.S.	Velocidad de Secado Kg. H <sub>2</sub> O m <sup>2</sup> .hr.
7 -- 8	0	50	50	31	0,00	2300,00				
8 -- 9	1	52	59	55	186,26	2113,74	70	2,33		7,07
9 -- 10	2	53	61	55	212,87	1900,87	62,9	1,7	0,64	5,14
10 -- 11	3	50	62	61	319,30	1581,57	54,8	1,21	0,48	3,67
11 -- 12	4	52	63	65	292,70	1288,87	42,6	0,74	0,47	2,25
12 -- 13	5	52	62	71	266,09	1022,78	31,4	0,46	0,28	1,39
13 -- 14	6	50	59	73	239,48	783,30	21,3	0,27	0,19	0,82
14 -- 15	7	49	58	72	239,48	543,83	12,2	0,14	0,13	0,42
15 -- 16	8	50	53	69	79,83	464	3	0,03	0,11	0,09
16 -- 17	9	50	47	56					0,03	

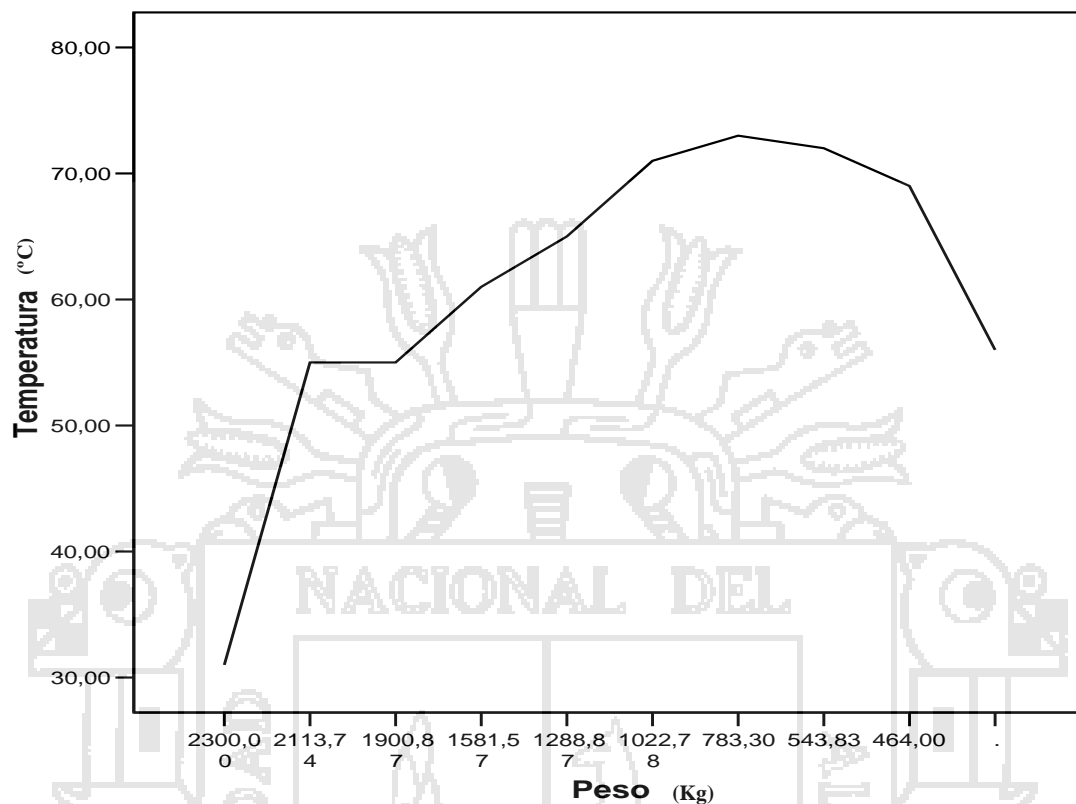
**Fig. 15:** Contenido de humedad en función al tiempo y velocidad de secado



**Tabla 20:** Análisis de varianza del proceso de deshidratación de trucha en presentación de sopa instantánea con 7mm y 70%

	Suma de Cuadrados	Gl	Media Cuadrática	F	Sig.
Inter grupos	3684554,37	7	526364,910	23,232	,158
Intra-grupos	22656,818	1	22656,818		
Total	3707211,19	8			

**Fig. 16:** Curva del secado del proceso de deshidratación de trucha en presentación de sopa instantánea con 7mm y 70%



La fase inicial de secado (periodo inicial) culmina antes de sobrepasar los 60°C aproximadamente en una hora, el proceso consecutivo continua con la extracción de humedad en la que es notoria entre la quinta y sexta hora la mayor variación másica debido a la máxima temperatura alcanzada en el proceso; el cual de igual manera es significativo, pese al inconveniente de tener una humedad final mayor a comparación de los anteriores experimentos (3% de humedad); ya que idóneamente el valor porcentual de humedad no debe sobrepasar el 5% (Caballero y Roa, 1982); una vez equilibrado con el medio por su actitud higroscópica este producto tenderá a subir algunos puntos más lo que podría disminuir su vida útil por el incremento de Aw (actividad de agua), logrando el contenido de “humedad en equilibrio” o “humedad hidgroscópica” (Nuñez, 1996).

Tabla 21: Proceso de deshidratación de trucha en presentación de sopa instantánea con 3mm y 90%

EXPERIMENTO N° 7

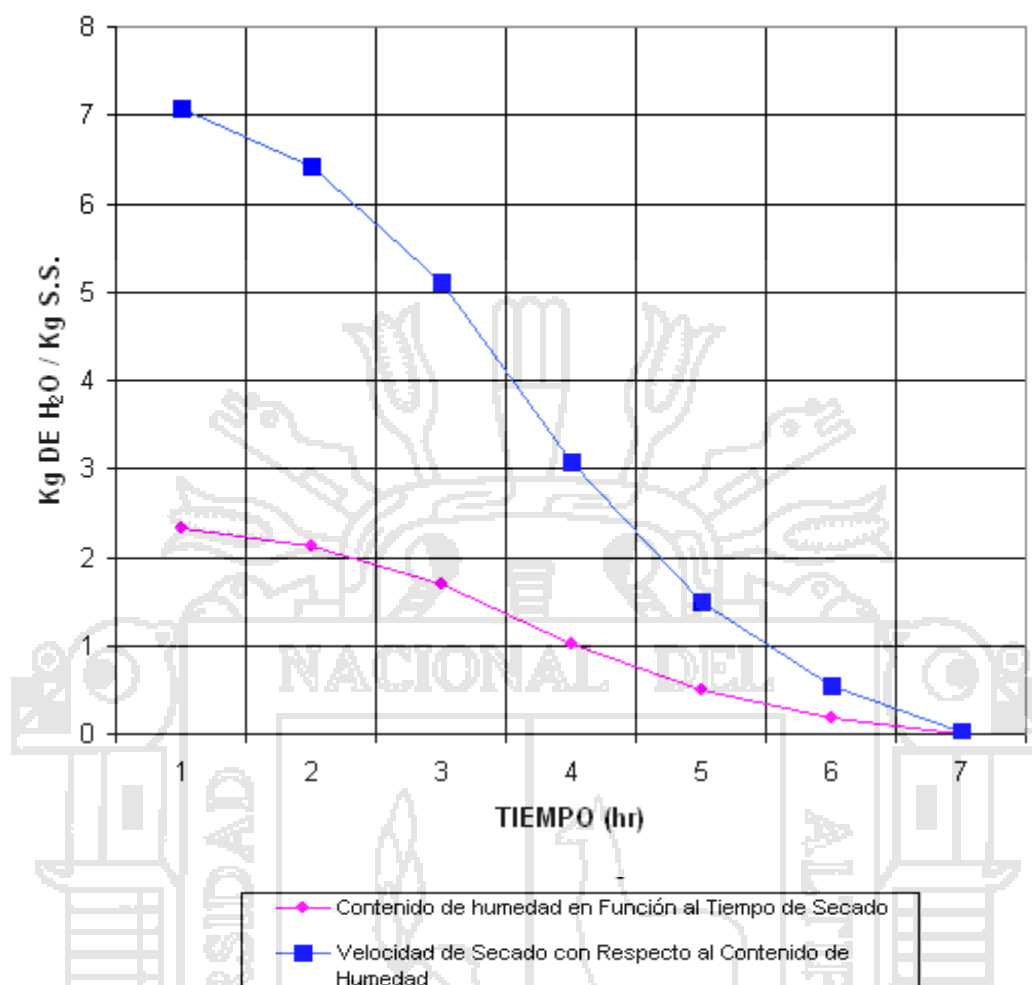
PROCESO DE DESHIDRATACION DE TRUCHA EN PRESENTACIÓN DE SOPA INSTANTÁNEA

Esesor: 3mm Densidad de Carga: 90%

Horas	N° de Horas	Humedad Relativa Inicial (%)	Humedad Relativa Final (%)	Temperatura en Cámara de Secador (°C)	Pérdida de Masa (Fórmula)	Variación de Masa (g)	Porcentaje de Humedad	Contenido de Humedad	Variación de Humedad	Velocidad de Secado
							Humedad (%)	Kg. H <sub>2</sub> O	Kg. H <sub>2</sub> O	Kg. S.S. m <sup>2</sup> .hr.
7 -- 8	0	48	48	32	0,00	2200,00				
8 -- 9	1	48	50	53	52,37	2147,63	70	2,33		7,07
9 -- 10	2	46	51	69	130,91	2016,72	67,9	2,12	0,21	6,42
10 -- 11	3	46	58	70	314,18	1702,54	62,8	1,69	0,43	5,11
11 -- 12	4	46	63	73	445,09	1257,45	50,4	1,02	0,67	3,08
12 -- 13	5	44	61	80	445,09	812,36	32,9	0,49	0,53	1,49
13 -- 14	6	44	58	81	366,55	445,81	15,4	0,18	0,31	0,55
14 -- 15	7	48	49	69	26,18	419,63	1	0,01	0,17	0,03
15 -- 16	8	49	48	63					0,01	
16 -- 17	9	49	48	55						



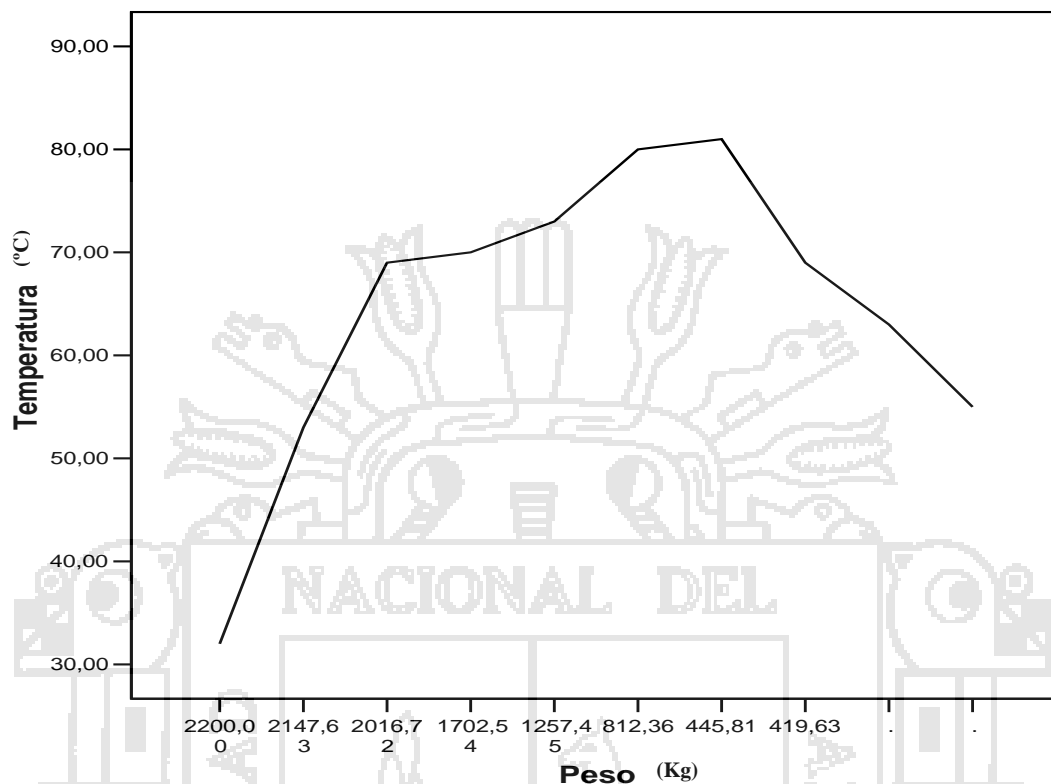
**Fig. 17:** Contenido de humedad en función al tiempo y velocidad de secado.



**Tabla 22:** Análisis de varianza del proceso de deshidratación de trucha en presentación de sopa instantánea con 3mm y 90%

	Suma de Cuadrados	de Gl	Media Cuadrática	F	Sig.
Inter grupos	2627827,99	6	437971,331	,343	,861
Intra-grupos	1275348,23	1	1275348,23		
Total	3903176,22	7			

**Fig. 18:** Curva del secado del proceso de deshidratación de trucha en presentación de sopa instantánea con 3mm y 90%



La extracción de humedad en este proceso es muy relevante, ya que el producto final muestra un 1% de humedad final, pese a que la densidad de carga fue del 90%, cuyo proceso de deshidratación se realizó en 6 horas consecutivas, llegando los colectores a concentrar temperaturas de hasta 81°C, indicativo muy útil para manifestar que el espesor del producto juega un papel muy importante, evitando el encostramiento de la capa superior que retardaría la extracción de humedad como lo manifiesta (Nickerson, 1981); así mismo cabe señalar que sobre el 2% de humedad puede ser anticipado el crecimiento de Moho en el producto final, si las condiciones del medio circundante son favorables (cheftel, 1989). Estadísticamente es significativo el proceso, por la relación y similitud a lo largo del proceso; el producto muestra alta solubilidad en agua pura.

Tabla 23: Proceso de deshidratación de trucha en presentación de sopa instantánea con 5mm y 90%

EXPERIMENTO N° 8

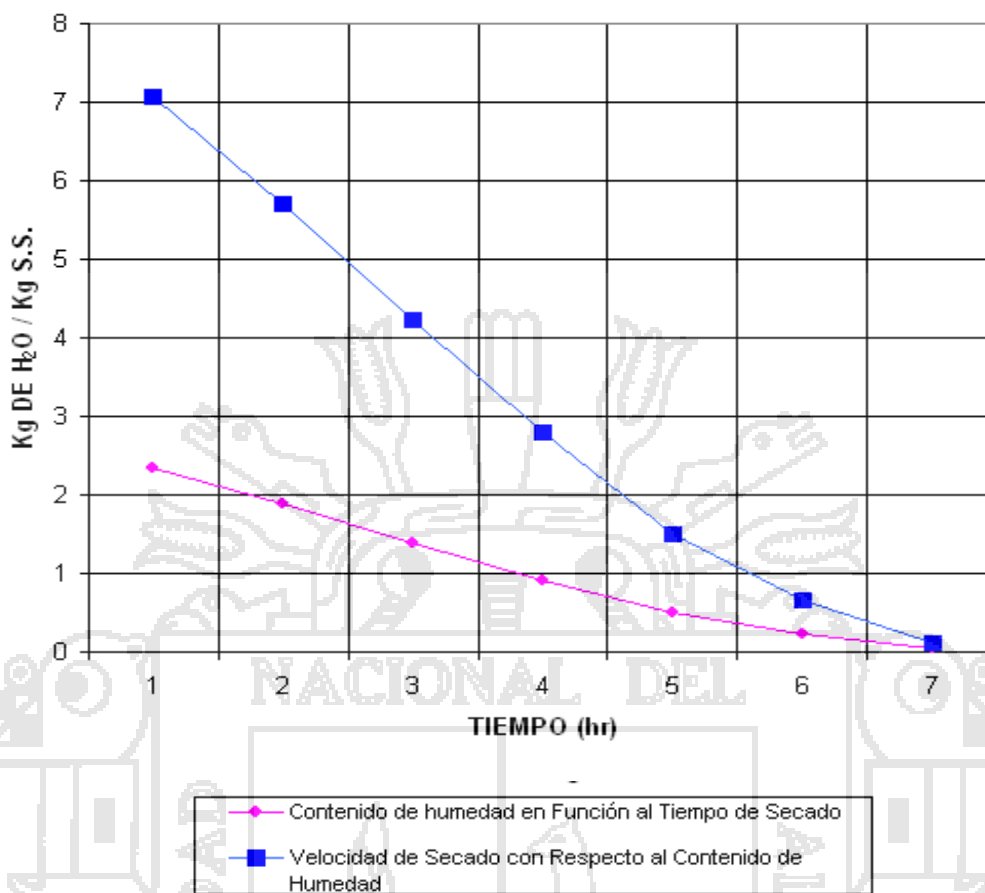
PROCESO DE DESHIDRATACION DE TRUCHA EN PRESENTACIÓN DE SOPA INSTANTÁNEA

Densidad de Carga: 90%

Espesor: 5mm

Horas	N° de Horas	Humedad Relativa Inicial (%)	Humedad Relativa Final (%)	Temperatura en Cámara de Secador (°C)	Pérdida de Masa (Fórmula)	Variación de Masa (g)	Porcentaje de Humedad (%)	Contenido de Humedad de Kg. S.S.	Variación de Humedad de Kg. S.S.	Velocidad de Secado Kg. H <sub>2</sub> O m <sup>2</sup> .hr.
7 -- 8	0	52	52	30	0,00	2600,00				
8 -- 9	1	48	54	59	137,08	2462,92	70	2,33		7,07
9 -- 10	2	48	57	65	205,62	2257,30	65,3	1,88	0,45	5,7
10 -- 11	3	48	61	71	297,00	1960,30	58,2	1,39	0,49	4,22
11 -- 12	4	46	65	73	434,08	1526,22	48	0,92	0,47	2,8
12 -- 13	5	44	63	75	434,08	1092,14	33	0,49	0,42	1,5
13 -- 14	6	44	62	69	411,23	680,91	18,1	0,22	0,27	0,67
14 -- 15	7	48	53	65	114,23	566,68	3,9	0,04	0,18	0,12
15 -- 16	8	50	50	63					0,04	
16 -- 17	9	50	48	55						

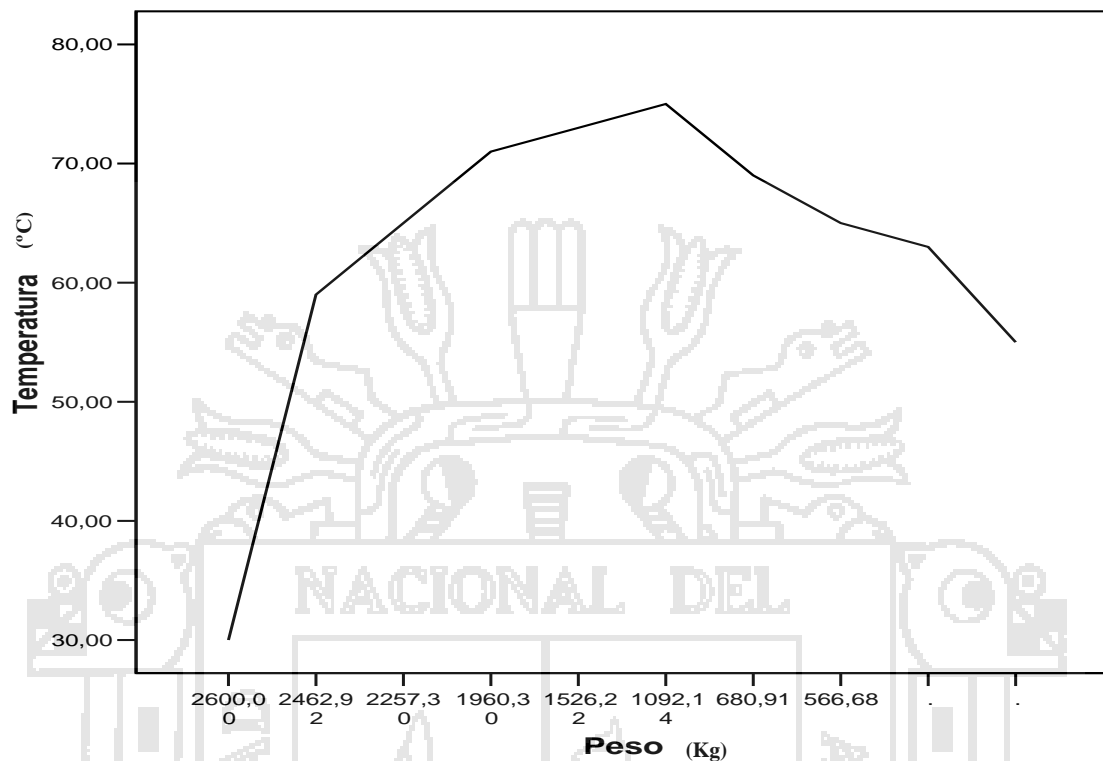
**Fig. 19:** Contenido de humedad en función al tiempo y velocidad de secado.



**Tabla 24:** Análisis de varianza del proceso de deshidratación de trucha en presentación de sopa instantánea con 5mm y 90%.

	Suma de Cuadrados	Gl	Media Cuadrática	F	Sig.
Inter grupos	3038229,05	6	506371,508	,354	,856
Intra-grupos	1429097,99	1	1429097,99		
Total	4467327,04	7			

**Fig. 20:** Curva del secado del proceso de deshidratación de trucha en presentación de sopa instantánea con 5mm y 90%



El producto final muestra 3,9% de humedad lo que lo hace un producto vulnerable al deterioro; así mismo la proporción de la alta densidad de carga no permite un flujo uniforme de extracción humificante; es notoria las diversas variaciones en el cuadro de secuencia estadística, culminando en un punto alto por muy poco tiempo, decayendo la curva abruptamente; así mismo los colectores solares solo logran concentrar hasta 75°C en la quinta hora, no siendo suficiente para completar la extracción del agua débilmente ligada, como lo manifiesta Cheftel y Cheftel (1980). En cuanto a sus características es de difícil molturación y lenta disolución.

Tabla 25: Proceso de deshidratación de trucha en presentación de sopa instantánea con 7mm y 90%

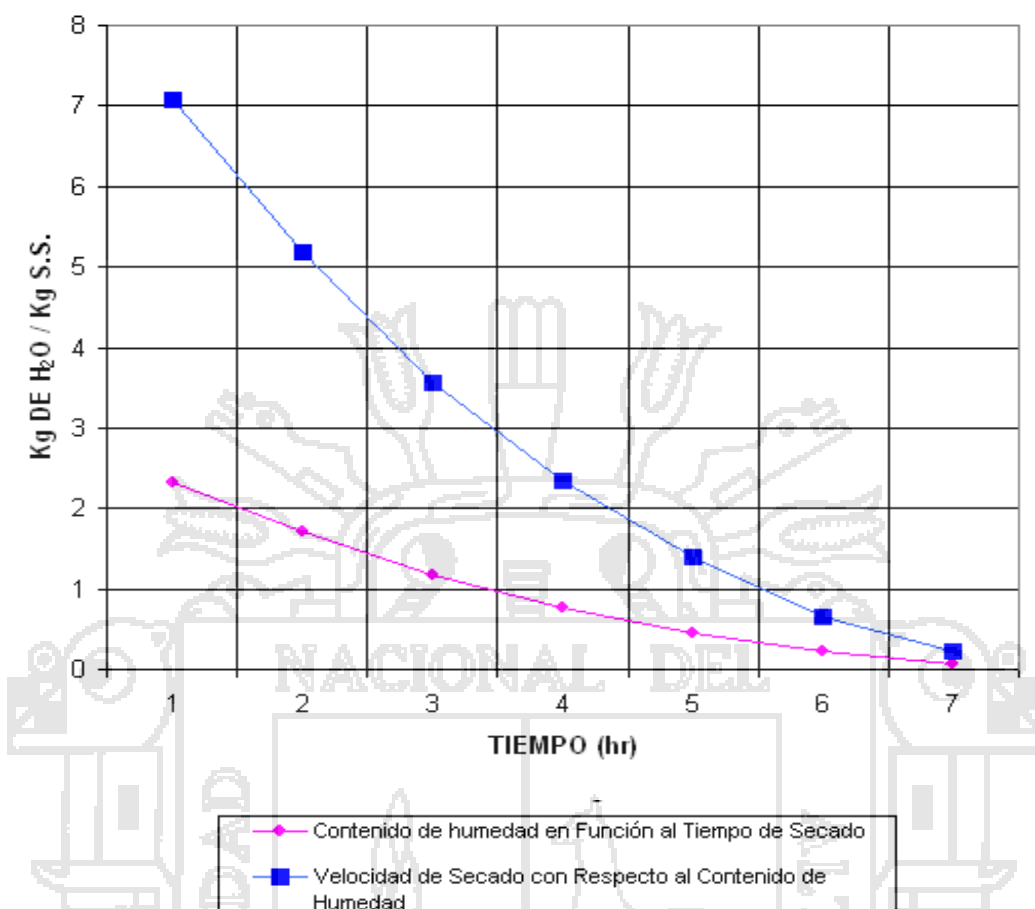
EXPERIMENTO N° 9

PROCESO DE DESHIDRATACION DE TRUCHA EN PRESENTACION DE SOPA INSTANTANEA

Esesor: 7mm Densidad de Carga: 90%

Horas	N° de Horas	Humedad Relativa Inicial (%)	Humedad Relativa Final (%)	Temperatura en Cámara de Secador (°C)	Pérdida de Masa (Fórmula) (g)	Variación de Masa (g)	Porcentaje de Humedad (%)	Contenido de Humedad Kg. H <sub>2</sub> O Kg. S.S.	Variación de Humedad Kg. H <sub>2</sub> O Kg. S.S.	Velocidad de Secado Kg. H <sub>2</sub> O m <sup>2</sup> .hr.
7 -- 8	0	48	59	30	0,00	3000,00				
8 -- 9	1	47	61	58	230,40	2769,60	70	2,33		7,07
9 -- 10	2	45	63	62	307,20	2462,40	63,1	1,71	0,62	5,19
10 -- 11	3	45	65	63	345,60	2116,80	53,9	1,17	0,54	3,55
11 -- 12	4	44	66	66	403,20	1713,60	43,6	0,77	0,4	2,34
12 -- 13	5	42	63	70	460,80	1252,80	31,6	0,46	0,31	1,4
13 -- 14	6	44	57	72	364,80	888,00	17,8	0,22	0,24	0,66
14 -- 15	7	48	53	68	172,80	715,20	6,9	0,07	0,14	0,22
15 -- 16	8	50	48	65	57,60	657,6	1,7	0,02	0,06	0,05
16 -- 17	9	51	47	47					0,02	

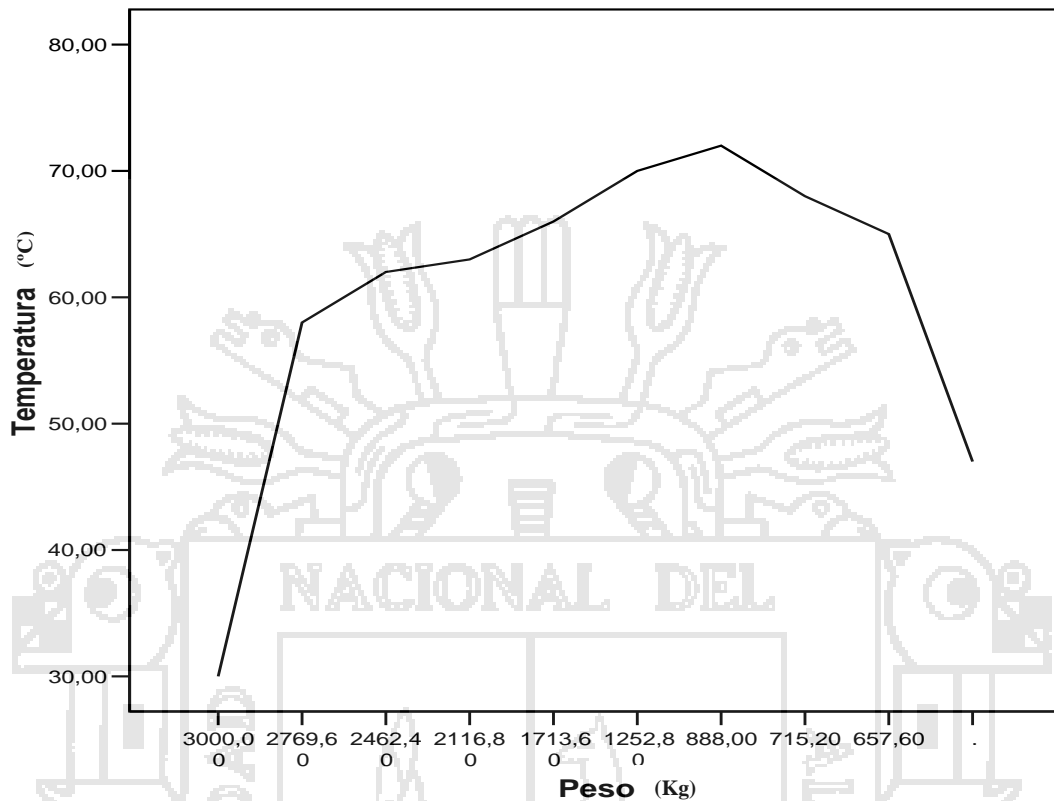
**Fig. 21:** Contenido de humedad en función al tiempo y velocidad de secado.



**Tabla 26:** Análisis de varianza del proceso de deshidratación de trucha en presentación de sopa instantánea con 7mm y 90%.

	Suma de Cuadrados	Gl	Media Cuadrática	F	Sig.
Inter grupos	6496501,76	8	812062,720		
Intra-grupos	6496501,76	8			
Total					

**Fig. 22:** Curva del secado del proceso de deshidratación de trucha en presentación de sopa instantánea con 7mm y 90%



Técnicamente el proceso se llevó a cabo; pero el producto final pese a tener baja humedad hera de difícil molturación y baja disolución; la extracción de humedad secuencialmente no es significativo, corroborando que el producto debio sufrir procesos de desnaturalización; ya que los productos desnaturalizados pierden su propiedad estructural; como lo indica Cheftel (1980) el rol del agua dentro de los alimentos tiene que ver con su propiedad solvente clasificándose como sólidos giroscópicos con facultad de disolverse en agua.



#### 4.2.1. RESULTADOS Y DISCUSIÓN DE EXPERIMENTOS CON ESPESOR DE 3MM

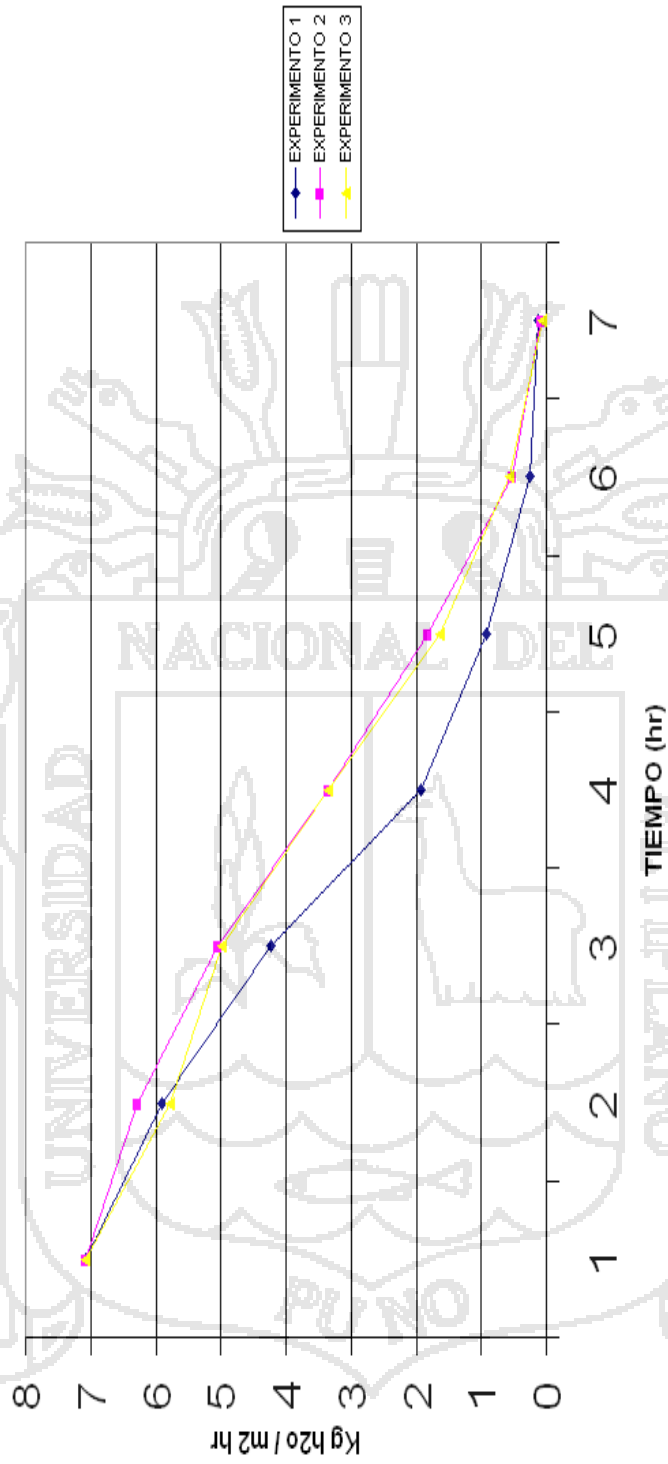
De acuerdo a los datos obtenidos en los cuadros correspondientes de los experimentos llevados a cabo con 3 mm. de espesor se observó que a mayor temperatura sobre los 70°C la variación de masa es mayor, siendo la relación directa a mayor temperatura menor tiempo de secado; también se observó que en las últimas horas de secado la humedad inicial y final difieren en pocos puntos de porcentaje.

En todos los casos los productos cursaron un buen proceso de deshidratación, pero si observamos los gráficos de variación de Kg. H<sub>2</sub>O / Kg. S.S. con respecto al tiempo observaremos que los experimentos N° 1, 4 y 7 presentaron una curva con gradiente mayor, mas no así los experimentos con densidades de carga mayor, en el cual se pudo determinar las etapas de secado pudiéndose determinar el punto crítico.

En los gráficos correspondientes a la velocidad de secado con respecto al tiempo se observó con similitud las curvas de los gráficos N° 1, y 3 y el restante muestra una mayor gradiente en su pendiente.

Podemos concluir afirmando que los mejores resultados de esta serie de experimentos tienen un común denominador de tener un espesor de 3 mm., nos referimos a los experimentos N° 1 y 7, siendo el experimento N° 7 el que presentó características más óptimas.

Fig. 23: Velocidad de secado de los experimentos con espesor 3mm y diferentes densidades de carga.



#### 4.2.2. RESULTADOS Y DISCUSIÓN DE EXPERIMENTOS CON ESPESOR DE 5MM

Los tiempos de secado para los experimentos N° 2, 5 y 8 fueron de 7 horas en las cuales las humedades finales fluctuaron de la siguiente manera: 2,5 %, 1,8% y 3,9% respectivamente, siendo las dos últimas humedades muy apropiadas para nuestro producto. Los experimentos N° 5 y 8 presentaron un tiempo de secado de 8 horas.

Es resaltante que la mayor extracción de agua se produce entre la tercera y sexta hora de secado, estando relacionado con la mayor elevación de temperatura supuestamente entre las 10 a.m. a 2 p.m. Esto se debe a que al elevar la temperatura aumenta la transferencia de calor del aire al producto y por lo tanto, la transferencia de masa.

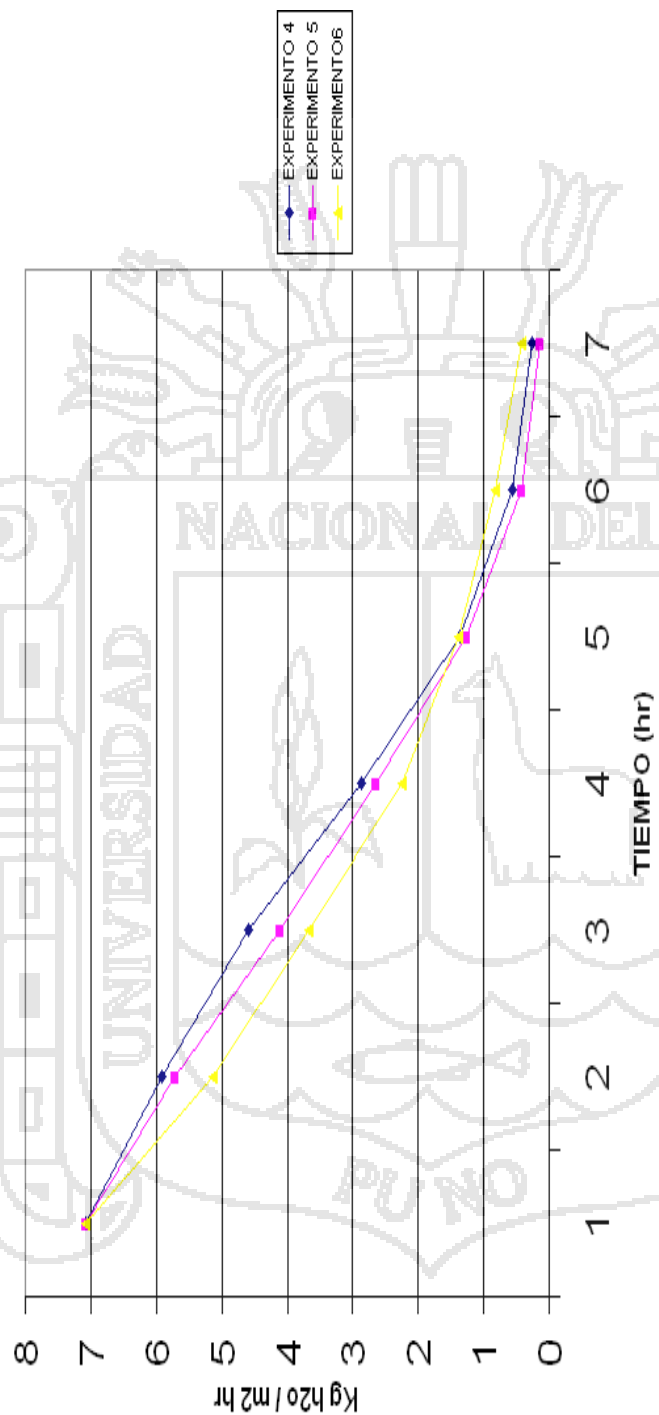
La velocidad del viento en los diversos experimentos son similares variando desde 1,5 a 1,65 m/s. La masa final que se obtiene al realizar el cálculo teórico es similar al experimental en todos los casos.

En los experimentos realizados refieren un factor común de 5 mm. de espesor el producto logró ser deshidratado, si observamos los gráficos de variación de Kg. H<sub>2</sub>O / Kg. S.S. con respecto al tiempo se observó que en todos los experimentos las curvas presentan un gradiente similar, excepto en las últimas horas de secado.

Los gráficos correspondientes a la velocidad de secado con respecto al contenido de humedad presentaron similitud en todos los casos.

Podemos concluir afirmando que los mejores resultados de esta serie de experiencias recaen en los experimentos N° 2 y 5, donde sobresale por su calidad y presentación el experimento N° 5, ya que el producto presenta cualidades óptimas entre los productos de esta índole por razones ya antes mencionadas.

Fig. 24: Velocidad de secado de los experimentos con espesor 5mm y diferentes densidades de carga.



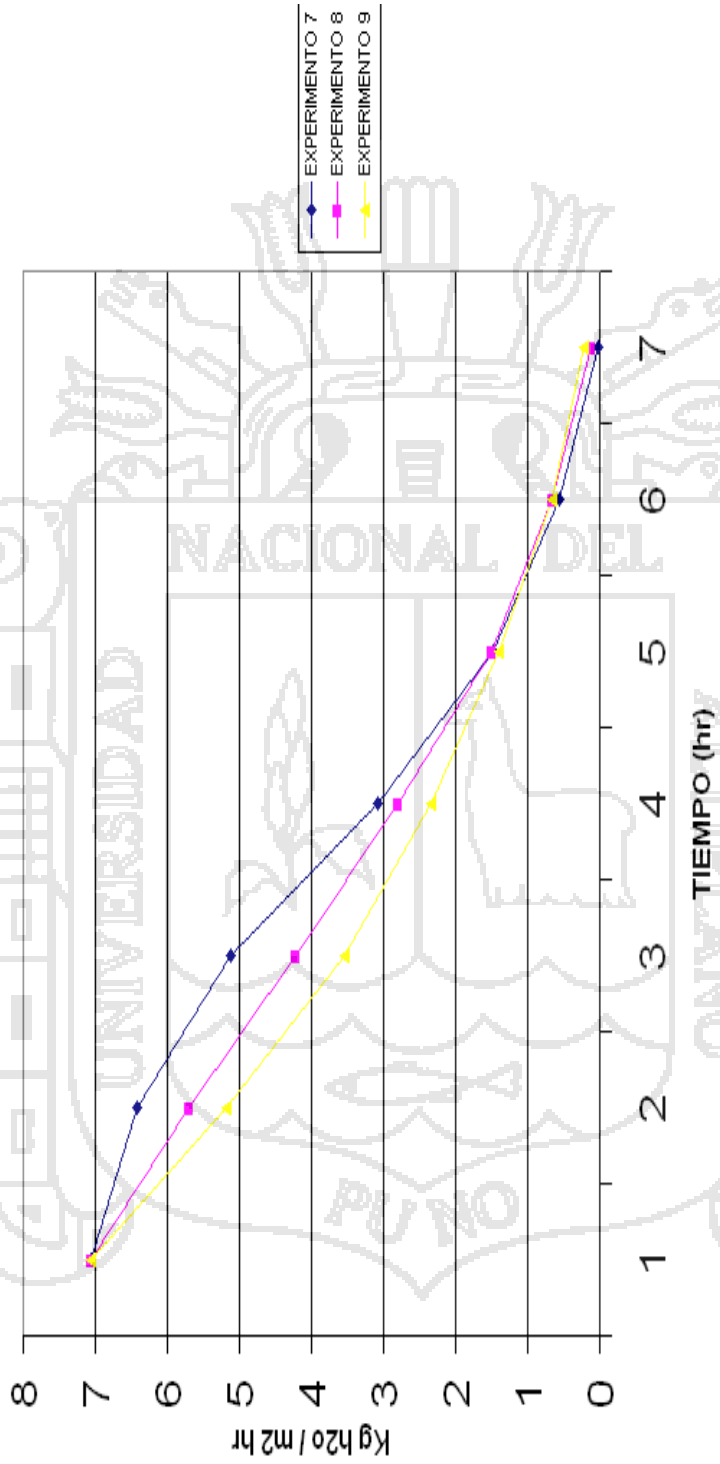
#### 4.2.3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN DE EXPERIMENTOS CON ESPESOR DE 7MM

Las humedades que presentaron los productos de los diversos experimentos fueron muy variadas, considerándose entre las aceptables las correspondientes a los experimentos N° 3, 6 y 9; la fluctuación de viento muestra similitud en todos los casos, comprendidas entre 1,6 a 1,7 m/s. El tiempo de secado fue de 8 hrs. en todos los experimentos, en los experimentos N° 3 y 6 el tiempo fue de 7 hrs., existiendo relación directa en la que a mayor densidad de carga mayor fue el tiempo de secado.

En la apreciación de los gráficos con respecto a la variación de Kg. H<sub>2</sub>O / Kg. S.S. en relación al tiempo en todos los casos tiene similitud respecto a las curvas obtenidas, de igual manera las de velocidad de secado respecto al contenido de humedad.

En conclusión apreciamos que los experimentos más sobresalientes de esta serie de experiencias con el factor común de 7 mm. de espesor son los experimentos N° 3 y 6, de las cuales se puede afirmar que el experimento N° 3 se destacó por cumplir las características buscadas entre los diferentes ítems de selección que se expondrán posteriormente.

Fig. 25: Velocidad de secado de los experimentos con espesor 7mm y diferentes densidades de carga.



#### **4.2.4. SELECCIÓN FINAL**

Los ítems de selección para el mejor experimento estuvieron basados en las siguientes especificaciones:

- Apariencia adecuada.
- Menor tiempo de procesamiento.
- Humedad moderada adhoc para el producto.
- Mayor densidad de carga, así como mayor cantidad de masa procesada, por ser más rentable comercialmente.

En la serie de experimentos con un espesor de 3 mm. de espesor destacó el experimento N° 7, en la serie de experimentos con un espesor de 5 mm. Sobresalió el experimento N° 5, y en la serie de experimentos de 7 mm. de espesor, se destacó el experimento N° 3.

Remitiéndonos a los ítems de selección del mejor experimento encontramos que el experimento N° 7 cumplió con dichas especificaciones.

#### **4.3. EVALUACION DEL PRODUCTO FINAL :**

##### **4.3.1. ANÁLISIS ORGANOLÉPTICO**

Los resultados del producto final son presentados a continuación.

**Tabla 27: PRUEBA DE CALIFICACION EN PRODUCTO FINAL PASTA  
DE TRUCHA (Presentación de sopa Instantánea)**

<b>VARIABLE</b>	<b>PUNTAJE</b>
• Apariencia General	4,2
• Olor	3,9
• Color	2,7
• Textura	2,5
• Sabor	4,4
<b>TOTAL</b>	<b>17,7</b>

(\*) Resultados promedio

El producto final fue calificado como excelente con 17,7 ya que se trata de un producto que ha sido mejorado con las pruebas sucesivas.

Sus características organolépticas fueron presencia de coloración brillante, olor y sabor agradable, con textura jugosa.

#### **4.3.2. ANALISIS DE COMPOSICION PROXIMAL**

En la Tabla 28 muestra los resultados de la composición química proximal de la pasta de trucha deshidratada en presentación de sopa instantánea



**Tabla 28: COMPOSICION QUIMICA EN PRODUCTO FINAL**  
**PASTA DE TRUCHA (Presentación de sopa Instantánea)**

COMPONENTE	PORCENTAJE
Humedad	5,69 %
Grasa	16,31 %
Proteína (Nx6.25)	42,31 %
Ceniza	2,70 %
Energía	448,00 Kcal

(\*) Análisis por duplicado

Se observa un incremento en la grasa, proteína y ceniza, debido a la disminución en el porcentaje de humedad, por la deshidratación que experimenta la materia prima durante el proceso de deshidratación. La ceniza se incrementa parcialmente en parte por la deshidratación y también por la penetración del soyo y cloruro de sodio en el proceso de macerado.

El contenido proteico se eleva a casi 3 veces el contenido inicial, pudiendo afirmar que este producto obtenido posee un alto valor proteico. Este incremento se puede atribuir a la adición de la salsa de soya rica en proteínas.

El contenido de grasa se incrementa debido a la adición de aceite, así como también la misma deshidratación incide en este aspecto. El aumento de cenizas se incrementa debido al efecto de la sal y salsa japonesa con alto contenido de minerales.

### 4.3.3. ANALISIS MICROBIOLOGICO

Los resultados de los análisis microbiológicos para el producto final de pasta de trucha deshidratada en presentación de sopa instantanea se muestra en la Tabla 29.

**Tabla 29. ANALISIS MICROBIOLOGICO EN PRODUCTO FINAL**

<b>PASTA DE TRUCHA (Presentación de sopa Instantanea)</b>	
<b>PRUEBAS</b>	<b>RESULTADO</b>
<b>I.-EXAMEN BACTERIOLOGICO</b>	
1.1. Numeración total de gérmenes viables	Negativo
1.2. Exámen cualitativo de coniformes	Negativo
1.3. Exámen confirmativo	Negativo
<b>II.- EXAMEN MICOLOGICO</b>	
2.1. Exámen para hongos y levaduras	Negativo
<b>III.- CONCLUSION</b>	Es apto para el consumo
(*) Análisis por duplicado	

Estos resultados muestran que el producto final obtenido en la presente investigación fue de excelente calidad microbiológica al dar como resultado en el análisis cualitativo negativo, probablemente sea por el tratamiento recibido, así como el efecto de los preservantes adicionado,. En consecuencia es apto para el consumo humano.

### 4.4. ESTABILIDAD DEL PRODUCTO FINAL

El tiempo de almacenamiento del producto fue de 0, 30 y 60 almacenándose a dos condiciones diferentes, al medio ambiente (15 – 20°C) y en refrigeración (3-5°C)

donde se realizaron controles organolépticos, químicos y microbiológicos en el tiempo de evaluación mencionado.

#### **4.4.1. ANALISIS DE ESTABILIDAD ORGANOLEPTICA**

Los resultados del análisis organoléptico son mostrados en el Tabla 28 a los 0, 30 y 60 días de su almacenamiento en condiciones de medio ambiente y en refrigeración.

La información de la Tabla 28 permite formar una idea de la calidad fisico-organoléptica del producto a los 30 y 60 días de almacenamiento.

Los cambios organolépticos se manifestaron a partir de los 60 días observándose lo siguiente:

- La apariencia general permanece inalterable tanto al medio ambiente como en refrigeración.
- El primer cambio que se observa es a condiciones de medio ambiente, a los 30 días presentando en cuanto al olor bajo un poco con respecto a las otras muestras.
- Los otros cambios que se presentan también son a condiciones de medio ambiente en cuanto al sabor y la textura bajando su calidad con respecto a las otras muestras.
- Las muestras a condiciones de refrigeración hasta los 60 días permanecen inalterables.
- La textura del producto almacenado al medio ambiente y en refrigeración permanecen inalterable, excepto al casi alcanzar los 60 días se observa un ligero ablandamiento.

- La apariencia general con ligero apelmazamiento del producto almacenado en refrigeración al los 60 días.
- Se llega a obtener producto almacenado en condiciones de refrigeración hasta los 60 días, el que permanece inalterable, debido a la acción de los compuestos químicos adicionados.



Tabla 30: Estabilidad del producto almacenado según evaluación organoléptica

CARACTERÍSTICA	CALIFICACION	CONDICION DE ALMACENAMIENTO														
		MEDIO AMBIENTE						REFRIGERACION								
		0 días		30 días		60 días		30 días		60 días		M4				
		Testigo	M1	Testigo	M1	Testigo	M1	Testigo	M2	Testigo	M2	Testigo	M3	Testigo	M4	
APARIENCIA GENERAL	• Bueno	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
	• Regular															X
	• Malo															
OLOR	• Característico	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
	• Aceptable				X										X	
	• Extraño							X	X							
	• Brillante	X	X									X	X			
COLOR	• Típico			X											X	X
	• Regular				X			X								
	• Empobrecido								X							
	• Característico	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
SABOR	• Rancidez							X	X							
	• Anormal															
	• Firme	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
TEXTURA	• Blanda							X	X	X	X	X	X	X	X	X

#### 4.4.2. ANÁLISIS DE COMPOSICION QUIMICA PROXIMAL DEL PRODUCTO FINAL A LOS 0, 30 Y 60 DIAS DE ALMACENAMIENTO

**Tabla 31: Análisis de composición proximal del producto final.**

COMPONENTES	CONDICION DE ALMACENAMIENTO				
	DIA CERO	MEDIO AMBIENTE		REFRIGERACION	
		DIA 30	DIA 60	DIA 30	DIA 60
Humedad	5,69 %	5,92 %	7,30 %	4,19 %	6,20 %
Grasa	16,31 %	16,89 %	17,20 %	17,80 %	15,32 %
Proteína (N X 6,25)	42,31 %	45,31 %	40,29 %	58,32 %	43,29 %
Ceniza	2,70 %	3,68 %	3,42 %	2,70 %	3,53 %

##### 4.4.2.1.1. VARIACION DE HUMEDAD DEL PRODUCTO DURANTE SU ALMACENAMIENTO

Las variaciones de humedad que se observa en los gráficos indican que no son muy notables después de 60 días de almacenamiento.

En ambos casos, el almacenamiento al medio ambiente y refrigerado la variación de humedad tiende a subir. Esta prueba además permite observar que no existe diferencias importantes respecto a la permeabilidad al vapor de agua entre los empaques utilizados.

La atmósfera circundante en el almacenamiento al medio ambiente y en refrigeración es por encima de la humedad relativa de equilibrio (mayor de 50% H.R.), es por esto que el alimento tiende a recoger humedad de la atmósfera. Kneule (1976) menciona que si un producto de naturaleza higroscópico se encuentra en contacto con

vapor de agua, el producto adsorbe dicho vapor, hasta que se produzca un estado de equilibrio.

#### **4.4.2.2. VARIACIÓN DE GRASA, PROTEÍNAS Y CENIZAS DEL PRODUCTO DURANTE SU ALMACENAMIENTO**

La variación de las grasas no es muy significativa, manteniéndose con un comportamiento similar al medio ambiente y en refrigeración este resultado es efecto de la adición de antioxidante (ácido ascórbico) tal como lo menciona Desrosier (1982) quien manifiesta que un control efectivo ante la oxidación de las grasas es la protección con antioxidantes.

Respecto a las proteínas la variación es más notable debido a que influye bastante el método de secado con el posterior almacenamiento para su parcial reversibilidad.

Las cenizas se mantienen sin mayor variación, colaborando con el encafecimiento de los productos con contenidos de humedad entre el 1 y 30% (Desrosier, 1982).

#### **4.4.3. DETERMINACION DE INDICE DE PEROXIDOS**

**Tabla 32: Variación de índice de peróxido durante su almacenamiento en el producto final (ml/g de Tiosulfao de sodio 0,002 N)**

<b>CONDICION DE ALMACENAMIENTO</b>				
	<b>MEDIO AMBIENTE</b>		<b>REFRIGERACION</b>	
<b>DIA CERO</b>	<b>DIA 30</b>	<b>DIA 60</b>	<b>DIA 30</b>	<b>DIA 60</b>
64,00	66,30	69,22	65,00	67,72

#### 4.4.3.1. VARIACIONES DE LOS ÍNDICES DE PERÓXIDOS DEL PRODUCTO ENVASADO DURANTE SU ALMACENAMIENTO

Los valores de los Peróxidos tienden a variar en forma de una curva normal, alcanzando valores medios y volviendo a decaer los mismos; es el comportamiento normal a lo largo de los meses de almacenamiento, el cual manifiesta de esta manera la vida útil (Hidalgo, 1985).

En nuestro caso, los valores alcanzados son mayores que los iniciales, lo cual determina que si se almacenaría por más tiempo nuestro producto, estos valores decaerían hasta un valor similar al inicial.

Este comportamiento de las curvas resultantes del análisis de Peróxidos indican que existe una parcial oxidación, ya que según Braverman (1980) los productos deshidratados poseen una velocidad de oxidación muy rápida y casi independiente de la presión de oxígeno, el empaque adecuado podría retardar el deterioro oxidativo, pero no protegen absolutamente a este problema técnico.

Ahora bien, el índice de peróxidos en el producto almacenado al medio ambiente es mayor que el producto refrigerado, puesto que la refrigeración de 3 a 6 °C retarda la velocidad de oxidación, pero en ambos casos no se ha desarrollado notablemente reacciones de rancidez oxidativa ya que después de 130 días de almacenamiento el producto es aceptable tanto organoléptica como microbiológicamente.



#### 4.5. SELECCION DEL PRODUCTO FINAL:

##### 4.5.1. PROCEDIMIENTO

La evaluación organoléptica se realizó a través de un panel de degustadores aplicando la tabla de evaluación organoléptica de ahumado de colas de camarón envasadas en aceite (ver anexo N° 04).

Resultados del análisis organoléptico del experimento para la selección del producto final.

**Tabla 33: Selección del producto final análisis organoléptico**

VARIABLE	A.G	Color	Olor	Text	Sabor	Total *
Producto final	3,8±1.58	2,9±0.78	2,8±1.05	2,9±0.59	3,7±0.87	16,1±1.45

(\*) Resultados promedio

A.G. Apariencia general

Text. Textura

El producto final fue calificado con 16,1 siendo excelente, ya que se trata de un producto que ha sido mejorado con cada prueba

Luego de realizado dicho análisis se aplicó la prueba de aceptabilidad para comprobar estadísticamente el grado de aceptación (ver anexo, 05).

**Tabla 34: Selección del producto final prueba de aceptabilidad**

CALIFICACION	
PANELISTA	A <sub>1</sub>
1	4
2	5
3	3
4	3
5	4
6	5
7	5
8	3
9	4
10	2

A los datos se les aplicó la prueba estadística de "t", como se muestra en el anexo N° 04

Los resultados obtenidos son mostrados en el cuadro N° 16

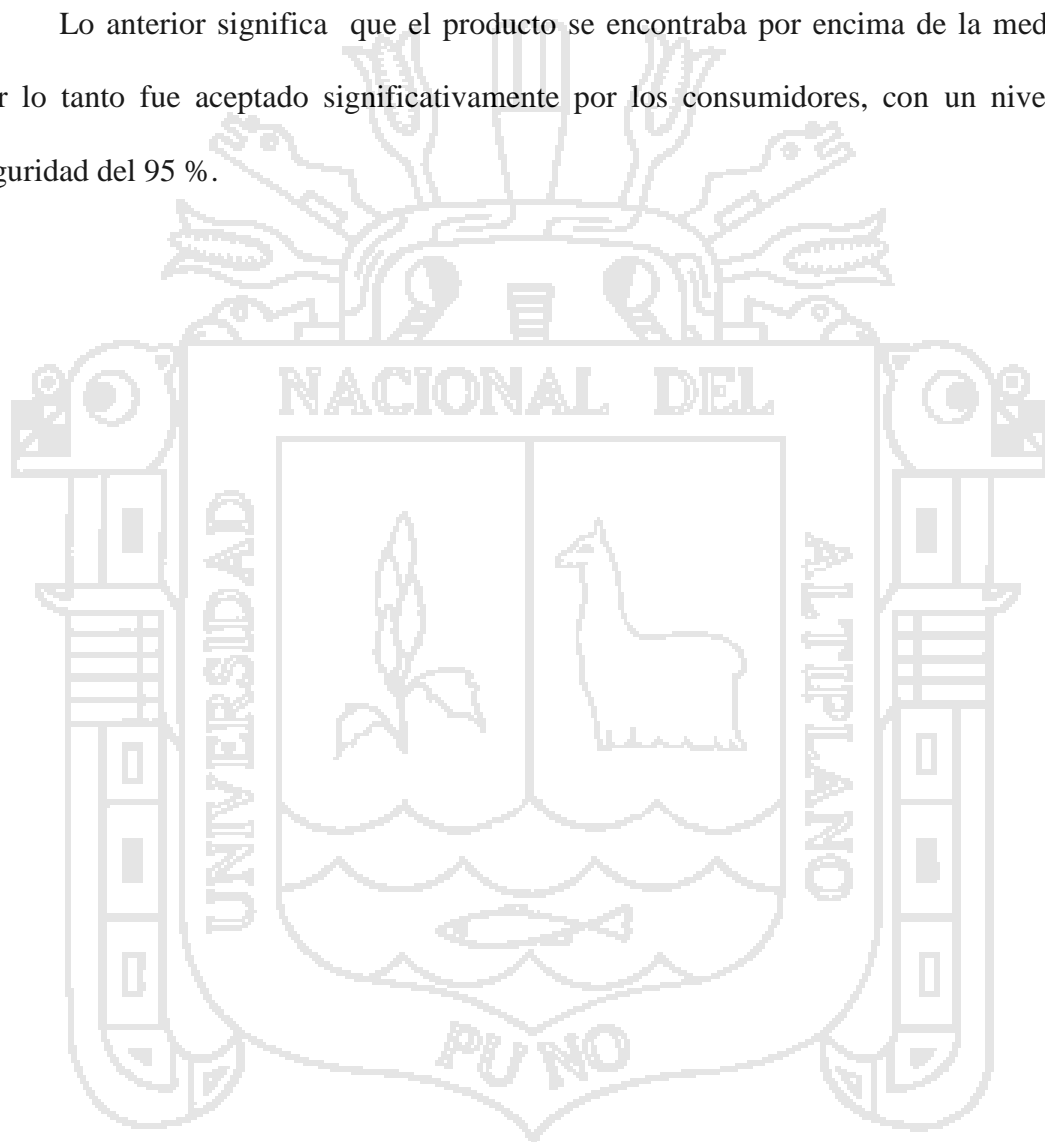
**Tabla 35: Selección del producto final resultados de la prueba de "t"**

Hipótesis	Producto	T <sub>c</sub>	T <sub>t</sub>	Conclusión
H <sub>p</sub> : Mo = 3	Producto	5,88	1,833	t <sub>c</sub> > t <sub>t</sub>
H <sub>a</sub> : U > U <sub>o</sub>	Final			

El análisis estadístico mostró que  $f_c$  es mayor que  $f_t$ ; por lo que existía diferencia estadística.

Además los resultados concluyen que  $H_a > H_p$ . Dónde: la hipótesis planteada ( $H_p$ ) se rechaza y se acepta la hipótesis alterna ( $H_a$ ).

Lo anterior significa que el producto se encontraba por encima de la media y por lo tanto fue aceptado significativamente por los consumidores, con un nivel de seguridad del 95 %.



#### 4.6. BALANCE DE MATERIA

En la figura 26 se muestra el flujo grama que se siguió en esta investigación la cual se realizó el balance de materia prima en el proceso de pasta de trucha (*Oncorhynchus mykiss*) en presentación de sopa instantánea.

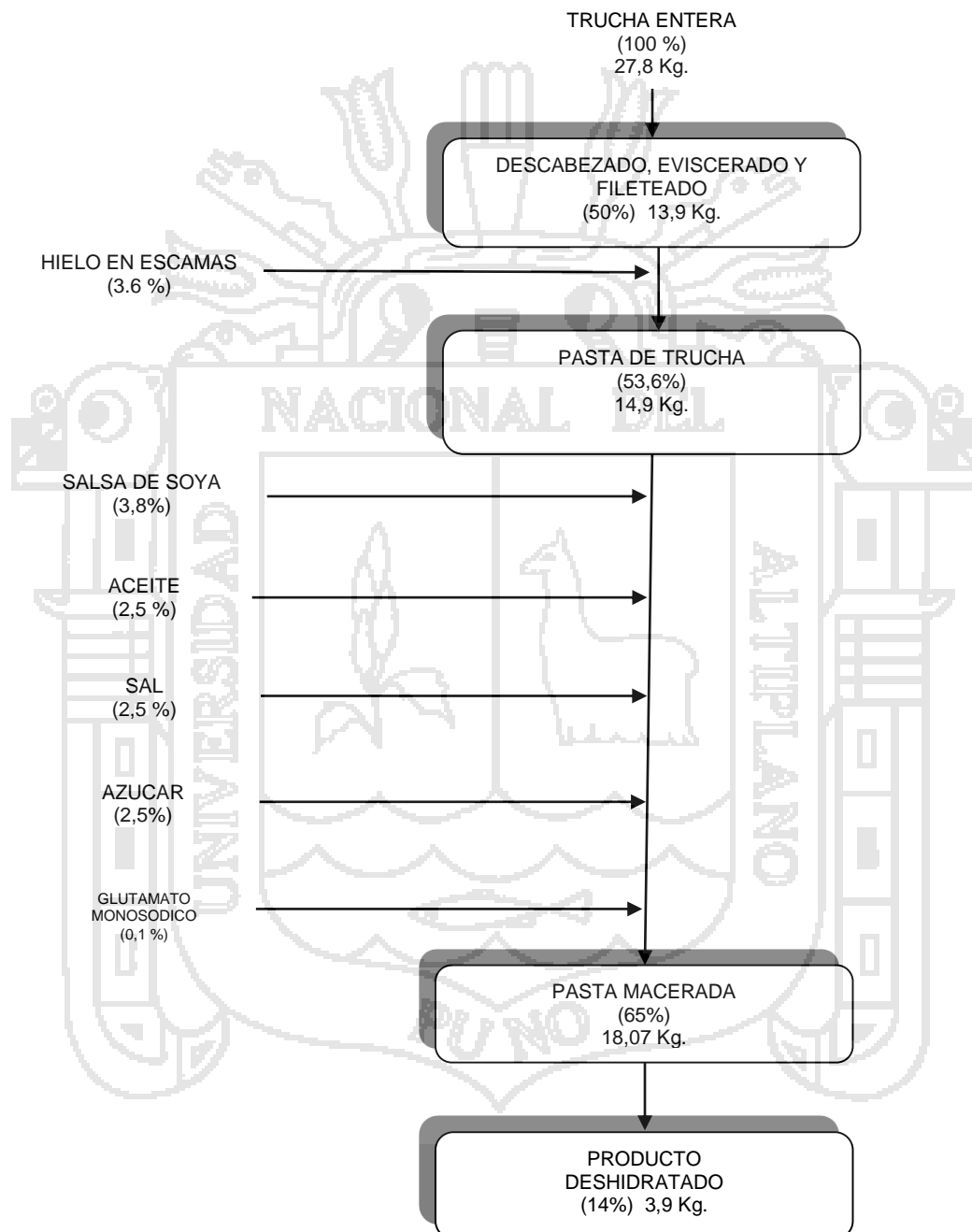


Fig. 26: Balance de materia prima del proceso de pasta de trucha (*Oncorhynchus mykiss*) en presentación de sopa instantánea.

#### 4.7. ESTIMACIÓN DE COSTOS DE PRODUCCIÓN A NIVEL DE LABORATORIO

##### 1. MATERIA PRIMA..... s/. 6,80

Cantidad : 4 Kg.

Costo por Kg. s/. 1,70.

##### 2. MANO DE OBRA..... s/. 13,00

01 Responsable durante 10 horas..... s/. 13,00

##### 3. GASTOS DE PROCESAMIENTO..... s/. 3,22

###### A. Insumos .....s/. 0,55

Sal s/. 0,10

Azúcar s/. 0,15

Aceite s/. 0,10

MSG s/. 0,10

Hielo s/. 0,10

###### B. Aditivos:..... s/. 0,55

Sorbato de Potasio s/. 0,30

Ácido Ascórbico s/. 0,25

###### C. Envases:..... s/. 0,92

Bolsas de Nylon Polietileno

Cantidad 19

Costo por unidad 0,048

###### D. Servicios:..... s/. 1,20

Agua Aprox. 0.5 m<sup>3</sup> s/. 0,50

Luz Aproximada 0.25 Kw/h s/. 0,70

**TOTAL COSTOS** ..... s/. 23,02

- Producción Final:

565 gr .....19 Bolsas de 30 gr. c/u aprox.

- Costo Unitario:

s/. 23,02 / 19 Bolsas = s/. 1,21

Varían de Acuerdo al Nivel de Producción que se Utilice.



## V. CONCLUSIONES

1. Los parámetros registrados del mejor proceso fueron los siguientes:

Densidad de carga: 90%

Espesor: 3 mm

Tiempo óptimo: 7 horas

2. El producto obtenido presentado al panel de degustación mostró grado de aceptabilidad altamente significativo:

Producto Final  $t_c > t_t$  5.88 > 1.833

3. El producto almacenado al medio ambiente y en refrigeración durante 60 días presentó estabilidad organoléptica, química y microbiológica, siendo apto para el consumo humano
4. El rendimiento a nivel de balance de materia prima con respecto al producto final fue de 14%.
5. El costo de producción a nivel experimental y/o de laboratorio alcanzó un valor unitario de s/. 1.21 en presentación de bolsas de 30 gramos aproximadamente.

## VI. RECOMENDACIONES

1. Evaluar parámetros y/o tecnologías similares utilizando secadores solares con otras especies ícticas.
2. Diseñar secadores en continuo bajo el mismo principio de incidencia de radiación solar a fin de evitar interrupciones en el proceso.
3. Evaluar y /o investigar el efecto de aditivos químicos como conservantes y estabilizantes y sus incidencia en la calidad del producto final.
4. Evaluar con mayor profundidad el aspecto económico, con la finalidad de llevarlo a nivel industrial.





**VII. BIBLIOGRAFIA**

- A.O.A.C (1980) Asociation of Oficial Metthods of Analitical Chemists. William Horwints 31 Edition, Washingtgon D.C. 1038 USA BOARD
- ADRIAN J (1990) La Ciencia de los Alimentos de la A a la Z Editorial Acribia , Zaragoza – España
- BERTULLO, V (1975), Tecnología de los Productos Pesqueros y Subproductos de Pescado, Moluscos y Crustáceos. Editorial Hemisferio Sur Buenos Aires Argentina
- BRAVERMANN, J. B. (1980), Introducción a la Bioquímica de los Alimentos Editorial Omega S.A. Barcelona España
- BRENANN, J. G. (1980) Las Operaciones de la Ingeniería de los Alimentos Editorial Acribia, Zaragoza España
- BURGESS, G. (1979) El Pescado y la Industrias Derivadas de la Pesca. Editorial Acribia, Zaragoza España
- CALZADA, B. J. (1979), Métodos Estadísticos para le Investigación, Editorial Jurídica UNA, Lima – Perú
- CABALLERO Y ROA. (1982), Utilización de Harina de Merluza (*Merluccius gayi* peruanus) para la elaboración de Sopas Deshidratadas de Pescado. Tesis UNFV Lima - Perú
- CARDENAS, C.; GONZALEZ, E. CORDOBA, G. Y COHAILA, L (1979), Características Físicas Y Químicas de las Principales Especies Marinas para Consumo Humano. IMARPE, Informe N° 52, Callao – Perú

- CODEES ALIMENTARIUS (1991) Norma del Codees para la Sal de Calidad Alimentaria (Norma Mundial) Codees Stan 150 – 1985 Vol. I
- CONNEL, J.J. (1978), Control de la Calidad del Pescado. Editorial Acribia, Zaragoza España
- CORNEJO, A. (1980) Estudio de la Elaboración de Hot- Dog de Pescado a partir de Jurel, Merluza Y Tollo. Tesis, Ing. Pesquero; Universidad Nacional Agraria de la Molina – Perú
- CHEFTEL, J. Y CHEFTEL, H. (1980), Introducción a la Bioquímica de los Alimentos, Vol. I, Editorial Acribia, Zaragoza España
- CHEFTEL, J. Y CHEFTEL, H. (1989) Introducción a la Bioquímica y Tecnología de los Alimentos, Vol. I - II, Editorial Acribia, Zaragoza España
- CHIRICHIGNO, N. (1974), Clave para Identificar los Peces Marinos. IMARPE, Informe N° 44. Callao – Perú
- DESROSIER, N. W. (1983), Elementos de Tecnología de Alimentos. Editorial CECSA México D. F.
- DESROSIER, N. W. (1982), Conservación de los Alimentos. Editorial Continental S. A. México
- EVANS DEL C, J. E. (1973), Evaluación de las Condiciones Ambientales de la Sierra Peruana para la Deshidratación de Alimentos – Proyecto Multinacional en Tecnología de Alimentos de la O.E.A. , Editorial O.E.A. ; Lima Perú

- FENNEMA, o. (1982), *Introducción a la Ciencia de los Alimentos*, Editorial Reverte, Barcelona España
- FRAZIER, S. C. (1976) *Microbiología de los Alimentos*. Editorial Acribia Zaragoza – España
- FREIRIA, M. J. , FREIRIA, M. C. (1994), *Análisis de Antioxidantes*; Revista Alimentación Equipos y Tecnología Abril, p. 47 – 53
- GERHARDT. U. (1975), *Especies y Condimentos*, Editorial Acribia Zaragoza – España
- GERHARDT. U. (1980), *Aditivos e Ingredientes*, Editorial Acribia Zaragoza – España
- GUERRERO, L. Y NÚÑEZ, M. J. (1991), *El Proceso de Secado en los Alimentos*, Revista Alimentación Equipos Y Tecnología, Diciembre, p. 111 – 115
- GUZMÁN, A. (1995) *Elaboración de Salchichas Tipo Hog – Dog a partir de Pejerrey, Jurel, Merluza y Tollo* Tesis, Ing. Pesquero; Universidad Nacional Agraria de la Molina – Perú
- HAWTHORN, J. (1983), *Fundamentos de la Ciencia de los Alimentos*, Editorial Acribia Zaragoza – España
- IESS, r. (1970), *Principio de Envasado de los Alimentos (Guía Internacional)*, Editorial Acribia Zaragoza – España
- INSTITUTO DE INVESTIGACIÓN TECNOLÓGICA Y DE NORMAS TÉCNICAS. (1974); *Norma Técnica Peruana NTP 209.037. Sopas Deshidratadas*. Lima – Perú.
- HELEN, C. (1991), *Tecnología de Alimentos*, Editorial Limusa, México D.F.

- HIDALGO, h. (1985), Deshidratado de Jurel Sazonado Empacado al Vacío en Films Sintéticos Tesis, Ing. Pesquero; Universidad Nacional Agraria de la Molina – Perú
- I.T.P. (1989), El Análisis Sensorial en Alimentos, Vol I Callao Perú
- IMARPE, I.T.P. (1980) Informe de Evaluación de los Recursos Pesqueros Anchoveta, Sardina, Jurel y Caballa a Julio de 1980; Editorial IMARPE, Callao – Perú
- IMARPE I.T.P. (1996), Compendio Biológico Tecnológico de las Principales Especies Hidrobiológicas Comerciales del Perú. Editorial Stela Lima – Perú
- INEI (1994), Anuario Estadístico Estadísticas de Comercialización, Extracción y Volumen de Recursos Pesqueros Peruanos. Editorial INEI, Lima – Perú
- INFORMACIÓN DE SENAMHI (2003), Información Meteorológica Correspondiente al año 2002. Observación Puno – Perú
- ITINTEC (1976), Segundo Seminario de Energía Solar, Volúmenes I y II, Realizados en la ciudad de Arequipa
- ITINTEC (1984), Informes Pss3 - Pss4 – Pss5, Sobre el Convenio Peruano Alemán para el Desarrollo de Secadores para Productos Agrícolas y Alimenticios Perú
- KNUELE, F. (1976), El Secado Enciclopedia de Tecnología Química, Tomo I URMO S.A. de Ediciones BILBAO; España
- LABUZA, T. P. (1980), The Effect of Water Actyvity on Food Deterioration Food Technology. Abril p. 36 – 40
- LAWRIE, R. A. (1977), La Ciencia de los Alimentos, Editorial Acribia Zaragoza – España

- LENHINGER, A. (1982), Bioquímica, Editorial Omega S.A. Barcelona España
- LUCK, E. (1981), Conservación Química de los Alimentos, Editorial Acribia Zaragoza  
– España
- LUDDORF. W. (1963). El Pescado y los Productos Derivados de la Pesca, Editorial  
Acribia Zaragoza – España
- LUDORFF. W. Y MEYYER, V (1978), El Pescado y los Productos de la Pesca,  
Editorial Acribia Zaragoza – España
- MENDOZA, N. (1995) Estudio sobre la Elaboración de una Semi – Conserva de  
Pejerrey de Lago, Marinado en Frío Tipo Roll – Mops Tesis Ing Pesquero  
Universidad Nacional de San Agustín
- MIPE (1995), Estadísticas de Comercialización de Productos Hidrobiológicos Arequipa  
Perú
- MULTON, J.L. (1988), Aditivos y Auxiliares de Fabricación en las Industrias  
Agroalimentarias, Editorial Acribia Zaragoza – España
- NEAVE, V. H. (1989), Introducción a la Tecnología de Productos Pesqueros, Editorial  
Continental S.A. de C.V. México
- NICKERSON, J. (1981), Microbiología de los Alimentos, Editorial Acribia Zaragoza  
– España
- NONGRADOS, R. (1985), Efectos del Tratamiento Térmico Sobre las Proteínas de  
Jurel, Tesis Ing. Pesquero, Universidad Nacional Agraria de la Molina Lima – Perú

- NUÑUZ, C. (1996), I Curso Sobre Deshidratación de los Alimentos Universidad Católica de Santa María Arequipa – Perú
- ORDÓÑEZ, L. (1995), Estudio Experimental de Procesamiento de Salado y Secado de Pota Tesis Ing. Pesquero Universidad Nacional de San Agustín Arequipa – Perú
- PERALTA, C. (1982), Estudio de la Elaboración de la Mortadela a Partir de Tollo, Cachema y Jurel, Tesis Ing. Pesquero Universidad Nacional Agraria de la Molina
- PONCE, E. (1987), Investigación Tecnológica para el Secado del Ajo y de la Cebolla por el Método de la Radiación Solar. Tesis Ing. Químico; Universidad Nacional de San Agustín Arequipa – Perú
- POTTER, N. (1978), La Ciencia de los Alimentos, Editorial Harla, México
- REICHERT, J.E. (1994), Influencia del Ácido Ascórbico y el Ascorbato Sódico en la Calidad de los Productos Cárnicos, Revista Alimentación Equipos Y Tecnología Setiembre p 67 – 68.
- RIVASPLATA. H. (1980) Estudio Comparativo de los Métodos Organolépticos y Químicos de la Evaluación de Frescura de Caballa, Jurel y Pejerrey Enteros Eviscerados Almacenados en refrigeración Tesis Ing. Pesquero Universidad Nacional Agraria de la Molina. Lima – Perú
- ROBACHI, M. C. (1980) Use Of Preservatives to Control Microorganisms in Food . Food Technology. October p 82
- ROCKLAND, L. B. Y NISHI, S. (1980), Influence of Water Activity on Food Product Quality an Stability. Food Technology Abril p 36 – 40

- SALAS, W. F. (1996), I Curso Sobre Deshidratación de los Alimentos Secado Solar  
Universidad Católica de Santa María Arequipa – Perú
- SALFIELD, J. R. (1977), Practicas de Ciencias de los Alimentos, Editorial Acribia  
Zaragoza – España
- SANCHEZ, J. Y LAM, F. (1970), Características Físicas Químicas de las Principales  
Especies de Consumo Humano y sus Rendimientos en Productos Pesqueros en el  
Perú. IMARPE, Informes N° 53, Callao – Perú
- SÁNCHEZ, G. Y MUCK, P (1987), Situación Alimentaria de Jurel en un año normal  
(1979) y en el Niño (1982/83). Volumen 11 (4) IMARPE, Callao – Perú
- SANCHEZ, R. J. Y SIMIC, V.E (1973), Historia Marítima del Perú Tomo I Vol. 2
- SCHUMDT, H. (1979), Aditivos y Contaminantes de Alimentos. Edit. By Fundación.  
Santiago de Chile; Chile.
- TREYBAL, R.E. (1973), Operaciones de Transferencia de Masa. Editorial Hispano  
Americana S. A. Buenos Aires Argentina
- VALDIVIA, M. (1995), Elaboración de Ensilado de Residuos de Jurel por Método  
Biológico Tesis Ing. Pesquero. Universidad Nacional de San Agustín. Arequipa –  
Perú
- VARGAS, J. (1994), Los Aditivos en la Industria Cárnica, Revista de Alimentos  
Procesado Texas – EUA
- VICETTI, R, SALAS A. Y SILVA, R. (1990), Prevención de la Oxidación de los  
Lípidos de la Sardina Salada; Boletín de Investigación I.T.P.; Callao – Perú

VIDAL, B. D. ; GIMENO, A. V. FITO. M. P. Y TARRAZO, M. J. (1986) La actividad de Agua en los Alimentos Equipos y Tecnología Octubre p. 37 – 45

VIDALON, C. (1975), Deshidratación de Procesos Hortícolas, Zapallo Revista Anales Científicos UNALM Lima – Perú

VIDALON, C.; TÉLLEZ, J. (1975), Industrialización de la Carne de Alpaca (Deshidratación), Revista Anales Científicos UNALM Lima - Perú









ANEXO N° 01

TABLA DE EVALUACIÓN FÍSICO - ORGANOLÉPTICA DE TRUCHA (*Oncorhynchus mykiss*) FRESCA DE CULTIVO

CALIDAD GRADO I: CARACTERÍSTIC	APARIENCIA GENERAL	BRANQUIAS		OJOS	ESCAMAS	TEXTURA	VIENTRE	MUSCULOS (MIOMEROS)	VISCERAS	PAREDES VENTRALES
		COLOR	OLOR							
8 - 9	Piel brillante iridiscente, translúcido, dorso plateado característico, parte ventral color blanco iridiscente, línea lateral color rosado, mucosidad transparente.	Rosado vivo brillante, filamentosas.	Característico a algas de agua dulce.	Transparente iridiscente, convexos, claros y brillantes.	Firmemente adheridas, brillantes.	Firme elástica y flexible al tacto.	Firme al tacto, poro anal cerrado.	Translucidos, asalmonada brillante, miómeros unidos, firmes, se observa gotas de sangre en la columna vertebral, olor a agua dulce.	Olor a algas de agua dulce ó neutro y bien diferenciadas.	Intactas, peritoneo negro, liso y brillante, espinas firmemente adheridas.
		7	Rosado aún filamentosas.	Característico a agua dulce ó neutro.	Ligeros claros y convexos.	Adheridas y brillantes.	Elástica, aún firme al tacto.	Ligeramente firme al tacto, poro anal cerrado.	Aún translúcidos, color asalmonado brillante, miómeros unidos y firmes, olor neutro.	Olor neutro aún intactas, diferenciadas, firmes y brillantes.
6	Ligeramente poco brillo, dorso plateado, parte ventral ligera coloración rosada, decoloración en la línea lateral, poca mucosidad de coloración blanquecina opaca.	Rosado a rojo oscuro, aún filamentosas.	Ligero ácido y/o neutro.	Ligero opaco, planos.	Aún adheridas, pero se desprenden con facilidad.	Algo blanda a la presión dactilar, recupera su forma.	Algo blando al tacto, poro anal ligero abierto.	Color asalmonado, miómeros ligero separados, ligero pastoso olor neutro.	Olor neutro, poco diferenciadas.	Ligero desprendimiento de espinas y peritoneo.
4 - 5	Poco brillo, dorso plateado oscuro, decoloración de la piel, parte ventral ligera coloración rosada opaca, ausencia de mucosidad, pérdida de color en la línea lateral.	Rosado oscuro, algo deteriorado.	Olor a fango, ligero ácido.	Opaco blanquecino, ligero cóncavos.	Ligeramente adheridas, sin brillo.	Blanda a la presión dactilar.	Muy blando al tacto, poro anal abierto.	Color asalmonado, miómeros separados, blando pastoso olor a descomposición.	Inicio de lisis, olor ligero ácido, no diferenciadas, acuosas y/o digeridas.	Peritoneo roto y lisis, desprendimiento de espinas y coloración roja al interior de la columna vertebral.
		1 - 2 - 3	Marrón, deteriorados amarillento alterado.	Desagradable, a descomposición.	Blanquecino cóncavos y hundidos.	Sin brillo y sueltas.	Muy blanda a la presión dactilar.	Vientre reventado.	Color asalmonado opaco, muy blanda, pastosa, pútrido, desagradable.	Olor nauseabundo, acuosas y/o digeridas.

FUENTE : ( Valderrama , 2002)

## ANEXO N° 02

**ANÁLISIS DE MADURES SEXUAL ESCALA INTERNACIONAL DE MAIER  
MODIFICADO POR RAENZ (1976)**

ESTADIO	HEMBRAS	MACHOS
I	Virginal ovarios en forma de cinta fina y transparente , irrigación sanguínea imperceptible , ovulos no visibles	Inmaduro : Testículo en forma de filamento muy delgados y de textura firme y transparente, vasos sanguíneos imperceptibles
II	En maduración : Ovarios en forma de cuchilla de color anaranjado y opaco , irrigación sanguíneas poco acentuada ovulos no visibles	En maduración : Testículos en forma de filamentos gruesos que el estadio anterior , de color rojizo o blanquecino , vasos sanguíneos no visibles .
III	Próximo a la madurez los ovarios ocupan aproximadamente la mitad de la cavidad ventral , color amarillo grisaseo y pocos ovulos visibles	Próximo a la madurez testículos en forma de hueso , en un corte transversal tiene forma primática , color blanco nacarado , no fluye semen al presionarlo , vasos sanguíneos perceptibles.
IV	Maduro : Los ovarios llenan la cavidad ventral ovulos son redondos de color amarillo ceniza son fácilmente liberado de la membrana ovárica vasos sanguíneos bien acentuados los ovulos salen al exterior a la leve presión del vientre.	Maduro : Testículo siempre de color blanco nacarado vasos sanguíneos desarrollados ,fluye el semen de una leve presión del testículo
V	Desovado: Ovarios flácidos semejantes a sacos vacíos de color rojo vinoso.	Gastado : Testículos flácidos , parecidos a sacos vacíos de color blanco rojizo.

## ANEXO N° 03

## MODELO EMPLEADO EN EL PANEL DE DEGUSTACIÓN

## I.- ANÁLISIS ORGANOLÉPTICO DE PASTA DE TRUCHA - EN PRESENTACION DE SOPA INSTANTANEA

<b>A) APARIENCIA GENERAL</b>	<b>PUNTAJE</b>
• Buena apariencia, brillante, gránulo homogéneo ( ).	4
• Pérdida de brillo gránulo heterogéneo ( ).	3
• Presencia de ligero apelmazamiento ( ).	2
• Apelmazado con presencia de espinas y piel ( ).	1
<b>B) OLOR</b>	
• Aromáticos, ausencia de olores extraños ( ).	3
• Dulzón, ausencia de olores rancios y/o extraños ( ).	2
• Presencia de olores rancios ( ).	1
<b>C) COLOR</b>	
• Pardo amarillento, brillante ( ).	3
• Pardo oscuro amarillento, con pérdida de brillo ( ).	2
• Pardo oscuro y opaco ( ).	1
<b>D) TEXTURA</b>	
• Suave pero firme ( ).	3
• Suave sin firmeza ( ).	2
• Apelmazado ( ).	1
<b>E) SABOR</b>	
• Ligeramente agridulce y ausencia de sabores extraños ( ).	4
• Sabor dulce acentuado ( ).	3
• Ligeramente amargo y rancio ( ).	2
• Amargo y rancio ( ).	1

<b>CALIFICACIÓN</b>	
EXCELENTE	15 -17
MUY BUENO	13-14
BUENO	9 _- 11
REGULAR	6 – 8
MALO	MENOS DE 4 PUNTOS

## ANEXO N° 4

## MODELO EMPLEADO EN EL PANEL DE DEGUSTACIÓN

## II.- PRUEBA DE ACEPTABILIDAD

## PASTA DE TRUCHA - EN PRESENTACION DE SOPA INSTANTANEA

Una vez degustado el producto, si usted tendría que asignarle una calificación lo calificaría como:

CALIFICATIVO	PUNTAJE
EXCELENTE	( ) 10
MUY BUENO	( ) 9 – 8
BUENO	( ) 7 – 6
REGULAR	( ) 5
MALO	( ) 4 – 3
MUY MALO	( ) 2 – 1
RECUSABLE	( ) 0

## ANEXO 5

## IMÁGENES DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN



Figura 1: Anemómetro y Micrometro (pie de Rey)



Fig 2: Piscrómetro, Termómetro y Termocupla con extensión de sensor de temperatura



Fig. 3: Introducción de Bandejas con Producto a deshidratar

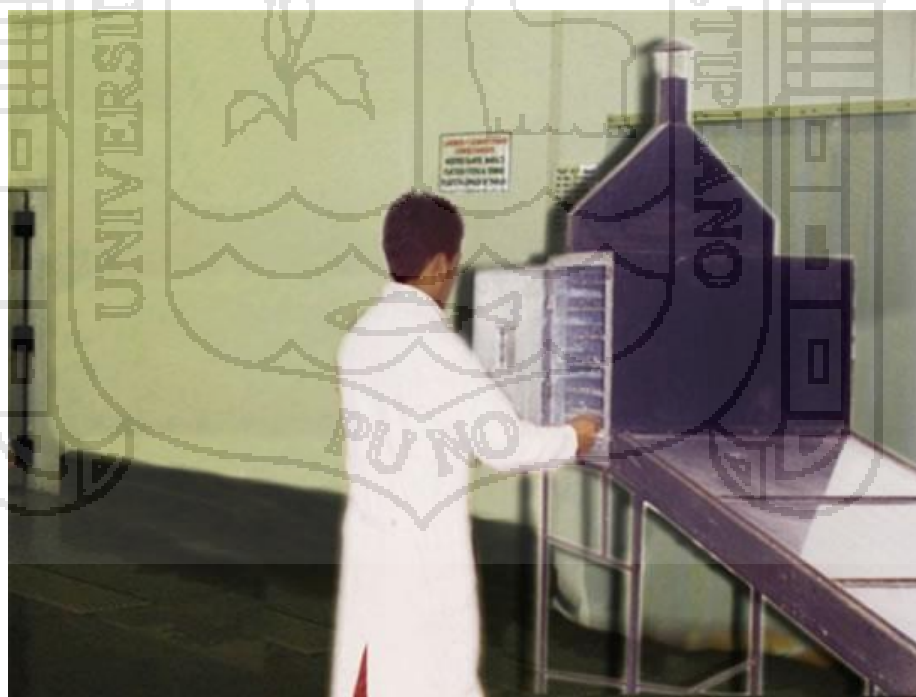


Fig. 4: Control de peso de pasta de trucha en proceso de deshidratación

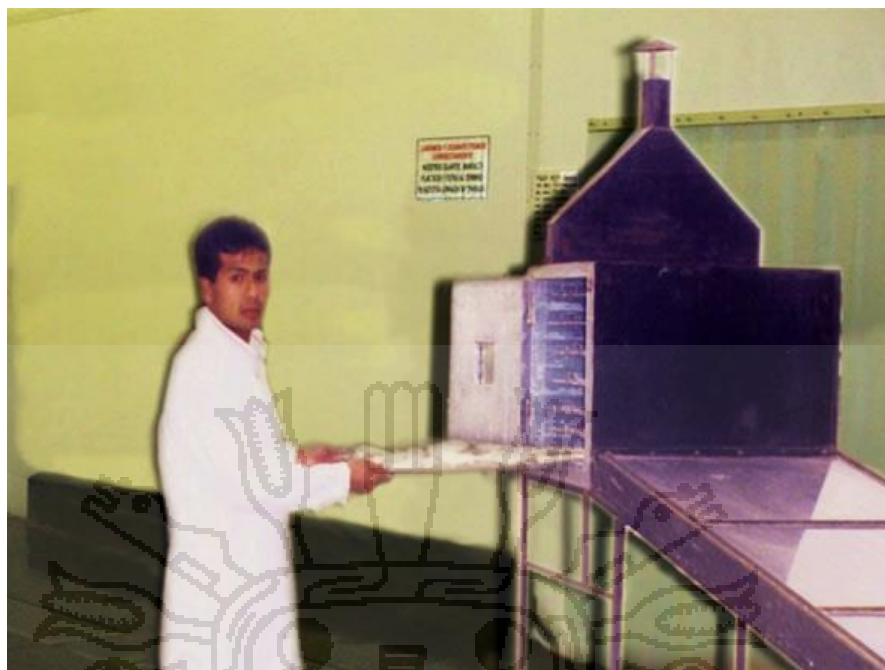


Fig 5: Extracción de producto deshidratado de cámara de secado

