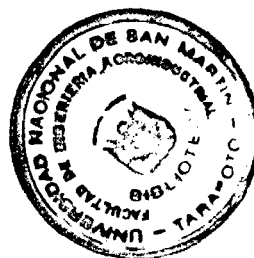
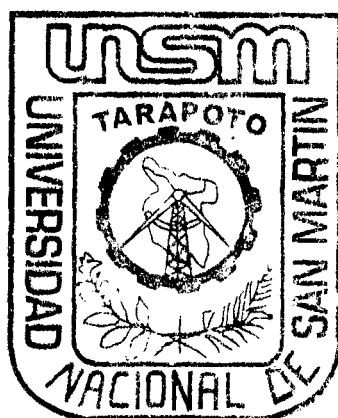


UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN

FACULTAD DE INGENIERIA AGROINDUSTRIAL



**“ESTUDIO TÉCNICO PARA ELABORACIÓN DE AHUMADO DE
PESCADO A PARTIR DE ESPECIES AMAZÓNICAS “PACO”
(PIARACTUS BRACHYPOMUS) Y “GAMITANA”
(COLOSSOMA MACROPOMUM)”**

TESIS

**PARA OPTAR EL TÍTULO DE:
INGENIERO AGROINDUSTRIAL**

**Presentado por:
Bach. RAMIRO PINEDO CARRANZA**

**TARAPOTO - PERU
2000**

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN

FACULTAD DE INGENIERIA AGROINDUSTRIAL

**“Estudio Técnico para Elaboración de Ahumado de Pescado
a partir de Especies Amazónicas “Paco” (Piaractus brachypomus)
y “Gamitana” (Colossoma macropomum)”**

T E S I S

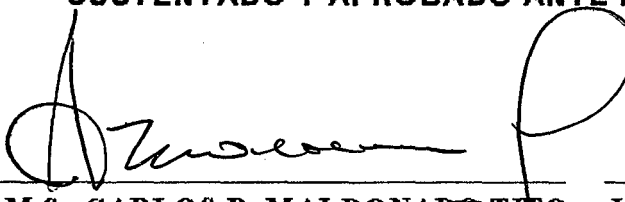
Para optar el título de:

INGENIERO AGROINDUSTRIAL

Presentado por el Bachiller

Ramiro Pinedo Carranza


SUSTENTADO Y APROBADO ANTE EL SIGUIENTE JURADO:




Ing. M.Sc CARLOS R. MALDONADO TITO
PRESIDENTE



Ing. THONY ARCE SAAVEDRA
SECRETARIO



Dr. OSCAR W. MENDIETA TABOADA
MIEMBRO



Ing. EPIFANIO B. MARTINEZ MENA
ASESOR

TARAPOTO - PERÚ
2,000

DEDICATORIA

A la memoria de mi padre **ELADIO**, quien en vida me dio todo el aliento y fuerza moral para lograr el anhelo de ser profesional

A mi madre **NELLY**, con todo cariño y eterna gratitud, por su inmenso sacrificio, comprensión y apoyo para poder culminar mis aspiraciones.

A mi tía **LOLY**, por su ayuda material durante mis estudios universitarios.

A mis hermanos:

CARLOS MIGUEL

JULIO CESAR

MIRTHA LUZ

MARIA LUISA, por su apoyo moral y estímulo para la culminación de mi profesión

A mi hijo **LUIS ABNER**, quien verá el futuro con una nueva visión

AGRADECIMIENTOS

- Al Ing° EPIFANIO E. MARTINEZ MENA, patrocinador de la presente tesis, por su amplia colaboración, orientación técnica y sugerencias muy acertadas durante la ejecución del trabajo; para él, mi sincero agradecimiento.

- Al Ing° JUAN CORTEZ SOLIS, Jefe de Producción del I.I.A.P. por su colaboración brindada durante el proceso de elaboración de tesis.

- Al Ing° LITTMAN GONZALES RIOS, docente de la U.N.A.P. por la colaboración brindada durante los análisis de laboratorio.

- Al Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana - Iquitos, por el apoyo económico y las facilidades brindadas al otorgarme las instalaciones del Centro de Investigación Quistococha.

- A todos los profesores de la FIAI, quienes con el conocimiento impartido en las aulas contribuyeron a mi formación académica.

INDICE

	Pág.
RESUMEN.....	1
ABSTRACT.....	3
I. INTRODUCCION.....	5
II. REVISION DE LITERATURA.....	7
2.1. DESCRIPCION DE LAS MATERIAS PRIMAS.....	7
2.1.1. Clasificación Sistemática.....	7
2.1.2. Características físicas de las especies: Paco y Gamitana.....	8
2.1.3. Distribución.....	10
2.1.4. Caraterísticas físico y químicas de especies hidrobiológicas de la Amazonía peruana.....	11
2.1.5. Estadística de desembarque de las especies en sus diferentes formas de conservación...	12
2.2. AHUMADO DE PESCADO.....	15
2.2.1. Métodos de ahumado.....	20
2.2.2. Maderas empleadas para ahumar pescado.....	23
2.2.3. Tipos de ahumadores.....	25
2.2.4. Especies utilizadas como ingredientes en el proceso de ahumado.....	26
2.2.5. Empaques recomendados.....	28
2.2.6. Almacenamiento de los productos ahumados...	30

2.2.7.	Deterioro de los productos ahumados.....	32
2.2.7.1.	Deterioro oxidativo.....	32
III.	MATERIALES Y METODOS.....	38
3.1.	LUGAR DE EJECUCION.....	38
3.2.	MATERIA PRIMA.....	38
3.3.	MATERIALES Y EQUIPOS.....	39
3.4.	REACTIVOS.....	41
3.5.	METODOLOGIA.....	41
3.6.	METODOS ANALITICOS DE CONTROL EN EL PRODUCTO FINAL.....	50
3.6.1.	Análisis químico-proximal.....	50
3.6.2.	Durante el almacenamiento refrigerado (1-4°C).....	53
IV.	RESULTADOS Y DISCUSIONES.....	54
4.1.	CARACTERISTICAS DE LA MATERIA PRIMA.....	54
4.1.1.	Análisis físico y organoléptico.....	54
4.1.2.	Análisis químico proximal.....	56
4.1.3.	Determinación de cloruros.....	57
4.1.4.	Análisis microbiológico.....	58
4.2.	DEL PROCESAMIENTO DE PACO Y GAMITANA.....	59
4.2.1.	Materia prima.....	59
4.2.2.	Pesado/Lavado.....	59
4.2.3.	Desescamado y eviscerado.....	60
4.2.4.	Lavado.....	60

4.2.5.	Fileteado.....	60
4.2.6.	Inmersión en salmuera.....	61
4.2.7.	Salado.....	62
4.2.8.	Lavado-Desalado.....	71
4.2.9.	Sazonado.....	73
4.2.10.	Oreado.....	74
4.2.11.	Ahumado.....	75
4.2.12.	Empacado.....	79
4.2.13.	Almacenado.....	79
V.	CONCLUSIONES.....	99
VI.	RECOMENDACIONES.....	101
VII.	BIBLIOGRAFIA.....	102
VIII.	ANEXOS.....	108

INDICE DE CUADROS

<u>N°</u>	<u>T í t u l o</u>	<u>Pág.</u>
1	ANALISIS FISICO BROMATOLOGICO DE LAS PRINCIPALES ESPECIES HIDROBIOLOGICAS DE LA AMAZONIA PERUANA.	13
2	VOLUMEN TRIMESTRAL DE DESEMBARQUE DE PESCADO POR ESPECIES EN LA LOCALIDAD DE IQUITOS DURANTE EL AÑO 2000 (EN T.M.).....	14
3	DESEMBARQUE TRIMESTRAL DE RECURSOS HIDROBIOLOGICOS SEGUN FORMA DE CONSERVACION - AÑO 2000 (EN T.M.).....	15
4	INGREDIENTES PRINCIPALES DEL HUMO.....	20
5	CARACTERISTICAS FISICAS Y ORGANOLEPTICAS DEL PACO Y GAMITANA.....	54
6	COMPOSICION QUIMICO-PROXIMAL DEL MUSCULO FRESCO DE PACO Y GAMITANA.....	56
7	ANALISIS MICROBIOLOGICO DE LOS MUSCULOS CON PIEL DE PACO Y GAMITANA FRESCO.....	58

8	CARACTERISTICAS FISICAS DESPUES DE LA OPERACION DE FILETEADO.....	61
9	CARACTERISTICAS ORGANOLEPTICAS DE LOS FILETES DE PACO Y GAMITANA DESPUES DE LA OPERACION DE INMERSION EN SALMUERA.....	61
10	RELACION DE TIEMPO DE SALAZON (30%) Y LA PERDIDA DE PESO EN FILETES DE PACO Y GAMITANA.....	64
11	CONTENIDO DE CLORUROS EN FILETES DE PACO Y GAMITANA A TIEMPOS DIFERENTES.....	67
12	CONTENIDO DE CLORUROS EN FILETES DE PACO Y GAMITANA A DIFERENTES TIEMPOS	71
13	CONTENIDO DE HUMEDAD EN FILETES DE PACO Y GAMITANA OBTENIDOS DESPUES DEL OREADO.....	75
14	RESULTADOS ORGANOLEPTICOS DE LOS FILETES DE PACO Y GAMITANA SIN EMPAQUE ALMACENADOS EN REFRIGERACION (1°-4°C).....	80

15	RESULTADOS ORGANOLEPTICOS DE LOS FILETES DE PACO Y GAMITANA CON EMPAQUE DE POLIETILENO-CELOFAN ALMACENADO EN REFRIGERACION (1°-4°C)....	80
16	RESULTADOS ORGANOLEPTICOS DE LOS FILETES DE PACO Y GAMITANA CON EMPAQUE DE POLIETILENO DE BAJA DENSIDAD ALMACENADO EN REFRIGERACION (1°-4°C).....	81
17	RESULTADOS QUIMICOS Y MICROBIOLOGICOS DE LOS FILETES ALMACENADOS DE PACO SIN EMPAQUE ALMACENADO EN REFRIGERACION (1 - 4°C).....	84
18	RESULTADOS QUIMICOS Y MICROBIOLOGICOS DE LOS FILETES ALMACENADOS DE GAMITANA SIN EMPAQUE ALMACENADO EN REFRIGERACION (1 - 4°C).....	85
19	RESULTADOS QUIMICOS Y MICROBIOLOGICOS DE LOS FILETES ALMACENADOS DE PACO CON EMPAQUE DE POLIETILENO DE BAJA DENSIDAD ALMACENADO EN REFRIGERACION (1 - 4°C).....	86

20	RESULTADOS QUIMICOS Y MICROBIOLOGICOS DE LOS FILETES ALMACENADOS DE GAMITANA CON EMPAQUE DE POLIETILENO DE BAJA DENSIDAD ALMACENADO EN REFRIGERACION (1 - 4°C).....	87
21	RESULTADOS QUIMICOS Y MICROBIOLOGICOS DE LOS FILETES ALMACENADOS DE PACO CON EMPAQUE DE POLIETILENO-CELOFAN ALMACENADO EN REFRIGERACION (1 - 4°C).....	88
22	RESULTADOS QUIMICOS Y MICROBIOLOGICOS DE LOS FILETES ALMACENADOS DE GAMITANA CON EMPAQUE DE POLIETILENO-CELOFAN ALMACENADO EN REFRIGERACION (1 - 4°C).....	89

INDICE DE FIGURAS

<u>N°</u>	<u>T í t u l o</u>	<u>Pág.</u>
1	FLUJO PRELIMINAR DEL PROCESAMIENTO DE AHUMADO DE FILETES DE PACO Y GAMITANA.....	43
2	VARIACION DEL PESO DE FILETE DE PACO Y GAMITANA EN RELACION A TIEMPOS DE SALAZON AL 30%.....	65
3	VARIACION DEL CONTENIDO DE CLORUROS EN FILETES DE PACO Y GAMITANA EN RELACION A TIEMPOS DE EXPOSICION EN SALAZON AL 30%.....	68
4	VARIACION DE B.V.N. DE PACO AHUMADO EN CALIENTE ALMACENADO EN REFRIGERACION (1-4°C).....	90
5	VARIACION DE B.V.N. DE GAMITANA AHUMADO EN CALIENTE ALMACENADO EN REFRIGERACION (1-4°C)...	91
6	VARIACION DE I.P. DE PACO AHUMADO EN CALIENTE ALMACENADO EN REFRIGERACION (1-4°C)...	92
7	VARIACION DE I. P. DE GAMITANA AHUMADO EN CALIENTE ALMACENADO EN REFRIGERACION (1-4°C)...	93
8	DIAGRAMA DE FLUJO DEFINITIVO PARA LA ELABORACION DE FILETES DE PACO (<u>Piaractus brachypomus</u>) AHUMADO EN CALIENTE.....	95

9	BALANCE DE MATERIA EN EL PROCESO DE ELABORACION DE FILETES DE PACO (<u>Piaractus brachypomus</u>) AHUMADO EN CALIENTE.....	96
10	DIAGRAMA DE FLUJO DEFINITIVO PARA LA ELABORACION DE FILETES DE GAMITANA (<u>Colossoma macropomum</u>) AHUMADO EN CALIENTE.....	97
11	BALANCE DE MATERIA EN EL PROCESO DE ELABORACION DE FILETES DE GAMITANA (<u>Colossoma macropomum</u>) AHUMADO EN CALIENTE.....	98

RESUMEN

El Paco (Piaractus brachyomus) y la Gamitana (Colossoma macropomus) son especies de mayor consumo por los pobladores de la Amazonía peruana, sus carnes son muy cotizadas y tienen buenas características.

El flujo de procesamiento óptimo para ambos pescados fue: materia prima, pesado/lavado, desescamado y eviscerado, lavado, fileteado, desangrado, escurrido, salado, lavado/desalado, sazonado, oreado, ahumado, enfriado, empacado y almacenado.

Usando estas especies se hicieron procesos de ahumado mediante la técnica del ahumado en caliente, donde los parámetros de este proceso fueron: $T^{\circ} = 35$ a 84°C , $\theta = 4$ horas en el Paco y $T^{\circ} = 35$ a 84°C , $\theta = 5$ horas en la Gamitana. Las pruebas se desarrollaron caracterizando la materia prima y ensayos en las diferentes operaciones del proceso. El salado fue en pila húmeda a una concentración de 30% de sal (NaCl), a un tiempo de 6 a 8 horas, siendo el tiempo de 6 horas el más adecuado para el pescado Paco y 8 horas para la Gamitana. Luego se procedió a un lavado/desalado utilizando agua potable en relaciones 5:1 (agua:pescado), llegando a determinar el tiempo adecuado en las dos especies en 60 minutos. El tiempo óptimo de oreado fue de 80 minutos. La operación de ahumado se hizo utilizando diferentes variables de tiempo, y como combustible las maderas Huacapurana (Campsiandria laurifolia BENTH) y Capirona (Calyphyllum espreceanum BENTH), siendo 4 horas de exposición al humo caliente y utilizando Capirona el tiempo adecuado para obtener un pescado Paco ahumado con buenas características

organolépticas, mientras que para la Gamitana se utilizó 5 horas y la madera Capirona para alcanzar un buen producto no existiendo estadísticamente ninguna diferencia significativa entre los tratamientos.

La composición químico-proximal del pescado Paco ahumado es: humedad 74.08%, proteína 17.70%, grasa 6.10%, cenizas 2.11%, carbohidratos 0.01%; y el pescado Gamitana: humedad 69.10%, proteína 18.40%, grasa 9.08%, cenizas 3.41% y carbohidratos 0.01%. El estudio en almacenamiento en productos sin empaque y con empaques de polietileno de baja densidad y polietileno-celofán fue durante 60 días siendo este último el de mejor comportamiento, obteniéndose valores aceptables de BVN (bases volátiles nitrogenadas) de 30.34 mg/100 g en el Paco y 30.40 mg/100 g en la Gamitana a los 60 días. En cuanto al índice de peróxido el Paco y la Gamitana alcanzan a los 20 días valores permisibles de 16.42 meq de O₂/Kg y 19.92 meq de O₂/Kg. Las condiciones higiénicas con que se condujo todo el proceso fue óptimo, dando como resultado un producto inocuo.

ABSTRACT

Paco (Piaractus brachypomus) and Gamitana (Colossoma macropomus) are species of major consumption by population of peruvian amazonia, their meats are very required and got good proprieties.

The best processing flow for both fishes wast: raw material, weighed/washed, discaled and destriped, washed, filleted, bleded, drained, salted, washed/unsalted, flavored, aired, smoked, cooled, packed and stored.

Using those species were made with smoked processing by means of smoked technique in heat, where parameters of it were: $T^{\circ} = 35$ to $84^{\circ} C$, $\theta = 4$ hours in Paco and $T^{\circ} = 35$ to $84^{\circ} C$, $\theta = 5$ hours in Gamitana. The trails developed characterizing raw material and essays at different actions of process. The salted was in wet basin with concentration 30% of salt (sodium chloride) a time 6 to 8 hours, being the time 6 hours and more suitable for Paco and 8 hours for Gamitana. Then processed to washed-unsalted using treated water in ratio 5:1 (water:fish), getting to determine 60 minutes as suitable time in two species.

The optimum time of aired was 80 minutes. The smoked action was made using different variable times, and as fuel the wood Huacapurana (Campsiandria laurifolia BENTH) and Capirona (Callyphyllum espreceanum BENTH), being 4 hours at heating smoke exposure and using wood Capirona the suitable time for obtaining a smoked Paco with good sensorial properties, while Gamitana used 5 hours and Capirona for reaching a good

product, not existing statistically not one significant difference between treatments.

The approximate-chemical composition of smoked Paco is: moisture 74.08%, protein 17.70%, fat 6.10%, ashes 2.11%, carbohydrate 0.01%, and Gamitana: moisture 69.10%, protein 18.0%, fat 9.08%, ashes 3.41% and carbohydrate 0.01%. The storage paper of products without packing and with packing of low-density polyetilene and polyetilene-celophan was during 60 days being both of them combined materials best behavior, obtaining acceptable NVB-values (Nitrogened Volatile Bases) 30.34 mg/100 g in Paco and 30.40 mg/100 g in Gamitana after 60 days. With regard to peroxide index, both fishes reached to 20 days with allowable values 16.42 and 19.92 mg O₂/Kg. The hygienic conditions carried out all procedure was optimun, giving as a result a harmless product.

I. INTRODUCCION

En la región amazónica, considerando el hábito de consumo, bajo costo de obtención y abundancia, hacen que el pescado constituya el alimento casi exclusivo para el sustento diario de los pueblos de esta región, de tal forma revela la importancia que puede representar la pesca de estos lugares en su futuro desarrollo económico y social.

A pesar de que el ahumado de pescado es un proceso de conservación que no exige una tecnología compleja ni costosa, en nuestra Amazonía no se le ha dado la importancia debida, utilizándose sólo el pescado a la brasa o a la parrilla, donde se aprovecha el calor y el humo directamente, produciéndose un alimento con sabor muy agradable con ciertas características que da el ahumado, pero sin objetivos de conservación.

En este trabajo se propone utilizar la tecnología del ahumado, que consiste en eliminar la mayor cantidad de agua o humedad del músculo del pescado, mediante la utilización del calor y humo de la madera en un proceso lento, pero que

asegura su preservación, dando por resultado un producto de consumo muy apreciado.

La finalidad del presente trabajo de investigación es aprovechar dos especies amazónicas como son el Paco (Piaractus brachypomus) y la Gamitana (Colossoma macropomum), como materia prima en el procesamiento de ahumado en caliente.

Los objetivos que se proponen son:

- Determinar el flujo y los parámetros de procesamiento más adecuado para obtener un buen producto (Paco y Gamitana) ahumado en caliente.
- Determinar la estabilidad del producto final durante el almacenamiento refrigerado.

II. REVISION DE LITERATURA

2.1. DESCRIPCION DE LAS MATERIAS PRIMAS

2.1.1. Clasificación Sistemática

De acuerdo con GREENWOOD et. al. (1966) citado por TRIGOZO (1989), el Paco y la Gamitana presentan la siguiente clasificación:

Paco:

Reino	:	Animalia
Sub Reino	:	Metazoa
Phyllum	:	Chordata
Sub Phyllum	:	Vertebrata
Super clase	:	Gnatostomata
Grado	:	Piscis
Clase	:	Osteichthyes
Sub clase	:	Actinopterygii
Sub División	:	Teleostei
Super Orden	:	Ostariophysii
Orden	:	Characiformes
Sub Orden	:	Characoidei
Familia	:	Characidae

Género : Piaractus
Especie : brachypomus

Gamitana:

Reino : Animalia
Sub Reino : Metazoa
Phyllum : Chordata
Sub Phyllum : Vertebrata
Super clase : Gnatostomata
Grado : Piscis
Clase : Osteichthyes
Sub clase : Actinopterygii
Sub División : Teleostei
Super Orden : Ostariophysi
Orden : Characiformes
Sub Orden : Characoidei
Familia : Characidae
Género : Colossoma
Especie : Macropomum

2.1.2. Características físicas de las especies: Paco y Gamitana

Las dos especies que pertenecen a la misma familia tienen perfil superior en curva gradual desde el

hocico al origen de la dorsal; ventral aserrada; anal de base escamada; adiposa relativamente grande, angulosa radiada caudal homocerca, color claro entre la región media ventral, región lateral y dorsal gris-oscuro cobrizo (IIAP, 1992).

Sin embargo la especie Paco (Piaractus brachypomus) presenta cabeza redondeada, boca terminal con dientes bien desarrollados; hocico corto, ojos medianos laterales, membranas operculares profundas y ovales, cabeza débilmente deprimido sobre las órbitas, las dos filas de dientes de la mandíbula superior son apartadas (IIAP, 1992).

Cuerpo elevado y alto, comprimido, alargado, cubierto de escamas pequeñas cicloideas, perfil superior sube en forma gradual desde el hocico hasta el origen de la dorsal, abdomen aserrado línea lateral completa. Aleta dorsal en la mitad del cuerpo, espina predorsal ausente, anal localizada por detrás de la base del último radio dorsal. Adiposa pequeña redondeada en radios, caudal homocerca, dorso gris oscuro aclarándose hacia los lados, ventral blancuzco, presenta manchas oscuras tenues en el cuerpo (IIAP, 1992).

Género: Colossoma

Presenta dientes pre maxilares en dos series, dientes mandibulares en una sola serie y abdomen aserrado delante y detrás de la pelvis.

Dientes de la mandíbula superior son apretados, cualquier diente incisivo semejante o con un oblicuo borde cortante o molariforme, sin espina predorsal, aleta adiposa grande angulosa y radiada, branquiespinas numerosas.

La especie Gamitana presenta cabeza alargada membranosa, maciza y con opérculo semicircular y fuerte, membranas operculares largas, boca superior mediana, dientes bien desarrollados, las dos filas de las mandíbulas son apretadas, ojos medianos y laterales, cuerpo alto y romboidal, alargado comprimido y grueso. Línea lateral completa curvada desde su origen hasta la altura del final de la dorsal, escamas cicloideas y numerosas (IIAP, 1992).

2.1.3. Distribución

Según la Oficina de Planificación de la Dirección Regional de Pesquería (Ministerio de Pesquería, 2000), las zonas de mayor producción pesquera se encuentran en los ríos siguientes:

- Ucayali y sus diferentes afluentes
- Marañón y sus diferentes afluentes
- Amazonas y sus diferentes afluentes
- Puinahua es afluente del Ucayali
- Tigre es afluente del Amazonas
- Huallaga es afluente del Marañón
- Morona es afluente del Marañón
- Pastaza es afluente del Marañón
- Yaraví es afluente del Amazonas, y
- Putumayo es afluente del Amazonas

2.1.4. Características físicas y químicas de especies hidrobiológicas de la Amazonía peruana

En cuanto a la procedencia, las especies capturadas en el Río Amazonas llegan al puerto del Distrito de Iquitos en estado fresco ya que son extraídos de áreas cercanas a este Distrito y las procedentes de los ríos Ucayali y Marañón son transportadas en embarcaciones en forma refrigerada hasta este puerto (IIAP, 1992).

En el Cuadro 1 se aprecian las principales características físico - bromatológicas de las especies hidrobiológicas más importantes de la Amazonía peruana, donde el contenido graso varía de 1.52% para Carachama a 13.32% para Palometa, ubicándolos como especies magras a

los que poseen menos del 2%. semigrasos a los que tienen menos de 5% y grasos a los que poseen más del 5%. Presentan alto contenido de proteína, quizás debido a la clase y relación existente entre los aminoácidos presentes, sobre todo los esenciales (LUDORFF, 1978). Según el Cuadro 1 el contenido de proteína varía de 15.11% (Ractacara) a 20.18% presentando la Corvina el más alto, posiblemente por el bajo contenido de grasa y humedad (IIAP, 1992).

En cuanto al contenido de agua es mayor en los peces de color oscuro, llegando a alcanzar la Carachama un 88.02%, los peces semigrasos mantienen cierto equilibrio de contenido de agua, pero es bastante baja en los peces muy grasos como la Palometa (68.79%) y la Gamitana (69.10%) IIAP (1992).

2.1.5. Estadística de desembarque según especies y formas de conservación

El desembarque de pescado por especies a nivel regional durante el año 2000 fue 8,699.25 T.M., ocupando el Paco el 16avo puesto con 81.83 T.M./año en volumen de desembarque y la Gamitana el 18avo puesto con 67.98 T.M./año, tal como se observa en el Cuadro 2.

CUADRO 1: ANALISIS FISICO BROMATOLOGICO DE LAS PRINCIPALES ESPECIES HIDROBIOLOGICAS DE LA AMAZONIA PERUANA

ESPECIE	ESTADO DE FRESCURA	LONGITUD (Cm)	PESO (Gr)	ALTURA (Cm)	PROCEDENCIA	PROTEINAS (%)	HUMEDAD (%)	GRASA (%)	CENIZAS (%)	CARBOHID. (%)	SALIDAS TOTALES (%)
Boquichico	Bueno	21,62	113,00	7,34	Río Amazonas	18,31	74,53	6,02	1,1	0,04	25,08
Yahuarachi	Regular	20,24	107,90	6,24	Río Marañón	17,52	77,10	3,60	1,05	0,73	22,90
Ractacara	Bueno	14,64	41,96	4,30	Río Ucayali	15,11	80,41	2,80	1,65	0,03	19,59
Palometa	Bueno	13,44	102,54	7,92	Río Amazonas	16,44	68,97	13,32	1,22	0,05	31,03
Lisa	Bueno	19,96	112,40	5,64	Río Amazonas	15,82	78,68	4,13	1,32	0,03	21,32
Carachama	Bueno	18,20	105,82	2,57	Río Amazonas	17,46	88,02	1,52	2,96	0,04	11,98
Gamitana	Bueno	80,30	2600,16	21,16	Río Marañón	18,40	69,10	9,08	3,42	0,10	30,90
Yulilla	Regular	21,16	110,96	15,70	Río Marañón	16,90	78,82	3,01	1,26	0,01	21,18
Corvina	Bueno	46,08	1200,00	12,13	Río Amazonas	20,18	76,77	1,98	1,01	0,04	23,23
Sábalo	Bueno	25,95	124,33	13,30	Río Amazonas	17,33	77,00	4,60	1,02	0,05	23,00
Sardina	Regular	22,86	103,01	5,94	Río Ucayali	15,95	74,97	4,05	1,17	0,09	25,03
Paco	Bueno	19,96	2200,08	10,13	Río Ucayali	17,70	74,08	6,10	1,11	0,01	25,92

Fuente: **IIAP** (1992)

En cuanto al desembarque, en el 2000, en sus diferentes formas de conservación a nivel regional, se tiene: Pescado fresco 6,538.92 T.M./año (67.65%) y para salpreso 606.80 T.M./año (6.28%) y seco salado 2,520.22 (26.07%) tal como observamos en el Cuadro 3.

CUADRO 2: VOLUMEN TRIMESTRAL DE DESEMBARQUE DE PESCADO POR ESPECIES EN LA LOCALIDAD DE IQUITOS DURANTE EL AÑO 2000 (EN T.M.)

ESPECIES	TRIMESTRES				TOTAL
	I	II	III	IV	
01. Sábalo	2.14	34.23	40.53	8.85	85.75
02. Sardina	43.76	44.77	234.22	256.59	579.34
03. Shuyo	5.58	6.68	7.00	1.23	20.49
04. Tucunaré	11.28	5.62	15.62	13.50	46.02
05. Yaraqul	15.68	2.29	2.01	1.44	21.42
06. Yulilla	53.19	21.23	43.85	9.66	127.93
07. Doncella	33.11	38.47	171.70	139.86	383.14
08. Dorado	13.54	29.40	46.41	43.71	133.06
09. Saltón	2.96	8.05	32.63	16.98	60.62
10. Súngaro tigre	18.98	16.51	51.92	32.82	120.23
11. Acahuarazú	20.79	9.73	35.81	24.27	90.60
12. Arahuana	24.21	27.91	7.66	9.30	69.08
13. Boquichico	501.72	774.83	1289.23	1232.46	3798.24
14. Bujurqui	6.88	5.15	6.26	5.31	23.60
15. Corvina	11.37	15.26	34.33	35.55	96.51
16. Chambira	3.16	10.60	9.40	5.97	29.13
17. Fasaco	44.57	36.50	47.13	3.59	131.79
18. GAMITANA	12.01	21.87	23.12	10.98	67.98
19. Lisa	7.88	32.72	101.68	50.19	192.47
20. Llambina	417.72	333.69	197.33	261.24	1209.98
21. PACO	16.58	17.24	29.02	18.99	81.83
22. Palometa	41.11	81.54	384.93	124.47	632.05
23. Paiche	11.73	33.90	41.47	5.46	92.56
24. Raclacara	309.89	92.54	64.37	138.63	605.43
T O T A L					8699.25

Fuente: Ministerio de Pesquería, (2000).

CUADRO 3: DESEMBARQUE TRIMESTRAL DE RECURSOS HIDROBIOLÓGICOS SEGUN FORMA DE CONSERVACION - AÑO 2000 (EN T.M.)

ESTADO DE CONSERVACION	TRIMESTRES				TOTAL
	I	II	III	IV	
1. Fresco	1167.96	1310.60	2184.49	1875.87	6538.92
2. Salpreso	232.07	159.58	137.06	78.09	606.80
3. Seco salado	441.90	389.31	893.86	795.15	2520.22
T O T A L					9665.94

Fuente: **Ministerio de Pesquería, (2000)**

2.2. EL AHUMADO DE PESCADO

El ahumado consiste en exponer el pescado fresco, con frecuencia ligeramente salado, a la acción del humo producido por la combustión lenta de trozos de leña, viruta o aserrín de madera. Bajo la acción del calor desprendido por la combustión, el pescado se deseca y al mismo tiempo se impregna con el humo, que le confiere el color, olor y sabor agradable (BERTULLO, 1975). El humo tiene una efectiva acción antioxidante y según **BANKS** (1952), citado por **TRIGOSO** (1979), es debido a antioxidantes altamente activos como el catecol, 4-metilcatecol y metil-éter-1-0 de pirogalol.

CHEFTEL y CHEFTEL (1980), mencionan que el humo de madera empleado en el ahumado de ciertos productos aporta compuestos fenólicos dotados de acción antioxidantes, estos compuestos fenólicos también se encuentran en algunas plantas aromáticas, por ejemplo el romero, de donde se puede extraer.

BURGESS (1971), menciona que el olor característico del pescado ahumado se debe fundamentalmente al humo y a la sal.

En la actualidad, el ahumado mas que un sistema de conservación se ha convertido en un proceso por el que se incorporan al pescado unos aromas a los que se ha acostumbrado el público consumidor. El ahumado del pescado produce varios efectos o acciones sobre el producto:

- Acción conservadora ya que se depositan sobre el pescado una serie de sustancias microbicidas tales como fenoles, formaldehido, nitratos, etc., que inhiben el crecimiento y desarrollo de los microorganismos.

- Acción antioxidante, ya que algunas de las sustancias que se depositan sobre el pescado y que proceden del humo evitan el enranciamiento de la fracción grasa insaturada.

Las sustancias más activas en este sentido son los compuestos fenólicos.

- Acción deshidratante ya que durante el proceso de ahumado se produce una pérdida de agua en el pescado.

Previamente a las operaciones de ahumado, el pescado se suele preparar de la siguiente manera:

- a. El pescado se eviscera y descabeza según los casos y se corta en dos mitades o en filetes según las formas de comercialización.
- b. El pescado es salado en salmuera de una concentración del 70-80 por ciento, de forma que al final quede un 2-3% de sal en el producto. Si se utiliza salmuera totalmente concentrada (100%) se obtiene un pescado áspero y la sal cristaliza. Sin embargo si se emplean salmueras poco concentradas (50%) el pescado se hincha al ganar agua.

A veces se le añaden en la salmuera sustancias antioxidantes (BHT) que ayudan a evitar el enranciamiento del pescado ahumado.

Un salado bien hecho tiene varias ventajas:

- Da firmeza a la textura del pescado.
- Da un cierto aroma al pescado y ayuda a realzar los aromas de otros orígenes.
- Inhibe el desarrollo de microorganismos.
- Prepara el pescado para absorber las sustancias procedentes del humo en la posterior operación del ahumado.

Una vez terminado el salado, se suele colgar el pescado para su oreo. A continuación se realiza la operación del ahumado propiamente dicha. Para ello se utiliza maderas, astillas de madera o aserrín de diversas procedencias (roble, nogal, manzano, etc.). Cada una de estas maderas, al arder producen humos que incorporan al pescado sustancias aromáticas, antioxidantes y microbicidas, a la vez que se produce también una cierta desecación (A. MADRID, 1994).

La sal de cocina es el saborizante más importante de que dispone la industria de productos cárnicos. Aparte de influir sobre los sabores, cumple con otros cometidos, como

disolver proteínas y detener el desarrollo microbiano **GERHARDT** (1980) y **FAO** (1970), mencionan que la mayor parte de productos ahumados contienen porcentaje de sal de 2 a 3%, que inhibe ligeramente el desarrollo de las bacterias.

Con una combustión incompleta el humo contiene sustancias orgánicas que reaccionan con el pescado, dándole gusto a humo, si la combustión es muy intensa, esas sustancias orgánicas terminan en los productos finales de la combustión (CO_2 y H_2O) y el humo esencial para el curado no se formará.

GUSHIKEN (1986), citado por **TRIGOSO** (1989), indica que el 3,4, benzopireno, puede ser eliminado, si se utilizan bajas temperaturas en la generación de humo. En el humo de la madera hay ácidos orgánicos que contienen en su estructura de 1 a 10 átomos de carbono, que tienen que ver con el aroma y la acción bacteriostática, tales como ácido fórmico y acético. Asimismo, en el humo existen compuestos orgánicos diversos como furanos, alcoholes, ésteres, etc. Su influencia sobre la calidad de los productos ahumados no está aún precisada, pero parece que se sitúa en la generación de aromas (Cuadro 4).

CUADRO 4: INGREDIENTES PRINCIPALES DEL HUMO

CLASIFICACION	INGREDIENTES
Grupo de Acidos Orgánicos	Acidos fórmico, propiónico, butírico, valeriánico, etc.
Grupos Fenoles	Fenol, fenol metoxilo, grupo cresol, grupo guayacol, grupo pirogalol
Grupos Aldehídos	Formaldehido, acetaldehido, propion aldehido, furfural, metilfurfural, etc.
Grupos Cetonas	Acetona, metil-etil cetona, metil-propil cetona.
Misceláneos	Metanol, etanol, ácido metil fórmico, ácido metil acético, amoniaco, metil amina, trimetil amina, etc.

Fuente: SHUJI T. (1993).

2.2.1. Métodos de ahumado

El proceso de ahumado se puede realizar de cuatro (04) formas diferentes: Ahumado en caliente, en frío, electrostático y ahumado líquido.

- Ahumado en caliente

Este método es el más utilizado para elaborar productos y consiste en colocar el pescado en un ahumador a temperaturas comprendidas entre 65 °C en su punto más frío. Bertullo (1975), señala para este método, que el pescado se expone a la acción del humo no lejos del foco de combustión a

una temperatura de 60 °C a 80 °C y se lleva con rapidez de 110 hasta 140 °C, en estas condiciones la operación es rápida, dura entre 30 a 60 minutos y el producto no sólo es ahumado sino también cocido, lo que permite que se le consuma inmediatamente.

- **Ahumado en frío**

Este proceso de ahumado dura de 3 a 4 días debido a que la acción térmica a la que es sometida la materia prima en el ahumador, está comprendida entre 27 °C y 38 °C. En los pescados grasos, especialmente en el Salmón, la operación de ahumado se realiza con un previo secado a 26 °C durante 2 a 4 horas, luego a la misma temperatura se inicia el ahumado por 6 a 8 horas, terminando a 35 °C cuando en la superficie del producto aparezca una ligera capa de grasa que da brillantez al mismo (RAMÍREZ 1978, citado por ARAUJO 1985).

- **Ahumado electrostático**

En este proceso el humo generado pasa por unas rejillas sometidas a la acción de un campo eléctrico de corriente continua de alta tensión, por lo que las partículas de humo se depositan uniformemente en la superficie de la materia

prima. Con este método la operación de ahumado puede reducirse a 2 horas aproximadamente, **RAMÍREZ** (1978), citado por **ARAUJO** (1975). **FAO** (1970), indica que esta forma de ahumado asegura un funcionamiento continuo, ahumado uniforme, utiliza pequeñas cantidades de combustible y funciona a poca temperatura con humo bastante frío.

GUSHIKEN (1986), citado por **TRIGOSO** (1989) señala que la dificultad reside en el sabor que es demasiado ligero y a la conductividad eléctrica que varía según el producto.

- **Ahumado líquido**

En este método la materia prima previamente preparada, se sumerge en humo líquido, el mismo que se obtiene por la destilación seca de los ácidos piroleñosos de la madera (**RAMÍREZ**, 1978, citado por **ARAUJO**, 1985). La principal ventaja del método consiste en una economía de espacio y tiempo en vez de tener que colgar los pescados separadamente durante varias horas en un ahumador, la materia prima es sometida a un baño de 20 minutos en el humo líquido, para luego secarlos por 2 a 3 horas (**FAO**, 1970).

2.2.2. Maderas empleadas para ahumar pescado

Las maderas que se utilizan para la producción de humo son muy diversas, dependiendo en parte del gusto de los consumidores a donde va destinado el pescado, ya que en el proceso de ahumado incorporan al pescado determinadas sustancias olorosas típicas de cada madera.

TORNES y GEORGE (1972) y **BERTULLO (1975)**, sostienen que para el ahumado de productos pesqueros son apropiadas maderas preferentemente duras no resinosas como el algarrobo y el roble, utilizando además coronta de choclo y fibra de coco.

Algunas de las maderas más utilizadas en el ahumado de pescado en la región amazónica son la Capirona, Huacapurana, Tornillo, Ishpingo, Huayracaspi e Inrina (ARAUJO, 1985):

- Capirona (Calyphyllum espreceanum BENTH)

Son árboles de grandes dimensiones, llegando hasta 140 pies de altura total, libre de ramas hasta los 90 - 100 pies. Copa amplia de forma cónica. Tronco derecho cilíndrico de 30

a 40 pulgadas de diámetro. Corteza lisa, de color gris verdoso cuando joven y marrón cobrizo cuando viejo. Esta especie se caracteriza por su rápido crecimiento, pudiéndose talar a los 8 años. La madera se caracteriza por ser dura y vidriosa, hebra derecha y pesada. Durante el secado no se raja ni al menos se tuerce, resistente al ataque de polillas y hongos de pudrición y es moderadamente difícil de aserrar (ARÓSTEGUI, 1972).

- **Huacapurana (Campsiandria laurifolia BENTH)**

Arbol de 8 a 15 metros de altura, tronco de 25 a 40 cm. de diámetro, corteza marrón púrpura, legumbres aplanadas de 40 a 50 cm. de largo por casi 10 cm. de ancho. Habita bosques ribereños (riparia) en la Amazonía brasileña y peruana. Es una especie semejante a la Campsiandria augustifolia Spruce EXBENTH, que posiblemente existe en la Amazonía peruana. La huacapurana está citada en los inventarios para bosques inundados (ARÓSTEGUI 1972).

2.2.3. Tipos de ahumadores

- Ahumadores de combustión directa

Cuando la fuente de calor y de humo se encuentran directamente en contacto con el pescado, esto puede crear problemas de tostadura del pescado en los niveles más bajos. Las maderas de construcción pueden ser de madera, adobe o ladrillo.

- Ahumadores de combustión indirecta

Cuando la fuente de calor y de humo se encuentra fuera del ahumador unido a éste por un ducto transportador, esto tiene la ventaja de controlar mejor la temperatura y la generación de humo. Los materiales de construcción pueden ser de madera, adobe y ladrillo.

- Ahumadores mecánicos

Estas se están utilizando actualmente a nivel industrial, básicamente el equipo está constituido por un generador de humo y una cámara de humo, los generadores están conectados por ductos transportadores de humo y de aire.

Este tipo de sistema ofrece grandes ventajas por su versatilidad, ya que es posible controlar automáticamente la temperatura, caudal del humo y tiempo de proceso.

2.2.4. Especies utilizadas como ingredientes en el proceso de ahumado

La Comisión de Información y Legislación Alimentaria define a las especias como "partes de ciertas plantas (raíces, rizomas, bulbos, cortezas, hojas, tallos, flores, frutos, semillas, etc.) en estado natural, desecados y/o objetos de elaboración mecánica que por su sabor o aroma característico, sazonan y dan sabor a los alimentos para consumo humano". Conviene señalar que las especias ingresadas en el organismo apenas influyen sobre el desenvolvimiento de los procesos metabólicos. **GERHARDT, 1980**, menciona además que las especias ejercen actividades bacterostáticas o bactericidas operando los sistemas oxidoreductores de las células bacterianas. Dentro de las especias de mayor utilización como ingredientes de elaboración de productos ahumados se tiene al ajo, comino, pimienta, jengibre, laurel, juntos generalmente con limón, vinagre y ají.

Comino (Cominium cyminum L.)

Las semillas producen algo más de 45% de aceites volátiles, siendo el cuminal o cumaldehído con más del 35% el principal constituyente, también están presentes el hydrocyminaldehído, cuminal alcohol, d-L- pineno, p-cimeno y dipenteno. Los frutos de 5 a 6 mm. de longitud y apariencia verdosa grisácea, tienen olor aromático y sabor acre amargo (GERHARDT, 1980).

Pimienta (Piper L.)

La piperina es una sustancia acre y el componente más importante de la pimienta.

Se aislaron varios componentes más de la pimienta, haciéndose responsables del sabor picante a la piperina, chavicina, a dipentenos, felandreno y clorofila la pimienta como especie principal se añade de 1 a 4 gr. de producción de Kg. de productos (GERHARDT, 1980).

Ajinomoto (Glutamato monosódico)

Potenciador de sabor, que se incorpora a los alimentos de 0.10 a 0.25% con respecto a éste. El glutamato monosódico está formado por cristales con una pureza de 99% como mínimo. Es de sabor salado y no está permitido que contenga sustancias tóxicas tales como vestigios de bario. Carece de actividad antioxidante y por ello no impide el enranciamiento. No enmascara los sabores no deseados que se hayan desarrollado en el producto. El glutamato ejerce su óptima actividad entre pH 5 y 5.7, amplitud común para la mayoría de los alimentos (**SMITH-HEBBEL, 1991**).

2.2.5. Empaques recomendados

El empaçado se define como el conjunto de operaciones que suponen la operación de artículos y mercancías para el transporte, almacenamiento y despacho al consumidor (**AMOS, 1969**).

STOECKHERT (1973), reportado por **ARAUJO** (1985), menciona que los materiales de empaque más frecuentes son poliolefinas (polietileno de alta y baja densidad, polipropileno), hidrocélulosa, celofán, poliamida (rilsan),

politerefteluto (poliester), polistrol celulosa acetato, cloruro de polivinilo (PVC) y cloruro de polivinilideno (PVCD).

HEISS (1978), recomienda para pescado ahumado, empaques de cierta impermeabilidad al vapor de agua altamente impermeable al oxígeno, impermeable a los olores, impermeables a las grasas y libre de iones de metales pesados.

- **Laminado de polietileno - celofán**

Esta película o film se obtiene combinando dos materiales con propiedades distintas de tal manera que se logre un producto terminado con las características deseadas. Para su fabricación, el celofán que es poco permeable para el O₂ se recubre con polietileno, con lo que se hace además impermeable al vapor de agua e incluso se pueden soldar, la permeabilidad media para el oxígeno es 95 cm³/m² - 24h y para el vapor de agua 1.8 g/m² - 24h (**EFFENBERGER**, 1972). La temperatura del sellado fluctúa entre 110 °C y 149 °C (**POTTER**, 1973).

- Polietileno

La película de polietileno se encuentra disponible para la industria del empaque en 4 formas: de baja densidad, densidad media, alta densidad y película escogida. La resistencia a la grasa y al aceite es buena, sin embargo el de alta densidad ofrece mejor resistencia y protección. En adición a ello la permeabilidad del polietileno al vapor de agua y gas decrece conforme la densidad aumenta, todas las películas de polietileno son excelentes barreras para el agua, pero lo es débilmente al nitrógeno y oxígeno (SACHAROW, 1976, citado por ARAUJO, 1985).

2.2.6. Almacenamiento de los productos ahumados

TORNES y GEORGE (1972), indican que las posibilidades de almacenamiento del pescado ahumado dependen en primer lugar de su humedad y su contenido de sal. Los productos actuales son altamente perecederos y requieren medios especiales de preservación.

La conservación de los alimentos a temperaturas de refrigeración se aplica a frutas y verduras, carnes, aves, leche fresca y productos lácteos, pescados y otros productos

marinos, huevos y productos derivados e incluso a ciertos alimentos enlatados y sometidos a la acción del calor, pero que han sufrido un tratamiento térmico poco drástico.

La refrigeración debe considerarse como un método industrial de conservación de alimentos de primordial importancia y posiblemente el más efectivo (**NICKERSON Y SINSKEY**, 1978).



La conservabilidad del pescado ahumado depende principalmente del grado de desecación y ahumado y de la temperatura a que se mantiene subsiguientemente, normalmente no puede conservarse sin refrigeración durante más de unos días, ni más de una semana bajo las condiciones más favorables (**AMOS**, 1969).

Al respecto **DESROSIER** (1973), menciona que los microorganismos corruptores de los alimentos se ven posiblemente controlados debido a que las temperaturas cercanas al punto de congelación son efectivas para reducir la velocidad de respiración; se tiene además que temperaturas inferiores a 4.4 °C evitan el crecimiento de la mayoría de las bacterias causantes de toxiinfecciones alimentarias.

2.2.7. Deterioro de los productos ahumados

2.2.7.1. Deterioro oxidativo

En conjunto los lípidos de los animales acuáticos están constituidos por ácidos grasos distribuidos en los diferentes triglicéridos, fosfolípidos y otros lípidos derivados, caracterizándose estos ácidos por su alto promedio de insaturación (OLCOTT, 1962, citado por ARAUJO, 1985).

LUNDBERG (1962), citado por TRIGOSO (1989), menciona que el deterioro oxidativo de los lípidos de los alimentos envuelve, primeramente, reacciones antioxidantes las cuales van acompañadas por varias reacciones secundarias que pueden o no, tener carácter oxidativo. Define a la autooxidación como la reacción de cualquier material con el oxígeno molecular. El mismo autor considera a varios metales, sales metálicas y compuestos orgánicos de metales, enzimas oxidativas (lipoxidasas), estabilizadores biológicos tales como la hemoglobina y otros compuestos tipo hemoglobina y otros compuestos tipo hemática, y pigmentos fotoquímicos que actúan como aceleradores en presencia de luz. Según CHEFTEL y CHEFTEL (1980), los catalizadores metálicos más enérgicos son el hierro, níquel, cobalto, cobre y manganeso.

CONNELL (1978), menciona como factores que pueden favorecer la oxidación de los productos pesqueros ahumados durante el proceso de ahumado en caliente a altas temperaturas, corrientes de aire dentro del horno, luz y la insaturación de los lípidos de la materia prima.

TORNES y GEORGE (1972), estudiando los efectos de los métodos de ahumado de los filetes de pescado sobre la resistencia de sus lípidos a la oxidación, afirman que la oxidación de lípidos en los filetes grandes de pescado aumenta con el tiempo de almacenamiento y estos aumentos fueron menores en filetes ahumados normales que con filetes ahumados por un proceso combinado líquido-humo. Después de 90 días de almacenamiento, los niveles de oxidación fueron 13.5 y 14.2% en el ahumado normalmente y en los procesos combinados de filetes; los niveles antes del almacenamiento fueron 13.0 y 13.2% respectivamente. Del total de ácidos grasos 32.3 y 26.6% fueron saturados después de un proceso normal y combinado de ahumado, pero después de 60 días de almacenamiento, los niveles de ácidos grasos saturados fueron 33.3 y 32.8% respectivamente. Los olores rancios son provocados por el rápido decrecimiento de los peróxidos de hidrógeno al formar, en última instancia, productos tales como aldehídos, cetonas y ácidos de cadena corta, al igual

que hidrocarburos, monóxidos de carbono, CO₂ y otros (KIRSCHENBAUER, 1964).

- **Deterioro microbiano**

El **ICMSF** (1981), indica que los peces marinos y los crustáceos en el momento de su captura, están generalmente libres de contaminación por los patógenos comunes causantes de enfermedad, tales como salmonelas y estafilococos, a menos que se pesquen en aguas contaminadas. Pero como cualquier otro alimento, pueden contaminarse durante la manipulación y procesados subsiguientes y pueden adquirir microorganismos mesófilos responsables de la alteración del alimento, tales como: *E. coli*, *Streptococcus fecales*, *Staphylococcus aureus* y salmonelas. El pescado recién capturado puede portar *Cl. botulinum*, normalmente de tipo B no proteolítico y tipo F y también *Vibrio parahaemolyticus*. Para pescado de agua dulce, el **ICMSF** (1981), recomienda como límite máximo de Número de Gérmenes Aerobios Viabiles-NGAV 10⁶ Bact./g.

BERTULLO (1975), afirma que en pescado ahumado es posible encontrar bacterias de los géneros Micrococcus y Bacillus del tipo esporógenas, que son los géneros más resistentes.

FAO (1970), menciona que esporas de los mohos se encuentran comúnmente en el pescado ahumado y la presencia de Staphylococcus aureus, Salmonellas y del Clostridium botulinum, especialmente del tipo E, puede ser peligrosa.

EKLUND (1981), citado por **ICMFS** (1981); señala que el Clostridium botulinum tiene una temperatura mínima de crecimiento de 10 °C (50 °F) y están inhibidos en los alimentos por debajo de pH de 4.3, debido a su característica de ser no proteolíticas, su desarrollo en los alimentos no pueden ser detectados por medio de los olores y sabores. Los procedimientos del ahumado por calor inactivan la flora degradante ya que se deshidrata, sala, ahuma y se usa otros preservantes en la preparación del producto.

En lo que respecta a la numeración de hongos y levaduras, la norma de **ITINTEC** (1974), exige un máximo de 0.1×10^4 col./g. de muestra en productos ahumados.

Control de calidad de los productos ahumados

La calidad de los productos cárnicos y pesqueros ahumados en caliente dependen de la regulación estricta de la temperatura, de la humedad y de la velocidad del aire, de la

madera y de los métodos empleados para generar el humo y de la clase y calidad de las materias primas. Las condiciones climáticas y el factor humano causan grandes variaciones en la calidad del producto, así como en el rendimiento, consumo de combustible y movimiento cuando se emplea el horno de ahumar tradicional (**FAO**, 1970).

Al igual que otros productos pesqueros, un pescado ahumado de buena calidad sólo puede elaborarse a partir de un pescado fresco o de pescado congelado y almacenado adecuadamente (**TORNES** y **GEORGE**, 1972) y **BURGESS** (1971), recomienda que al momento de practicarle el corte, siempre hay que procurar evitar laceraciones y desgarros del pescado. Todos las trazas de intestinos, agallas y riñones tienen que ser eliminados, debido a que se alteran rápidamente y determinan el deterioro del pescado.

La concentración de la sal deseable en la carne de pescado ligeramente curado, es alrededor de 2 a 2.2% en una salmuera de 70 - 80% de saturación (**CONNELL**, 1978). Si se emplea una salmuera saturada, la apariencia del producto final puede quedar afectada debido a la formación de cristales de sal sobre la piel. La salmuera deberá cambiarse al menos cada día y preferiblemente con mayor frecuencia,

limpiando los tanques, ya que durante su uso con trozos de intestinos, escamas y proteínas disueltas que pueden congelarse formando partículas, y éstas pueden depositarse sobre el pescado y dañar su apariencia (**TORNES** y **GEORGE**, 1972).

El incremento de la temperatura durante el ahumado provoca un oscurecimiento progresivo de color, entre 160° y 180 °F (71.1 °C y 82.2 °C), se obtiene buenos resultados mientras que con temperaturas más altas, tales como 200° y 210 °F (93.3 y 98.8 °C), resultan productos de color muy oscuro y de mala apariencia total (**FREITAS**, 1987).

CONNELL (1978), menciona que la uniformidad del secado y ahumado es extremadamente dificultoso de lograr en hornos tradicionales, especialmente los productos curados ligeramente, los cuales están en el horno por un tiempo relativamente corto.

III. MATERIALES Y METODOS

3.1. LUGAR DE EJECUCION

El presente trabajo de investigación se llevó a cabo en los ambientes del Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana (IIAP) - Quistococha - Iquitos (Perú) y en el Laboratorio de Control de Calidad de la Facultad de Industrias Alimentarias y Laboratorio de Química de la Facultad de Ingeniería Química de la Universidad Nacional de la Amazonía Peruana (UNAP), con una duración de cinco (05) meses.

3.2. MATERIA PRIMA

Constituida por peces de las especies Paco (Piaractus brachypomus) y Gamitana (Colossoma macropomum), provenientes de los ríos Ucayali y Marañón, comercializada en estado fresco en el puerto de Belén de la ciudad de Iquitos. La edad promedio determinada por el tamaño y el peso de estas especies fue de 14 meses con un peso aproximado de 1000 g.

3.3. EQUIPOS Y MATERIALES

A. Equipos

- Horno ahumador de combustión indirecta, construido de madera, con capacidad de 20 Kg., altura 1.5 m, con termómetro incorporado, con ventana corrediza para verificar la temperatura de procesamiento y con una fuente de calor a leña.
- Balanza de plataforma de 10 Kg de capacidad.
- Balanza analítica SARTORIUS con una precisión 0.01 mg y capacidad de 110 g.
- Aparato semi - micro Kjeldahl, marca Buchi, 220 V.
- Equipo Soxhlet, marca Selecta - español, modelo Precistern, difásica, trabaja en serie, contiene termostato para regular la temperatura de los solventes.
- Mufla, temperatura máxima 1200 °C, modelo FA2 Pc, serie 326, marca Terrigeno.

- Vernier marca Weyersberg de 12 cm de longitud.

B. Materiales

- Mesa de acero inoxidable con estructura de fierro galvanizado de 3.0 m x 1.0 m.
- Cuchillos de acero inoxidable de 20 cm.
- Fuente de porcelana de 60 cm. x 25 cm.
- Tinas plásticas con capacidad de 45 lt.
- Bolsas laminadas de polietileno - celofán y bolsas de polietileno de baja densidad.
- Termómetro marca Fisher Scientific de -20 °C a 110 °C.
- Probetas graduadas diversas, pipetas, buretas, matraces erlenmeyer, morteros y pilones, crisoles, embudos.

3.4. REACTIVOS

- Acido sulfúrico concentrado al 98%, nitrato de plata, hexano, Benceno, indicador fenolftaleína, ácido bórico, hidróxido de sodio, etanol, tiosulfato de sodio, ácido acético, tetracloruro de carbono, ioduro de potasio, cloroformo, ácido sódico, éter de petróleo, solución de almidón, medios de cultivo para determinación de microorganismos, etc.

3.5. METODOLOGIA

El presente trabajo se desarrolló de acuerdo al flujograma que aparece en la Figura 1. Siendo éste el flujo preliminar del proceso para el ahumado de las especies Paco y Gamitana, en el cual se fueron determinando los parámetros adecuados para cada operación del proceso. Luego se determinó el flujograma final, para posteriormente pasar a una evaluación de los productos obtenidos en el aspecto físico-químico, microbiológico y organoléptico. Durante el almacenamiento de productos ahumados se evaluó la variabilidad de las características químicas de Bases Volátiles Nitrogenadas e Índice de Peróxido y microbiológicas (coliformes, Número de Gérmenes Aerobios Viables y

hongos/levaduras) a temperatura ambiente sin empaque y con empaque (bolsa de polietileno-celofán y bolsa de polietileno de baja densidad).

Las operaciones del flujo experimental que se presenta en la Figura 1, comprende:

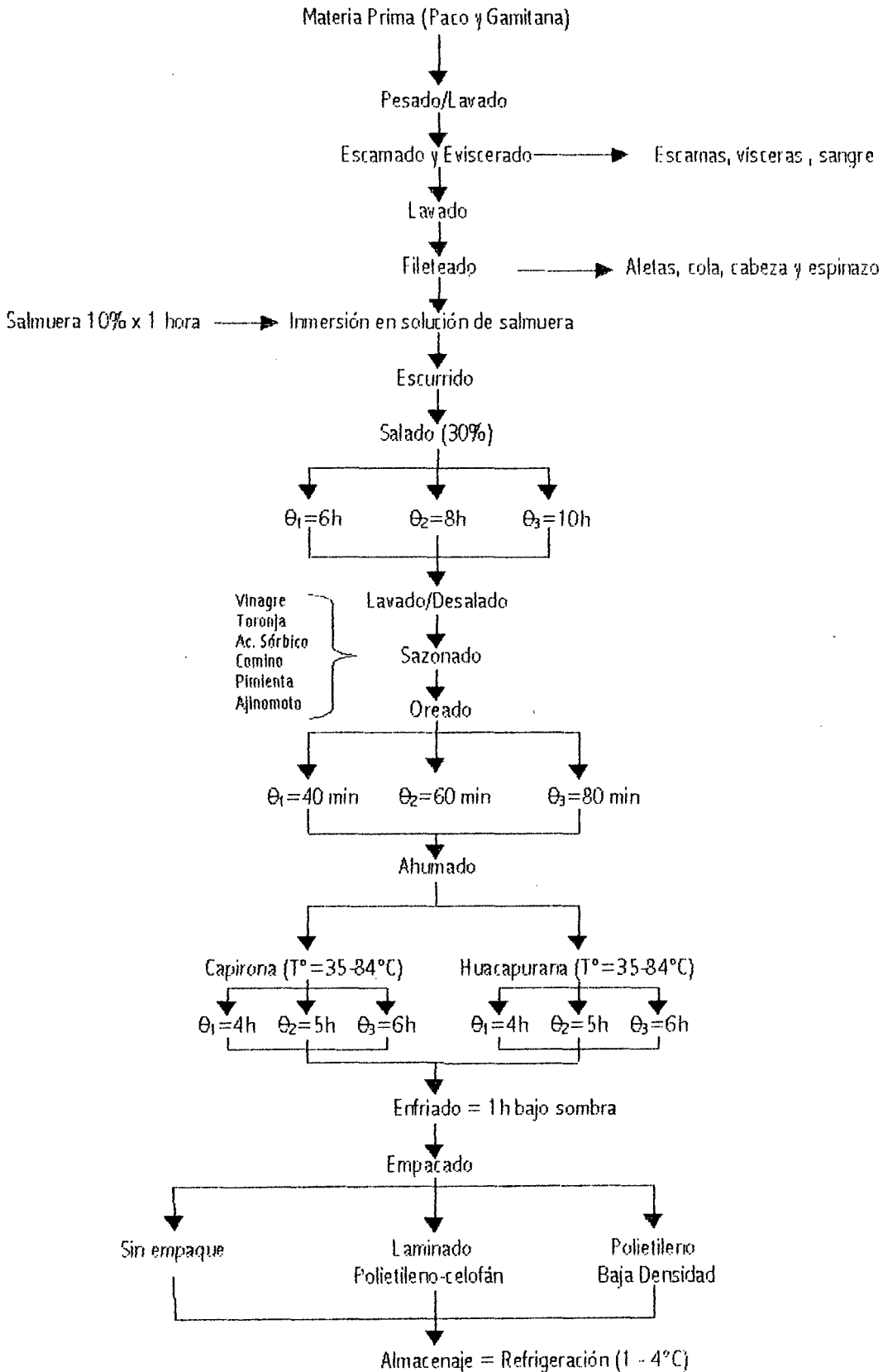
a) Recepción de materia prima.

El Paco (Piaractus brachypomus) y la Gamitana (Colossoma macropomum) fueron adquiridos en el puerto de Belén de la ciudad de Iquitos, desde donde fueron transportados a las instalaciones del Centro de Investigación del IIAP-Quistococha, a los cuales se les hicieron la limpieza para luego llevar a cabo los análisis de frescura y madurez sexual.

b) Pesado - lavado

Los pescados frescos enteros se pesaron y luego se lavaron con abundante agua potable, con el fin de eliminar la mucosidad que cubre la superficie del pescado.

FIGURA 1: FLUJO PRELIMINAR DEL PROCESAMIENTO DE AHUMADO DE FILETES DE PACO Y GAMITANA



Después de esta operación se sacaron las muestras de ambas especies para los análisis químicos-proximales y microbiológicos tal como se detallan en los items b y c.

c) Desescamado y eviscerado

Las escamas y vísceras fueron eliminados manualmente utilizando el cuchillo de acero inoxidable. Esta operación se hizo cuidadosamente para facilitar la penetración de sal y mejorar la presentación del producto.

d) Lavado

El desescamado y eviscerado se complementa con un segundo lavado bajo chorro de agua potable eliminando restos de sangre, vísceras y escamas.

e) Fileteado

Se realizó manualmente con cuchillo de acero inoxidable, aplicando al pescado entero y limpio, sin escamas ni vísceras, obteniéndose dos filetes. En esta operación se eliminaron cabeza, aletas, espinazo y cola, para luego ser pesados.



f) Inmersión en salmuera

Consiste en la inmersión de los filetes en baldes plásticos conteniendo una solución de salmuera al 10% por una hora recomendado por **RUÍZ** (1990), citado por **ARAUJO** (1985). La finalidad de esta operación es paralizar el sangrado y eliminar todos los residuos de sangre y mucosidades que pudieron haber quedado.

g) Escurrido

Los filetes se colocaron sobre parrillas de aluminio, durante 30 minutos aproximadamente para facilitar el escurrimiento del agua.

h) Salado

Esta operación se llevó a cabo con salazón en pila húmeda al 30% y 3% de azúcar a tiempos de 6, 8 y 10 horas aplicados tanto a filetes de Paco y Gamitana para facilitar la deshidratación osmótica.

Para ver cual fue el mejor tratamiento en cuanto a la preferencia de textura, el producto obtenido se presentó ante

10 panelistas no entrenados pero consumidores potenciales, utilizando la prueba afectiva de evaluación sensorial de 5 puntos y los datos obtenidos se sometieron a un ANVA usando el nivel de significancia de 5% en el DBCA el cual nos indicó la diferencia de tratamientos, y como existía diferencia, para ver entre que tratamientos se usó la prueba de medias de Duncan al mismo nivel de significancia.

i) Lavado/desalado

Se realizó con agua potable a temperatura ambiente usando una relación 5:1 (agua:pescado). Operación que tuvo por finalidad desprender la sal de los filetes de Paco y Gamitana. En esta operación se ensayaron las variables de tiempo de 40, 60 y 80 minutos de desalado.

Las características de sabor y textura del producto se evaluaron mediante análisis organoléptico, usando pruebas afectivas de escala hedónica de 5 puntos con panelistas no entrenados pero consumidores potenciales y los datos de éstos fueron sometidos a un ANVA del DBCA y las diferencias entre los tratamientos mediante pruebas de Medias de Duncan a un nivel de significancia de 5%.

j) Sazonado

El sazonado consistió en sumergir por un minuto en una mezcla de una solución constituida por: vinagre 800 ml, jugo de toronja 200 ml, ajinomoto 8 g, pimienta 3 g, comino 3 g, y ácido sórbico 0.02 g (IAAP, 1992), para intensificar un buen sabor al producto final.

k) Oreado

El oreado se llevó a cabo a temperatura ambiente promedio de 37 °C, humedad relativa promedio de 87%, con la finalidad de eliminar el agua superficial residual que puede impedir el proceso de ahumado. El tiempo promedio de oreado fue de 2 horas.

l) Ahumado

Operación que se llevó a cabo en un ahumador de combustión indirecta (ahumado en caliente), utilizándose dos tipos de madera: Capirona y Huacapurana.

En esta etapa se estudiaron las siguientes variables:

Capirona:	<u>T°</u>	<u>θ</u>
	35-50°C	1.5 y 2.0 horas
	55-65°C	1.5 y 2.0 horas
	70-84°C	1.0 y 1.5 horas

Huacapurana:	<u>T°</u>	<u>θ</u>
	35-50°C	1.5 y 2.0 horas
	55-65°C	1.5 y 2.0 horas
	70-84°C	1.0 y 1.5 horas

Controlándose las variables de temperatura y tiempo con un termómetro manual colocado dentro del ahumador y el tiempo con un cronómetro de pulsera.

Se elaboró una prueba de preferencia con 10 panelistas semientrenados para cada característica organoléptica y así determinar cuál de los productos ahumados es el más aceptado.

Los resultados de la prueba de preferencia fueron sometidos a un DBCA y las diferencias de los tratamientos a la prueba de medias de DUNCAN, a un nivel de 5% de significancia.



m) Enfriado

Se realizó a temperatura de medio ambiente bajo sombra con la finalidad que el producto tome textura firme al eliminarse agua en forma de vapor.

n) Empacado

Se efectuó en empaques laminados de polietileno-celofán y en empaques de polietileno de baja densidad, recomendado por **ARAUJO** (1985) para pescados grasos. Para el sellado hermético se utilizó selladora al vacío. Una tercera opción fue pescados ahumados sin empaque, para encontrar diferencias en el almacenamiento.

o) Almacenaje

Los productos empacados y sin empaque se almacenaron a temperaturas de refrigeración de 1 °C a 4 °C, por un tiempo de 60 días para comprobar la estabilidad del producto final.

3.6. METODOS ANALITICOS DE CONTROL

3.6.1. Análisis químico-proximal

El procedimiento de éste análisis realizado junto a la materia prima Paco y Gamitana como producto terminado se detalla a continuación:

A. De la materia prima

a. Análisis físicos

a.1. Medidas biométricas: peso, ancho, espesor y longitud.

a.2. pH: método instrumental, con un pH-metro de mesa con electrodos debidamente calibrados (A.O.A.C. 1989).

a.3. Estado de frescura: mediante tablas de Wittfogel y madurez sexual mediante la tabla internacional de NAIER.

b. Análisis químico proximal

b.1. Determinación de proteína, por el método Micro Kjeldhal (nitrógeno x 6.25), según A.O.A.C. (1989).

b.2. Determinación de grasa, por el método Soxhlet, usando éter de petróleo como solvente, según **A.O.A.C.** (1989).

b.3. Determinación de ceniza, por incineración, según **A.O.A.C.** (1989).

b.4. Determinación de humedad, método de la estufa, según **A.O.A.C.** (1989).

b.5. Determinación de carbohidratos, se determinó por diferencia del total de los otros componentes.

c. Análisis microbiológico

c.1. Numeración de Gérmenes Aerobios Viables: método de recuento de placas (**MOSSEL y QUEVEDO, 1984**).

c.2. Numeración de Hongos y Levaduras (**MOSSEL y QUEVEDO, 1984**).

c.3. Streptococcus D. Lancefield: método del Número más Probable (**MOSSEL y QUEVEDO, 1984**).

B. Análisis del producto terminado

a. Análisis físico-químico

a.1. pH: usando el pH-metro

a.2. Bases Volátiles Nitrogenadas (PEARSON, 1976).

a.3. Índice de peróxido (PEARSON, 1976).

b. Análisis microbiológico

Los métodos fueron similares que para la materia prima.

c. Análisis organoléptico

Método de pruebas afectivas (Escala Hedónica de 5 puntos), ANZALDUA, (1994).

d. Análisis de cloruros residuales

Se determinó el porcentaje de cloruros en los filetes ahumados de paco y gamitana, siguiendo el procedimiento gravimétrico.

3.6.2. Durante el almacenamiento refrigerado (1-4°C)

3.6.2. Durante el almacenamiento refrigerado (1-4°C)

A. Análisis organolépticos

Estos análisis se realizaron a los productos ahumados durante los días 0,3,6,10,14,20,30,45 y 60 tanto a los filetes ahumados sin empaque, así como a los filetes ahumados con empaque de polietileno-celofán y polietileno de baja densidad.

B. Determinación de Bases Volátiles Nitrogenadas-B.V.N

Se determinó del extracto muscular siguiendo el método de microdifusión de **CONWAY (PEARSON, 1976)**

C. Determinación del índice de peróxido: Según lo indicado por **PEARSON, 1976.**

IV. RESULTADOS Y DISCUSION

4.1. CARACTERISTICAS DE LA MATERIA PRIMA

4.1.1. Análisis físico y organoléptico

CUADRO 5: CARACTERISTICAS FISICAS Y ORGANOLEPTICAS DEL PACO Y GAMITANA

CARACTERISTICA	ESPECIES	
	PACO	GAMITANA
Madurez sexual	Macho Estadio V Hembra Estadio VII	Macho: Estadio VI Hembra: Estadio VII
Puntaje organoléptico (Wittfogel)	17	18
Longitud total (cm)	30	38
Altura (cm)	17.5	18
Espesor (cm)	5.1	5.5
Peso (gr) *	900	1200
pH	6.75	6.8

* Peso promedio de 10 peces

En el Cuadro 5 se muestran los resultados del estadio y la fescura en la que se encuentran las especies Paco y Gamitana según la Tabla de NAIER (Anexo 02). El Paco macho y hembra se encuentran en el estadio V y VII

respectivamente, mientras que la Gamitana, macho y hembra, se encuentran en el estadio VI y VII respectivamente.

Según la Tabla de Wittfogel, las muestras de Paco obtuvieron 17 puntos en frescura y la Gamitana 18 puntos; puntajes que se encuentran dentro de los rangos de 13-18 puntos que representa a pescados de buena calidad.

En cuanto a la longitud, altura y espesor el Paco y la Gamitana tiene marcadas diferencias. El **IIAP**, (1992) reporta que estas características físicas están en función del estadio en que se encuentran las especies.

El pH del Paco es de 6.75 y de la Gamitana es 6.8, las mismas que se encuentran en los parámetros recomendados por **IIAP** (1992). Además indica que el pescado se mantiene en pre rigor.

El peso de las dos especies varía de acuerdo al tamaño siendo los de mayor longitud las que tienen más peso.

4.1.2. Análisis químico proximal

En el Cuadro 6, se observa la composición químico proximal obtenido del músculo fresco del Paco y la Gamitana.

CUADRO 6: COMPOSICION QUIMICO-PROXIMAL DEL MUSCULO FRESCO DE PACO Y GAMITANA

COMPONENTES	ESPECIES	
	PACO	GAMITANA
Proteínas, (%)	17.70	18.40
Humedad, (%)	74.08	69.10
Grasa, (%)	6.10	9.08
Cenizas, (%)	2.11	3.41
Carbohidratos, (%)	0.01	0.01
Sólidos totales (%)	25.91	30.90

En estos resultados se nota que el Paco presenta menor contenido de grasa y proteínas (6.10% y 17.70%) que la Gamitana (9.08% y 18.40%), porcentajes superiores a los que reporta el **IIAP** (1992), donde la grasa y proteínas para el Paco es del orden de 5.90% y 17.2% y 5.32% y 19.60% para la Gamitana. El mismo autor indica que las diferencias en la composición químico-proximal en estas especies se deben posiblemente a dos razones: la primera atribuida al estadio

sexual en que se encuentran (etapa de desove); la segunda debido a la época en que son capturados, siendo los meses de Mayo y Junio en que los ríos aumentan su caudal y disminuyen su temperatura, creando un medio no apropiado para la fauna acuática, alterando el régimen alimenticio de los peces originando una pérdida de peso. VILLAREJO (1969), menciona que en algunos días de Junio y Julio avanzan corrientes de aire frío provenientes del sur del continente y llegan a la selva baja peruana en fechas cercanas a las festividades de San Juan y Santa Rosa, alterando las características naturales del medio.

En lo referente al contenido de ceniza, éstos se encuentran dentro de los rangos normales para pescado fresco.

4.1.3. Determinación de cloruros

La determinación de cloruros (como cloruro de sodio), dio como resultado en el Paco (0.10%) y en la Gamitana (0.07%). ARAUJO (1985), reporta en boquichicos 0.21% en cloruros; esta diferencia se debe posiblemente al tipo de alimentación, época del año, zona de captura, estadio sexual, etc.

4.1.4. Análisis microbiológico

El **ICMSF** (1981) recomienda para el pescado de agua dulce límites microbiológicos máximos de 10^7 para gérmenes viables (valores iguales o por encima de éste, no son aceptables).

CUADRO 7: ANALISIS MICROBIOLÓGICO DE LOS MUSCULOS CON PIEL DE PACO Y GAMITANA FRESCO

PRUEBAS	u.f.c./g. de muestras	
	PACO	GAMITANA
Numeración de gérmenes aerobios viables	4.02×10^5 (18 °C)	4.0×10^5 (18°C)
	4.3×10^5 (35 °C)	4×10^5 (35 °C)
Numeración de hongos y levaduras	0.8×10^3	0.5×10^4
NMP <u>Streptococcus</u> del grupo D de Lancefield	40	43

Los resultados del Cuadro 7 en cuanto a gérmenes viables están dentro del rango que recomienda el **ICMSF** (1981).

Respecto a la prueba de NMP Streptococcus del grupo D de Lancefield las especies paco y gamitana reportaron 40 y 43 microorganismos por muestra. **ARAUJO** (1985), indica que la presencia de estas bacterias podría deberse a cierta

contaminación durante el manipuleo, transporte o también a que el pescado tuviera esa carga bacteriana como flora natural por cuanto la temperatura del agua entre 28 °C - 30 °C favorece el crecimiento de microorganismos mesófilos. **FRAZIER** (1976), comunica que el pescado de agua dulce lleva bacterias propias de dicha agua, entre los que se encuentran muchos de los representantes de los mismos géneros hallados en agua salada además de especies *Aeromonas*, *Lactobacillus*, *Brevibacterium* y *Alcaligenes*.

4.2. DEL PROCESAMIENTO DE PACO Y GAMITANA

4.2.1. Materia prima

Estuvo conformada por dos especies, que se obtuvieron en el mercado de Belén - Iquitos.

4.2.2. Pesado/Lavado

Se pesaron las dos especies, alcanzando el Paco un peso promedio de 900 g y la Gamitana un peso promedio de 1200 g y cada filete de Paco 487.8 g y la Gamitana 676.8 g.

4.2.3. Desescamado y eviscerado

Se eliminaron escamas, vísceras y sangre, perdiéndose de éstos 16.2% en el Paco y 15.4% en la Gamitana.

4.2.4. Lavado

Se eliminaron restos de sangre que quedó de la operación anterior y se hizo con agua potable por tres veces consecutivas con una relación de 5:1, es decir 5 de agua por 1 de pescado.

4.2.5. Fileteado

El corte aplicado fue del tipo "filetes" obteniéndose dos de ellos por cada pescado. En esta operación se eliminaron colas, cabezas y espinazos; el peso de los dos filetes ascendieron a 508.27 g en el Paco y 706.42 g en la Gamitana, representando 56.47% y 58.87% respectivamente (Ver Cuadro 8). **RAMÍREZ** (1996), reporta que la Gamitana fileteada alcanza un 57.60%. Estos filetes fueron medidos tal como se muestra en el Cuadro 8.

CUADRO 8: CARACTERISTICAS FISICAS DESPUES DE LA OPERACION DE FILETEADO

CARACTERISTICAS	ESPECIES	
	PACO	GAMITANA
Peso de la especie (g)	900.00	1200.00
Longitud del filete (cm)	19.00	24.00
Espesor del filete (cm)	2.20	2.40
Peso del filete (g)	508.27	706.42
Rendimiento del filete (%)	56.47	58.87

4.2.6. Inmersión en salmuera

Esta operación se hizo para detener la sangría por captación de pequeñas cantidades de sal y para ello se utilizó salmuera al 10% por una hora recomendado por **ARAUJO** (1985), obteniéndose los resultados que se muestran en el Cuadro 9.

CUADRO 9: CARACTERISTICAS ORGANOLEPTICAS DE LOS FILETES DE PACO Y GAMITANA DESPUES DE LA OPERACION DE INMERSION EN SALMUERA

CARACTERISTICAS SENSORIALES	ESPECIES	
	PACO	GAMITANA
Textura	Semiblando	Semiblando
Olor	Normal	Normal
Sabor	Característico	Característico
Color	Pardo claro	Pardo claro
Apariencia general	Limpio	Limpio

Ambas especies tienen características similares y aceptables, obteniéndose un color pardo claro, por la presencia de pigmentos, principalmente, la mioglobina de los músculos y la hemoglobina (ITINTEC, 1974).

La apariencia limpia es producto de un buen manejo en las anteriores operaciones, donde se eliminaron restos de sangre. El peso de los filetes experimentan un mínimo cambio con esta operación.

Los resultados de las características del Paco y la Gamitana concuerdan con lo reportado por TRIGOSO (1989), por un trabajo realizado con pescado Yulilla, donde también encontraron las mismas características organolépticas.

4.2.7. Salado

En el Cuadro 10 se aprecia el comportamiento de los filetes de Paco y Gamitana después de una salazón fuerte (30% sal) recomendado por IIAP (1992). En éste se observa que durante 10 horas de salado el Paco (Piaractus brachypomus) pierde 68.80 g (13.54%) de agua y la Gamitana (Colossoma macropomum) pierde 59.7 g (8.45%) de agua, notándose una mayor pérdida de agua en el Paco con relación a la Gamitana,

debido a que esta especie tiene menor espesor de piel y poco porcentaje de substancias grasas, que facilita su eliminación.

TORNES y **GEORGE** (1972), manifiestan que la penetración de sal a la parte interna del pescado depende del tamaño de éstos y es más lenta en aquellos que contienen mayor cantidad de grasa.

Asimismo, durante las primeras horas de salazón la pérdida de agua es más lenta en ambas especies; notándose más pausado en la Gamitana, quizás esto se debe a que la Gamitana contiene 9.08% de grasa y el Paco contiene el 6.10% de grasa, la cual actúa como una barrera para la difusión de la sal en el músculo. Esta resistencia a la pérdida de agua se observa hasta la tercera hora de exposición al salazón, notándose y a partir de la cuarta hora se produce una mayor difusión, porque rompe la barrera de grasa existente.

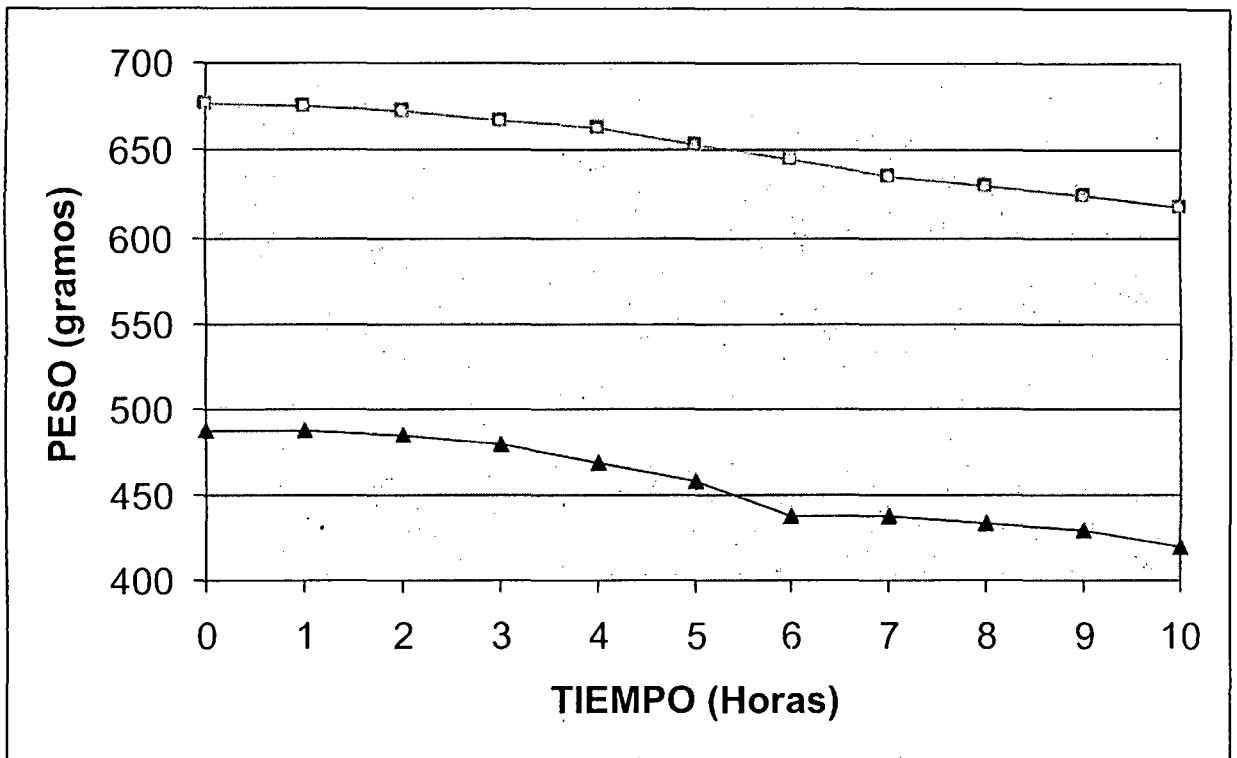
Esta captación de sal y la pérdida de agua se hallan influenciados por el contenido graso del pescado y por el grosor del mismo tal como menciona **BURGESS** (1971).

CUADRO 10: RELACION DE TIEMPO DE SALAZON (30%) Y LA PERDIDA DE PESO EN FILETES DE PACO Y GAMITANA

TIEMPO DE SALAZON (Hr)	PESO (gramos)	
	PACO	GAMITANA
0	487.8	676.8
1	487.4	675.7
2	484.9	671.8
3	479.8	667.1
4	469.1	662.5
5	457.5	653.8
6	437.2	645.0
7	437.8	635.9
8	432.8	629.8
9	429.0	624.9
10	419.0	617.1

Otra característica importante en esta salazón es que al cabo de la décima hora, la evacuación de agua es lenta, perdiendo el Paco alrededor de 10.0 g y la Gamitana 7.85 g. Como se ve este último pierde menos a las diez horas, debido a que la grasa de los filetes sigue poniendo resistencia a la pérdida de agua.

FIGURA 2: VARIACION DEL PESO DE FILETES DE PACO Y GAMITANA EN RELACION A TIEMPOS DE SALAZON AL 30%



LEYENDA:

- ▲▲▲— PACO
- GAMITANA

En la Figura 2, las curvas muestran una tendencia descendente, observando que ambos filetes experimentan una pérdida de peso como consecuencia del ingreso de la sal y la evacuación del agua en los músculos de ambos pescados.

Los filetes de Paco presentan un mayor descenso de la curva en relación a los filetes de Gamitana, debido a que el Paco posee menor contenido graso.

Asimismo, la Figura 3 nos muestra en ambos filetes una curva ascendente similar, debido a la ganancia de cloruros como consecuencia de la salazón fuerte (30%) que se aplicó por 10 horas de exposición.

La mayor captación de cloruros en la especie Paco se experimenta a partir de la tercera hora hasta la séptima hora, y en la Gamitana es a partir de la quinta hora hasta la octava, ya que la curva tiene una característica ascendente fuerte y por el contrario a partir de la novena hora la captación se vuelve más lenta en ambas especies tal como se observa en ambas curvas.

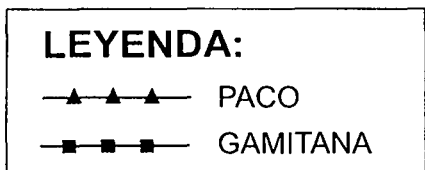
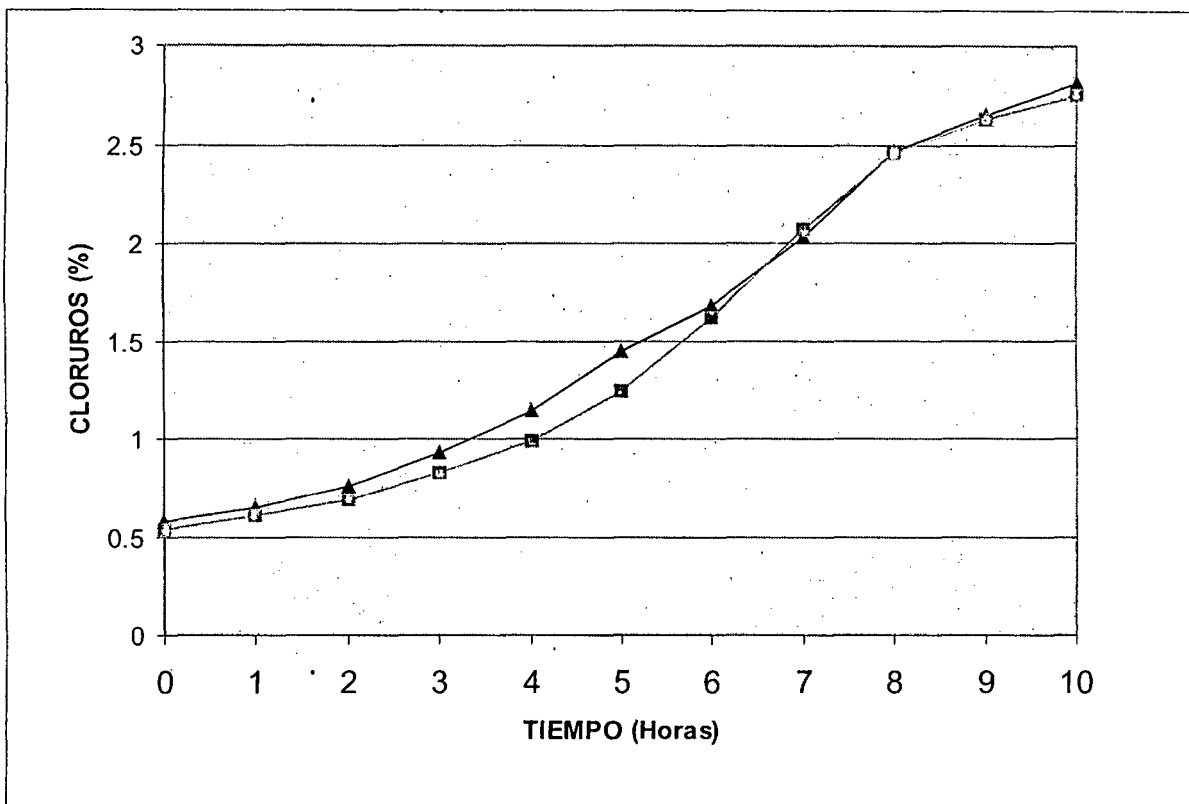
**CUADRO 11: CONTENIDO DE CLORUROS EN FILETES DE PACO Y
GAMITANA A TIEMPOS DIFERENTES**

TIEMPO DE SALAZON (Hr)	PORCENTAJES DE CLORUROS	
	PACO	GAMITANA
0	0.58	0.54
1	0.65	0.61
2	0.76	0.69
3	0.93	0.83
4	1.14	0.99
5	1.40	1.24
6	1.68	1.62
7	2.03	2.07
8	2.46	2.66
9	2.65	2.82
10	2.81	2.99

En el Cuadro 11 se observa los porcentajes de cloruros captados por ambas especies, alcanzado a las 10 horas de exposición, 2.81% el Paco y 2.99% la Gamitana.

Inicialmente se nota que las dos especies contienen un ligero contenido de cloruro debido a que durante la operación

FIGURA 3: VARIACION DEL CONTENIDO DE CLORUROS EN FILETES DE PACO Y GAMITANA CON RELACION A TIEMPOS DE EXPOSICION EN SALAZON AL 30%



de desangrado los filetes captaron una cierta cantidad de sal.

En la primera hora de salazón el Paco captó mayor porcentaje de sal que la Gamitana, elevándose a 0.65% y 0.61% de cloruros respectivamente, quizás esto se debe al mayor grosor y mayor porcentaje de grasa que contienen los filetes de Gamitana notándose una difusión lenta de cloruros. Al analizar los últimos porcentajes de cloruros, se observa que el Paco cambia de 2.65% a 2.81% y la Gamitana de 2.82% a 2.99%, debido a que la sal rompe la barrera de grasa, produciéndose una mayor difusión de cloruros al interior del filete; notándose que la exposición a salazón por 10 horas, los porcentajes no son constantes, deduciéndose que ambas especies no llegan a saturarse de sal.

BERTULLO (1975), indica que a una saturación total de la sal en los tejidos del músculo de pescado, la apariencia del producto final puede quedar afectado debido a la formación de cristales de sal sobre la piel.

Otra característica notoria es que a partir de la sexta hora de exposición en salazón, los filetes de Paco presentan una textura firme, donde la parte superficial va tornándose

blanco humo, mientras que la textura de los filetes de Gamitana recién en la octava hora se vuelve firme y toma el mismo color como del Paco, también se observa que a la décima hora la textura en ambas especies se vuelve dura, y esto no es aceptable.

El grado de textura se estableció realizando la prueba de evaluación sensorial por puntos o calificación elaborado para este trabajo, como se aprecia en los Anexo 4.1 y 4.2, los mismos que fueron sometidos a un ANVA del DBCA, de la cual en la especie Paco se encontró diferencia altamente significativa entre los tiempos de exposición en salazón al 30%, según el ANVA del Anexo 4.3, mientras que en la especie Gamitana no se encontró diferencia significativa entre los tiempos de exposición en salazón al 30% según el ANVA del Anexo 4.4, usando para ambos casos el diseño estadístico de Bloques Completamente Azarizados. La escala para la evaluación del grado de textura para ambas especies fue:

- Firme : 4
- Algo blanda : 3
- Blanda : 2
- Dura : 1

4.2.8. Lavado-Desalado

Operación que se efectuó con agua potable en la relación 5:1 (5 de agua y 1 de pescado), cuyos resultados de contenido de cloruros en filetes de Paco y Gamitana se aprecian en el Cuadro 12.

En los primeros 30 minutos el porcentaje de cloruros desciende lentamente, notándose que en el Paco hay un descenso de 0.13% hasta los 30 minutos, y en la Gamitana 0.10% en el mismo tiempo, tal como se muestra en el Cuadro 12; se ve también que los filetes de Gamitana pierden menos cloruro que el Paco. Esta característica se debe exclusivamente al mayor contenido de grasa presente en la Gamitana que hace que la difusión sea más lenta tal como lo mencionan **TORNES** y **GEORGE**, (1972).

CUADRO 12: CONTENIDO DE CLORUROS EN FILETES DE PACO Y GAMITANA A DIFERENTES TIEMPOS

TIEMPO DE DESALADO (min)	PORCENTAJES DE CLORUROS	
	PACO	GAMITANA
0	2.81	2.99
10	2.78	2.97
20	2.75	2.94
30	2.68	2.89
40	2.56	2.64
50	2.23	2.10
60	1.30	1.41
70	0.93	1.22
80	0.61	0.97

De los 40 a 50 minutos, la difusión es mayor en ambas especies llegando a descender en el Paco y la Gamitana a 0.33% y 0.54% de cloruros respectivamente; al cabo de los 80 minutos el Paco y la Gamitana descendieron 2.22% y 2.02% respectivamente. El tiempo de 60 minutos es el óptimo para ambas especies, debido a que en este tiempo el sabor de la carne es un salado ligero, con una aceptación característica de los consumidores y en cuanto a la textura se vuelve firme al contacto con los dedos.

El grado de salado y la textura óptima después del lavado-desalado se estableció también realizando la prueba de evaluación sensorial por puntos y calificaciones, elaborado por el autor, cuya escala para el sabor es:

- Suficiente : 4
- Salado ligero : 3
- Salado insuficiente : 2
- Salado excesivo : 1

Los resultados se aprecian en los Anexos 5.1, 5.2, 5.3 y 5.4 y estos se sometieron a un ANVA; en la cual para el sabor del Paco se encontró alta significancia entre los tratamientos a tiempos diferentes (Anexo 5.5) y en cuanto al

sabor de la Gamitana los tratamientos aplicados no fueron significativos (Anexo 5.6). En cuanto a la textura después del desalado, según los Anexos 5.1 y 5.2 ambas especies se comportan de diferentes formas de acuerdo al tiempo aplicado, es decir los tratamientos son altamente significativos.

En cuanto a la textura después del desalado, según los Anexos 5.7 y 5.8, ambas especies se comportan de diferentes formas de acuerdo al tiempo aplicado, es decir los tratamientos son altamente significativos.

4.2.9. Sazonado

En esta operación los filetes de paco y gamitana cambiaron de color debido a la impregnación del vinagre en los músculos de los filetes, cambiando de un color pardo a uno rojizo. El cambio de humedad en los tejidos no es significativo, ya que sólo es sumergido en la solución de sazonado durante segundos.

4.2.10. Oreado

En esta operación se eliminó una parte de humedad de los filetes, obteniéndose una textura adecuada para ahumado.

En el Cuadro 13 observamos los cambios de humedad que experimentaron los filetes de ambas especies a tiempos diferentes, expuestos a la temperatura del medio ambiente, teniendo como media de 37°C y una humedad relativa promedio de 68%, obteniéndose un oreado óptimo determinado mediante una técnica usual en la región, consistente en la opresión con el dedo sobre los filetes para tener idea de su textura. A los 20 y a los 40 minutos se hizo la prueba y la yema de los dedos quedó húmedo, a los 60 minutos, se aplicó nuevamente la prueba y se comprobó que la yema de los dedos quedó poco húmedo, indicándonos que el oreado llegó al óptimo. Cuando el oreado alcanzó los 80 minutos la textura se puso muy rígido y sin humedad determinándose que a 80 minutos a 37 °C y una humedad relativa promedio de 68%, los filetes de Paco y Gamitana no tienen un buen comportamiento.

CUADRO 13: CONTENIDO DE HUMEDAD EN FILETES DE PACO Y GAMITANA OBTENIDOS DESPUES DEL OREADO

TIEMPO DE DESALADO (min)	PORCENTAJES DE HUMEDAD	
	PACO	GAMITANA
0	60	57
10	59	56.5
40	57	54.3
60	54.2	52.0
80	52.5	50.2

4.2.11. Ahumado

De los resultados de la interacción de tiempos de exposición y temperaturas diversas aplicadas a los filetes de Paco y Gamitana, según los Anexos 6.1, 6.2, 6.3, 6.4, 6.5, 6.6, 6.7, 6.8, 6.9 y 6.10 que se refieren a las características organolépticas de sabor, color, olor, textura y apariencia general; determinamos que la más óptima para el Paco fue el tratamiento a temperaturas de 35 °C a 84 °C x 4 horas y para la Gamitana a las mismas temperaturas fue de 5 horas, ambos utilizando la madera Capirona para el ahumado.

El proceso de ahumado en caliente se realizó con un período inicial de secado, seguido de un aumento de temperatura con el fin de cocinar la carne y luego este se redujo para continuar el proceso principal de ahumado y secado final. Las temperaturas y tiempos dependieron del tamaño de pescado, tal como recomienda **FAO** (1970).

El mejor ahumado es aquel que utiliza un temperatura inicial de 40 a 50 °C x 1 hora subiendo gradualmente hasta 100 °C por más de 5 horas (aproximadamente 10 °C/hora), con este proceso el pescado se cocina lentamente, tal como menciona **FREITAS** (1987).

El color de los filetes de Paco y Gamitana se tornaron café claro brillante, uniforme en toda la superficie del filete, **ITINTEC** (1974), indica que los alimentos ahumados muestran coloraciones diversas según la naturaleza de la superficie, en el caso de alimentos con alto contenido graso la intensidad del color es mínima y depende principalmente del depósito de partículas. **QUISPE** (1970), citado por **TRIGOZO** (1989), indica que la brillantez del ahumado es producto de la sal ya que durante esta operación los filetes se secan y una parte de la sal que quedó depositada en la superficie del pescado produce una película brillante

bastante atractiva de color marrón amarillento resultante de la acción de ciertos constituyentes del humo. **PAUCAR** (1984), citado por **ARAUJO** (1985), dice que la causa de la coloración reside en las reacciones químicas entre los compuestos carbonílicos del humo y los grupos aminos de las proteínas.

El olor de los filetes ahumados fue similar a la madera Capirona y a los otros componentes del sazonado, especialmente los condimentos comino y pimienta. Al respecto, **ARAUJO** (1985), señala que los ahumados de la especie boquichico obtuvieron un olor normal, atribuido posiblemente a las características de la mezcla del combustible utilizado (coronta de maíz, aserrín de tornillo, roble y caoba) sin embargo, **TORNES** y **GEORGE** (1972), indican que los compuestos fenólicos presentes en el humo confieren un olor característico al producto ahumado.

En cuanto al sabor los filetes ahumados adquirieron un sabor a humo no muy acentuado, agradable al paladar, sin amargor, estas características son debidas probablemente a la madera Capirona que se utilizó para la producción de humo y en parte a los componentes del sazonado.

Además los productos pesqueros expuestos al humo de madera o leña adquieren un sabor peculiar confiriéndoles grado de aceptación, que no depende de los componentes del humo, sino también de sus reacciones con el sustrato, ya que para la formación del sabor, los componentes tales como las proteínas del producto reaccionan primeramente con carbonilos (metilglioxal dioxiacetona, diacetilo, furfural e hidroximetilfulfuro) y después fenoles, particularmente la hidroquinona, el pirogalol y las catequinas; todos ellos componentes de la fase vapor del humo, así como las funciones ácidas que fácilmente fijan a las proteínas, tal como menciona **GUSHICKEN** (1986), citado por **TRIGOSO** (1981). La textura de los filetes de las dos especies fue firme con ligera suavidad y esta firmeza se debe a la buena salazón que se aplicó, así como a la pérdida de agua que experimentaron en la operación de ahumado.

Las características organolépticas de los filetes de Paco y Gamitana fueron sometidos a un ANVA. Los Anexos 6.1, 6.2, 6.3, 6.4 y 6.5 se refieren a resultados de la especie Paco. En cuanto al color y olor las interacciones Vi x Mi reportan significancia. El sabor, la textura y la apariencia general arrojan resultados altamente significativos en cuanto a las interacciones Vi x Mi. Para

comprobar estas diferencias se sometió a la prueba de Duncan al 5% de probabilidad, tal como se aprecia en el Anexo 7.

Los Anexos 6.6, 6.7, 6.8, 6.9 y 6.10 reportan resultados de la especie Gamitana. El color, el olor, el sabor y la textura arrojan resultados altamente significativos al aplicarse las diferentes interacciones de Vi x Mi, pero la apariencia general reporta no significativa. Estas diferencias significativas también fueron sometidos a la prueba de Duncan al 5% de probabilidad, ver Anexo 7.

4.2.12. Empacado

El pescado ahumado enfriado por unos 15 minutos se limpió las cenizas adheridas durante el ahumado y se empacó en bolsas de polietileno de baja densidad, polietileno-celofán y sin empaque, sellándose éstas herméticamente.

4.2.13. Almacenado

Se almacenó a una temperatura de 1 a 4 °C, en sus tres presentaciones: sin empaque, con empaque de polietileno-celofán y empaque de polietileno de baja densidad, cuyos resultados obtenidos se aprecian en los Cuadros 14, 15, y 16,

donde el empaque polietileno-celofán conserva más tiempo (45 días), las características organolépticas de los filetes ahumados de Paco y Gamitana, mientras que los productos sin empaque y con empaque de polietileno de baja densidad pierden sus atributos organolépticos a los 20 y 30 días respectivamente.

CUADRO 14: RESULTADOS ORGANOLEPTICOS DE LOS FILETES DE PACO Y GAMITANA SIN EMPAQUE ALMACENADOS EN REFRIGERACION (1°-4°C)

CARACTERISTICAS	DIAS					
	0	10	20	30	45	60
Sabor	A humo y especias	A humo y especias	Sabor algo salado	Sabor salado y a grasa	Sabor a rancio	Sabor a rancio
Color	Café claro brillante y uniforme	Café claro brillante y uniforme	Mantiene el color brillante	Pérdida de brillo en la superficie	Se torna opaco	Se torna opaco
Olor	A humo y especias	A humo y especias	Mantiene el mismo olor	Olor a humo	Mantiene olor a humo	Mantiene olor a humo
Textura	Elástica con cierta rigidez	Elástica con cierta rigidez	Ligero arrugamiento de la piel	Arrugamiento de la piel	Textura húmeda y pegajosa	Textura húmeda y pegajosa
Apariencia General	Agradable	Agradable	Ligera exudación de grasa	Poco agradable	Desagradable	Desagradable

CUADRO 15: RESULTADOS ORGANOLEPTICOS DE LOS FILETES DE PACO Y GAMITANA CON EMPAQUE DE POLIETILENO-CELOFAN ALMACENADO EN REFRIGERACION (1°-4°C)

CARACTERISTICAS	DIAS					
	0	10	20	30	45	60
Sabor	A humo y especias	A humo y especias	A humo y especias	Sabor algo salado	Sabor a salado y a grasa	Sabor a rancio
Color	Café claro brillante y uniforme	Café claro brillante y uniforme	Café claro brillante y uniforme	Mantiene el color brillante	Pérdida de brillo en la superficie	Se torna opaco
Olor	A humo y especias	A humo y especias	A humo y especias	Mantiene olor a humo	Mantiene olor a humo	Mantiene olor a humo
Textura	Elástica con cierta rigidez	Elástica con cierta rigidez	Elástica con cierta rigidez	Ligero arrugamiento de la piel	Arrugamiento de la piel	Textura húmeda y pegajosa
Apariencia General	Agradable	Agradable	Agradable	Poco agradable	Poco agradable	Desagradable

CUADRO 16: RESULTADOS ORGANOLEPTICOS DE LOS FILETES DE PACO Y GAMITANA CON EMPAQUE DE POLIETILENO DE BAJA DENSIDAD ALMACENADO EN REFRIGERACION (1°-4°C)

CARACTERISTICAS	DIAS					
	0	10	20	30	45	60
Sabor	A humo y especias	A humo y especias	A humo y especias	A humo y especias	Sabor algo salado	Sabor salado y a grasa
Color	Café claro brillante y uniforme	Café claro brillante y uniforme	Café claro brillante y uniforme	Café claro brillante y uniforme	Mantiene el color brillante	Pérdida de brillo en la superficie
Olor	A humo y especias	A humo y especias	A humo y especias	A humo y especias	Mantiene olor a humo	Mantiene olor a humo
Textura	Elástica con cierta rigidez	Elástica con cierta rigidez	Elástica con cierta rigidez	Elástica con cierta rigidez	Ligero arrugamiento de la piel	Arrugamiento de la piel
Apariencia General	Agradable	Agradable	Agradable	Agradable	Ligera exudación de grasa	Poco agradable

Al respecto **TRIGOSO** (1989), indica que la Yulilla (Hemiodopsis microlepis) ahumado en caliente y envasado en polietileno de baja densidad duró 8 días en refrigeración, pasado este tiempo el producto perdió sus atributos.

Durante el almacenamiento se evaluó diferentes efectos de degradación de calidad del producto Paco ahumado, cuyos resultados se muestran los Cuadros 17, 19 y 21 y la Figura 4; referente a las bases volátiles nitrogenadas (BVN), donde hubo un incremento aceptable en las variables "X" y "Y" hasta el día 30 en almacenamiento; sin embargo en el empaque de polietileno-celofán (variable "Z") hasta los 45 días se mantuvo entre 24 y 25 mg/100 g. **PEARSON** (1976); citado por

ARAUJO (1985), menciona que para pescado fresco almacenado hasta 60 días, se considera de 20 a 30 mg. de EVN como aceptable, pero acota que para productos cocidos o tratados no deben dar valores mayores de 40 mg. de EVN. Los productos sin empaque y con empaque de polietileno de baja densidad sigue la curva ascendente hasta los 60 días, posiblemente atribuido a la mayor concentración de BVN presente en el empaque; y esto debido a la deshidratación que presentan los productos.

La Figura 5, referente a las BVN del producto Gamitana ahumado empacado en polietileno-celofán respondió mejor al almacenamiento ya que a los 60 días apenas alcanza un BVN de 30.40 mg/100 g., y las almacenadas sin empaque y las empacadas con polietileno de baja densidad, a los 60 días llegan a un valor de 51.50 mg/100 g y 48.80 mg/100 g respectivamente. Comparando los datos de los Cuadros 18, 20 y 22; el producto empacado con polietileno-celofán tiene mejor comportamiento en cuanto a la menor difusión de vapor de agua cuando es almacenado en refrigeración.

La Figura 6, muestran los índices de peróxido en el producto Paco almacenado en sus tres tipos de empaques donde cada uno de éstos difieren significativamente, siendo el producto empacado en polietileno-celofán (variable "Z")

el que obtiene 16.40 meq. de O_2/Kg a los 20 días, sin embargo el producto empacado en polietileno de baja densidad y la sin empaque a este mismo tiempo (20 días) sobrepasan los rangos permisibles, quizás debido a la grasa reactiva presente en la muestra. **ITINTEC** (1986) en la norma N° 209-006-68, recomienda para el consumo humano un rango de índice de peróxido de 1-20 meq./Kg.; y **PEARSON** (1976), manifiesta que un alimento con índice de peróxido de 0-6 meq./Kg. es sinónimo de frescura.

En la Figura 7 el producto Gamitana sin empaque a los 10 días (20.40 meq de O_2/Kg) sobrepasa los límites de peróxido, sin embargo los empacados con polietileno de baja densidad y con polietileno-celofán, recién sobrepasan los límites permisibles a los 20 (21.43 meq de O_2/Kg) y 30 (22.48 meq de O_2/Kg) días respectivamente.

CUADRO 17: RESULTADOS QUÍMICOS Y MICROBIOLÓGICOS DE LOS FILETES ALMACENADOS DE PACO SIN EMPAQUE ALMACENADO EN REFRIGERACIÓN (1 - 4°C)

ANÁLISIS	ALMACENAMIENTO (Días)								
	0	3	6	10	14	20	30	45	60
<u>ANÁLISIS QUÍMICO</u>									
B.V.N. (mg/100)	16.12	21.99	25.10	25.30	26.32	30.71	46.32	50.00	58.20
I.P. (Meq de O ₂ /kg)	7.50	14.20	24.30	24.40	26.10	27.85	29.10	30.40	33.20
<u>ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO (U.F.C.)</u>									
(m. amb.)	2.0 x 10 ³	2.6 x 10 ³	1.9 x 10 ³	2.2 x 10 ³	2.5 x 10 ³	2.1 x 10 ⁴	1.6 x 10 ⁴	1.8 x 10 ⁴	2.4 x 10 ⁵
NGAV 35°C	7.0 x 10 ²	2.3 x 10 ²	2.1 x 10 ³	1.5 x 10 ³	4.2 x 10 ³	4.9 x 10 ³	1.6 x 10 ⁶	1.7 x 10 ⁶	2.0 x 10 ⁷
Hongos/levaduras	0.9 x 10 ²	1.0 x 10 ²	0.8 x 10 ²	1.5 x 10 ²	3.0 x 10 ²	0.8 x 10 ²	3.0 x 10 ⁴	8.4 x 10 ⁴	1.5 x 10 ⁵

Donde:

m. amb. = Medio ambiente

NGAV = Numeración de gérmenes aerobios viables

B.V.N. = Bases volátiles nitrogenadas

I.P. = Índice de peróxido

CUADRO 18: RESULTADOS QUÍMICOS Y MICROBIOLÓGICOS DE LOS FILETES ALMACENADOS DE GAMITANA SIN EMPAQUE ALMACENADO EN REFRIGERACIÓN (1 - 4°C)

ANÁLISIS	ALMACENAMIENTO (Días)								
	0	3	6	10	14	20	30	45	60
<u>ANÁLISIS QUÍMICO</u>									
B.V.N. (mg/100)	12.14	20.43	23.41	26.14	28.32	31.82	44.74	49.40	51.50
I.P. (Meq de O ₂ /kg)	4.20	4.40	16.10	20.40	20.60	20.65	22.48	26.40	42.30
<u>ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO</u> (U.F.C.)									
(m. amb.)	3.0 x 10 ³	3.2 x 10 ³	2.4 x 10 ³	2.48 x 10 ³	2.8 x 10 ³	2.841 x 10 ⁴	2.1 x 10 ⁴	2.2 x 10 ⁵	2.4 x 10 ⁵
NGAV 35°C	8.0 x 10 ²	3.8 x 10 ²	3.9 x 10 ²	2.9 x 10 ³	5.4 x 10 ³	5.9 x 10 ³	2.4 x 10 ⁶	2.8 x 10 ⁶	4.2 x 10 ⁶
Hongos/levaduras	1.2 x 10 ²	1.4 x 10 ²	1.42 x 10 ²	1.5 x 10 ²	2.9 x 10 ²	1.8 x 10 ²	4.0 x 10 ⁴	6.4 x 10 ⁴	8.0 x 10 ⁵

Donde:

- m. amb. = Medio ambiente
- NGAV = Numeración de gérmenes aerobios viables
- B.V.N. = Bases volátiles nitrogenadas
- I.P. = Índice de peróxido

CUADRO 19: RESULTADOS QUÍMICOS Y MICROBIOLÓGICOS DE LOS FILETES ALMACENADOS DE PACO CON EMPAQUE DE POLIETILENO DE BAJA DENSIDAD ALMACENADO EN REFRIGERACIÓN (1 - 4°C)

ANÁLISIS	ALMACENAMIENTO (Días)								
	0	3	6	10	14	20	30	45	60
<u>ANÁLISIS QUÍMICO</u>									
B.V.N. (mg/100)	14.21	16.10	20.12	19.22	26.41	26.60	35.82	35.82	38.40
I.P. (Meq de O ₂ /kg)	6.30	10.43	15.10	23.73	22.78	23.78	25.88	25.88	29.20
<u>ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO</u>									
(m. amb.)	1.5 x 10 ³	1.9 x 10 ³	2.0 x 10 ³	2.4 x 10 ³	1.2 x 10 ⁴	2.0 x 10 ⁴	2.1 x 10 ⁴	1.4 x 10 ⁵	1.6 x 10 ⁵
NGAV 35°C	6.3 x 10 ²	5.4 x 10 ²	5.2 x 10 ²	4.8 x 10 ³	1.1 x 10 ⁴	1.7 x 10 ³	2.4 x 10 ⁶	1.8 x 10 ⁵	1.9 x 10 ⁵
Hongos/levaduras	0.4 x 10 ²	1.6 x 10 ²	0.9 x 10 ²	1.7 x 10 ²	1.4 x 10 ²	1.4 x 10 ²	4.0 x 10 ²	1.8 x 10 ⁵	2.1 x 10 ⁶

Donde:

- m. amb. = Medio ambiente
- NGAV = Numeración de gérmenes aerobios viables
- B.V.N. = Bases volátiles nitrogenadas
- I.P. = Índice de peróxido

CUADRO 20: RESULTADOS QUÍMICOS Y MICROBIOLÓGICOS DE LOS FILETES ALMACENADOS DE GAMITANA CON EMPAQUE DE POLIETILENO DE BAJA DENSIDAD ALMACENADO EN REFRIGERACION (1 - 4°C)

ANÁLISIS	ALMACENAMIENTO (Días)								
	0	3	6	10	14	20	30	45	60
<u>ANÁLISIS QUÍMICO</u>									
B.V.N. (mg/100)	15.23	15.48	17.72	19.24	18.42	23.22	30.02	41.50	48.80
I.P. (Meq de O ₂ /kg)	8.30	9.80	11.78	14.72	17.35	21.43	24.38	27.48	29.20
<u>ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO (U.F.C.)</u>									
(m. amb.)	0.8 x 10 ³	1.4 x 10 ³	1.8 x 10 ³	2.2 x 10 ³	0.7 x 10 ⁴	1.8 x 10 ⁴	2.8 x 10 ⁴	0.7 x 10 ⁵	1.1 x 10 ⁵
NGAV 35°C	4.2 x 10 ²	4.8 x 10 ³	5.1 x 10 ³	5.6 x 10 ³	1.8 x 10 ⁴	2.4 x 10 ⁴	3.1 x 10 ⁴	1.0 x 10 ⁵	1.4 x 10 ⁵
Hongos/levaduras	0.8 x 10 ²	0.95 x 10 ²	1.2 x 10 ²	1.3 x 10 ²	2.3 x 10 ²	4.2 x 10 ²	3.0 x 10 ²	2.8 x 10 ²	3.5 x 10 ²

Donde:

- m. amb. = Medio ambiente
- NGAV = Numeración de gérmenes aerobios viables
- B.V.N. = Bases volátiles nitrogenadas
- I.P. = Índice de peróxido

CUADRO 21: RESULTADOS QUÍMICOS Y MICROBIOLÓGICOS DE LOS FILETES ALMACENADOS DE PACO CON EMPAQUE DE POLIETILENO - CELOFAN ALMACENADO EN REFRIGERACIÓN (1 - 4°C)

ANÁLISIS	ALMACENAMIENTO (Días)								
	0	3	6	10	14	20	30	45	60
<u>ANÁLISIS QUÍMICO</u>									
B.V.N. (mg/100)	15.00	17.10	16.30	13.40	20.10	25.00	23.40	24.10	30.34
I.P. (Meq de O ₂ /kg)	7.60	8.91	15.21	15.94	16.40	16.42	21.40	23.90	26.10
<u>ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO</u>									
(m. amb.)	0.7 x 10 ³	1.0 x 10 ³	1.4 x 10 ³	1.9 x 10 ³	2.4 x 10 ³	0.6 x 10 ⁴	1.5 x 10 ⁴	2.4 x 10 ⁴	2.8 x 10 ⁴
NGAV 35°C	1.5 x 10 ²	1.8 x 10 ²	1.7 x 10 ³	0.8 x 10 ³	2.0 x 10 ³	2.3 x 10 ²	1.9 x 10 ⁴	0.8 x 10 ³	1.8 x 10 ⁵
Hongos/levaduras	1.2 x 10 ²	0.9 x 10 ²	2.2 x 10 ²	2.5 x 10 ²	2.9 x 10 ²	3.1 x 10 ²	3.5 x 10 ²	1.3 x 10 ⁵	0.8 x 10 ⁴

Donde:

- m. amb. = Medio ambiente
- NGAV = Numeración de gérmenes aerobios viables
- B.V.N. = Bases volátiles nitrogenadas
- I.P. = Índice de peróxido

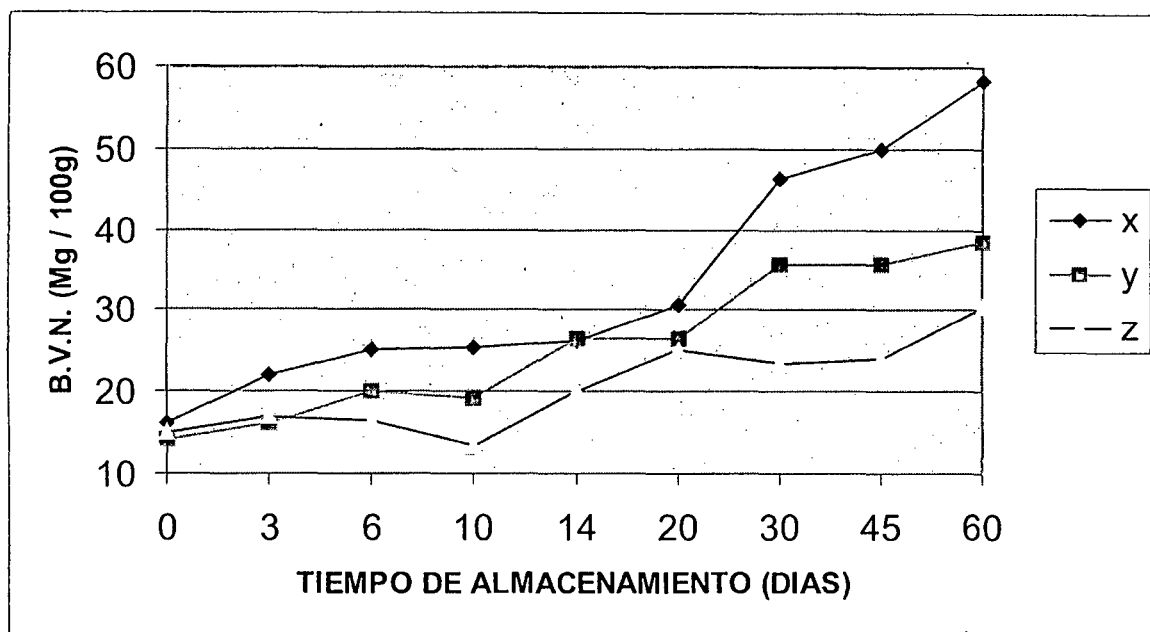
CUADRO 22: RESULTADOS QUÍMICOS Y MICROBIOLÓGICOS DE LOS FILETES ALMACENADOS DE GAMITANA SIN EMPAQUE DE POLIETILENO-CELOFAN ALMACENADO EN REFRIGERACIÓN (1 - 4°C)

ANÁLISIS	ALMACENAMIENTO (Días)								
	0	3	6	10	14	20	30	45	60
<u>ANÁLISIS QUÍMICO</u>									
B.V.N. (mg/100)	10.10	12.40	17.50	16.80	22.20	24.20	24.70	25.10	30.40
I.P. (Meq de O ₂ /kg)	6.42	7.64	16.22	16.81	18.42	19.92	22.48	24.60	26.00
<u>ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO</u> <u>(U.F.C.)</u>									
(m. amb.)	0.4 x 10 ³	0.8 x 10 ³	1.5 x 10 ³	1.8 x 10 ³	1.9 x 10 ³	2.1 x 10 ⁴	2.5 x 10 ⁴	2.2 x 10 ⁴	0.4 x 10 ⁵
NGAV 35°C	3.9 x 10 ²	4.1 x 10 ²	1.5 x 10 ³	3.3 x 10 ³	0.8 x 10 ⁴	1.5 x 10 ⁴	2.1 x 10 ⁴	2.6 x 10 ⁴	2.9 x 10 ⁴
Hongos/levaduras	0.5 x 10 ²	0.7 x 10 ²	0.9 x 10 ²	1.4 x 10 ²	1.8 x 10 ²	2.1 x 10 ⁴	2.8 x 10 ²	3.1 x 10 ²	3.0 x 10 ²

Donde:

- m. amb. = Medio ambiente
- NGAV = Numeración de gérmenes aerobios viables
- B.V.N. = Bases volátiles nitrogenadas
- I.P. = Índice de peróxido

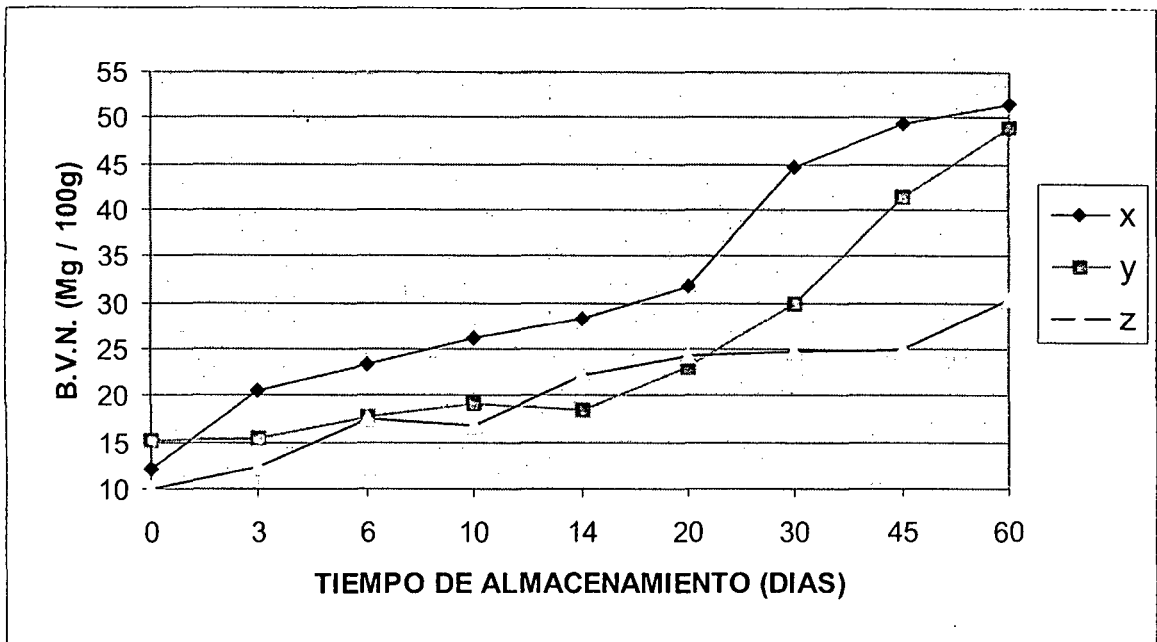
FIGURA 4: VARIACION DE B.V.N. DE PACO AHUMADO EN CALIENTE ALMACENADO EN REFRIGERACION (1-4°C)



LEYENDA:

- X = Filete Ahumado de Paco sin empaque
- Y = Filete ahumado de Paco con empaque de polietileno de baja densidad
- Z = Filete ahumado de paco con empaque de polietileno - celofan

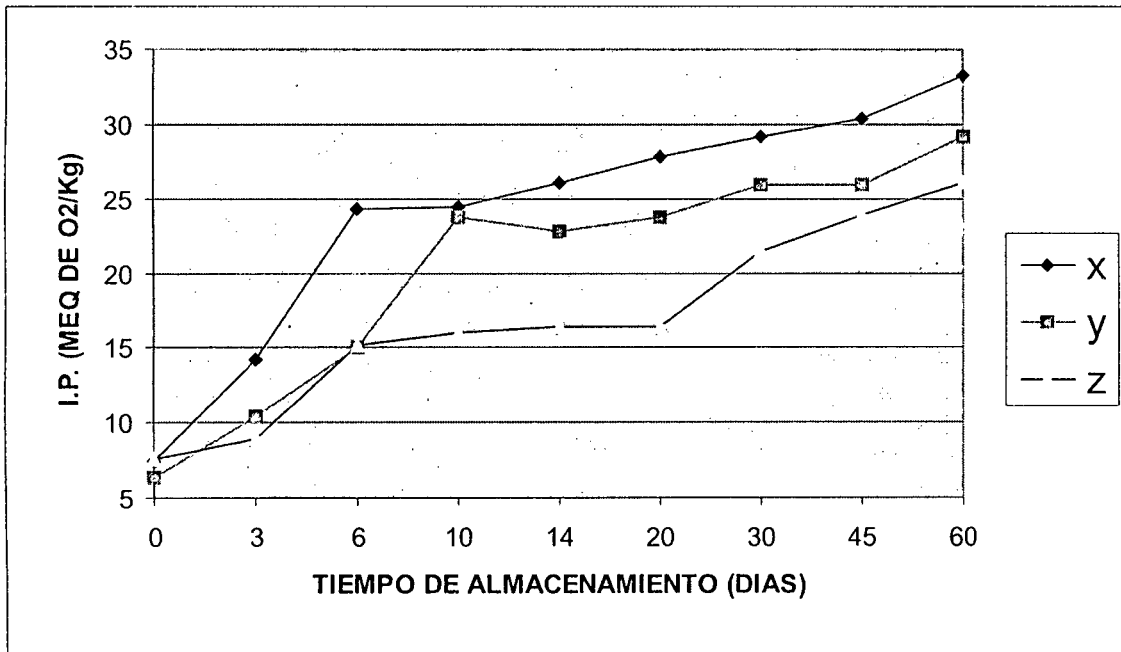
FIGURA 5: VARIACIÓN DE B.V.N. DE GAMITANA AHUMADO EN CALIENTE ALMACENADO EN REFRIGERACIÓN (1-4°C)



LEYENDA:

- X = Filete Ahumado de Gamitana sin empaque
- Y = Filete Ahumado de Gamitana con empaque de polietileno de baja densidad
- Z = Filete Ahumado de Gamitana con empaque de polietileno - celofan

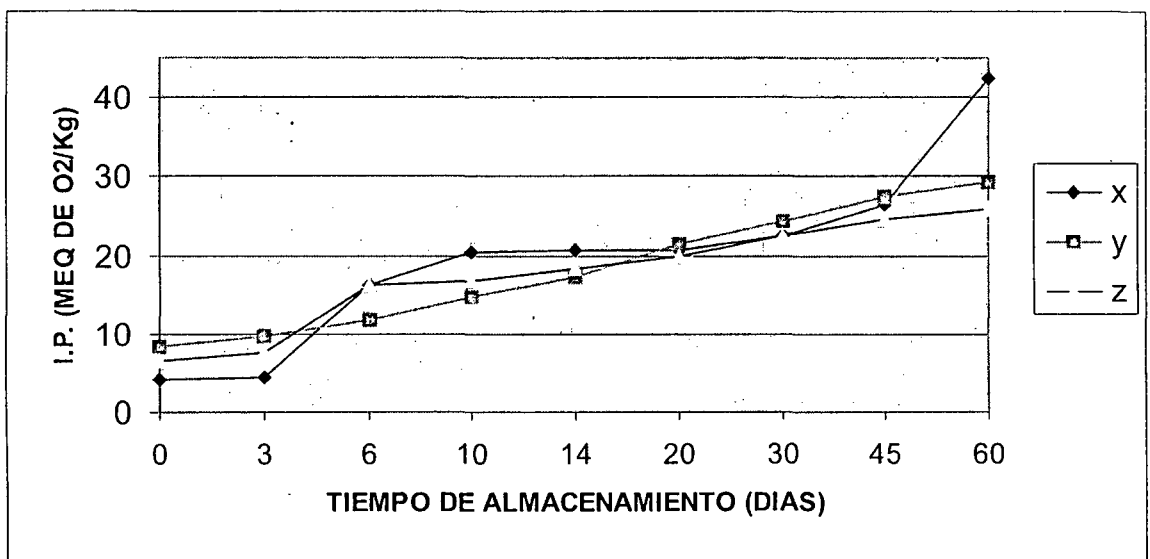
FIGURA 6: VARIACIÓN DEL INDICE DE PEROXIDO DE PACO AHUMADO EN CALIENTE ALMACENADO EN REFRIGERACIÓN (1-4°C)



LEYENDA:

- X = Filete Ahumado de Paco sin empaque
- Y = Filete Ahumado de Paco con empaque de polietileno de baja densidad
- Z = Filete Ahumado de Paco con empaque de polietileno - celofan

FIGURA 7: VARIACIÓN DEL ÍNDICE DE PEROXIDO DE GAMITANA AHUMADO EN CALIENTE ALMACENADO EN REFRIGERACIÓN (1-4°C).



LEYENDA:

- X = Filete Ahumado de Gamitana sin empaque
- Y = Filete Ahumado de Gamitana con empaque de polietileno de baja densidad
- Z = Filete Ahumado de Gamitana con empaque de polietileno - celofan

Con ésto se afirma que el empaque polietileno-celofán es el que se comporta mucho mejor y da fiabilidad a estos productos almacenados.

El flujograma definitivo para la elaboración de filete de Paco y del filete de Gamitana ahumados en caliente se muestra en las Figuras 8 y 10 respectivamente, con los parámetros adecuados.

En las Figuras 9 y 11, referente a los balances de materia del Paco y la Gamitana ahumado en caliente nos reporta un rendimiento de 34.63% y 36.03% respectivamente.

FIGURA 8: DIAGRAMA DE FLUJO DEFINITIVO PARA LA ELABORACION DE FILETES DE PACO (Piaractus brachypomus) AHUMADO EN CALIENTE

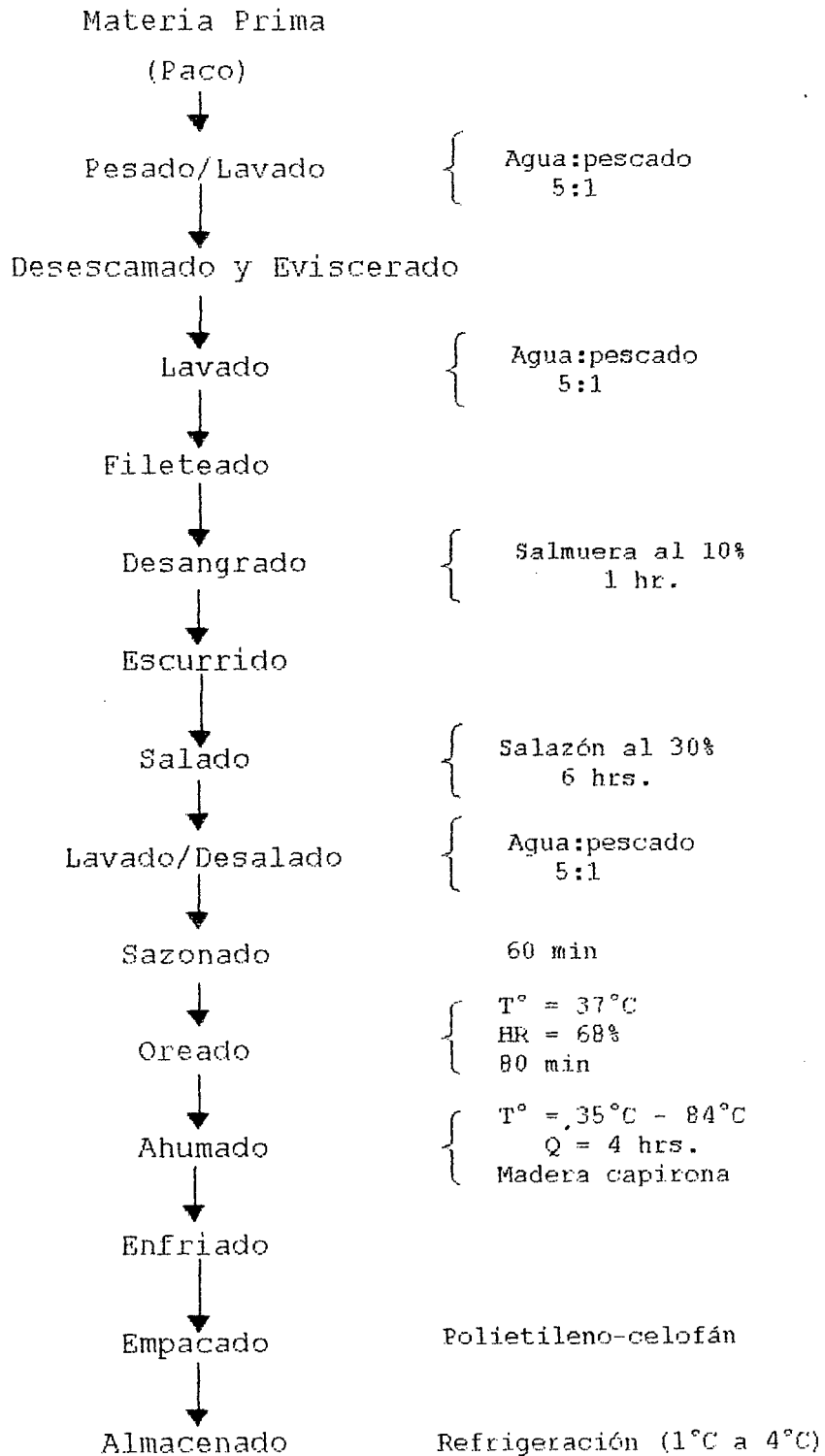


FIGURA 9: BALANCE DE MATERIA EN EL PROCESO DE ELABORACION DE FILETES DE PACO (Piaractus brachyppomus) AHUMADO EN CALIENTE

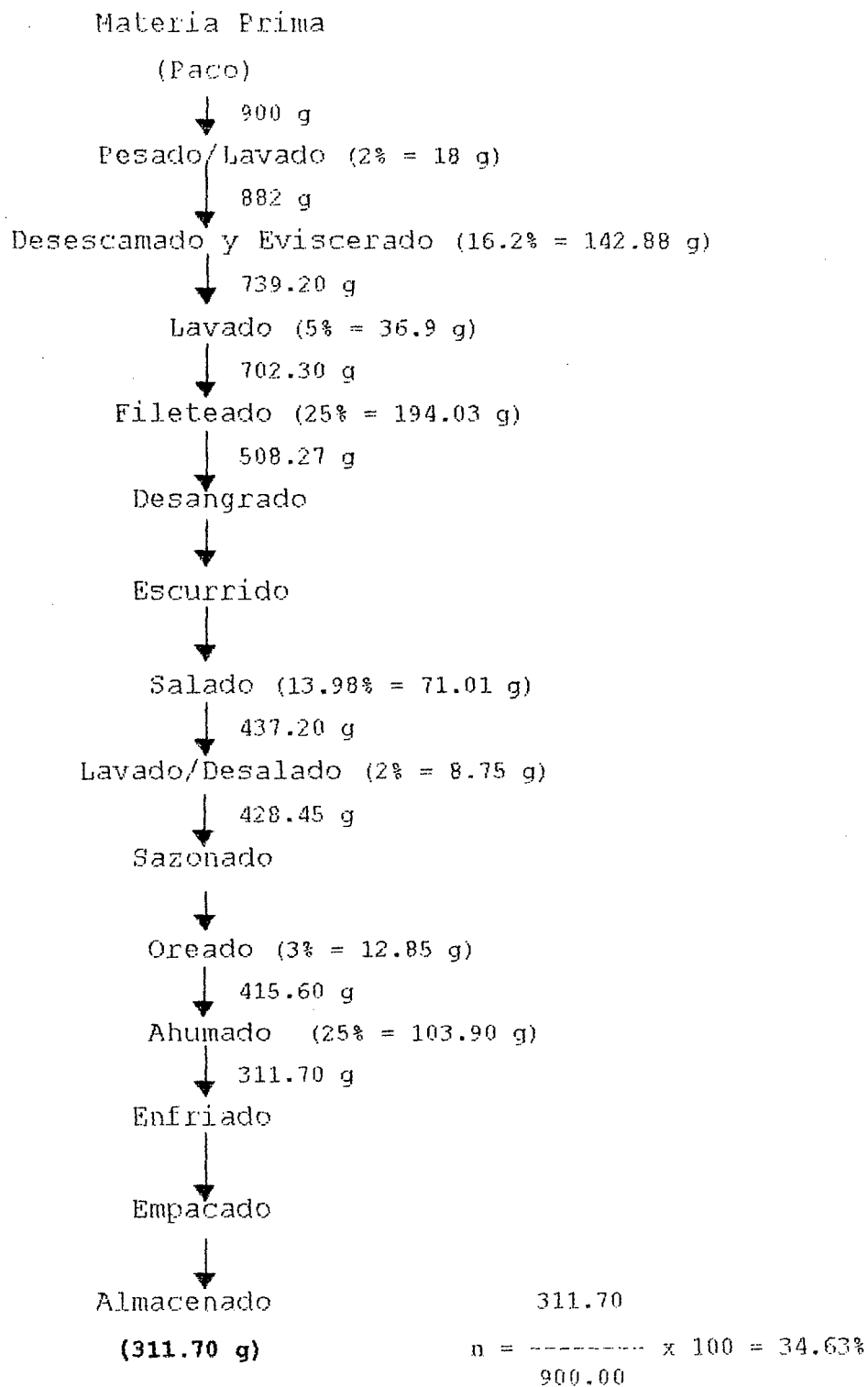


FIGURA 10: DIAGRAMA DE FLUJO DEFINITIVO PARA LA ELABORACION DE FILETES DE GAMITANA (Colossoma macropomum) AHUMADO EN CALIENTE

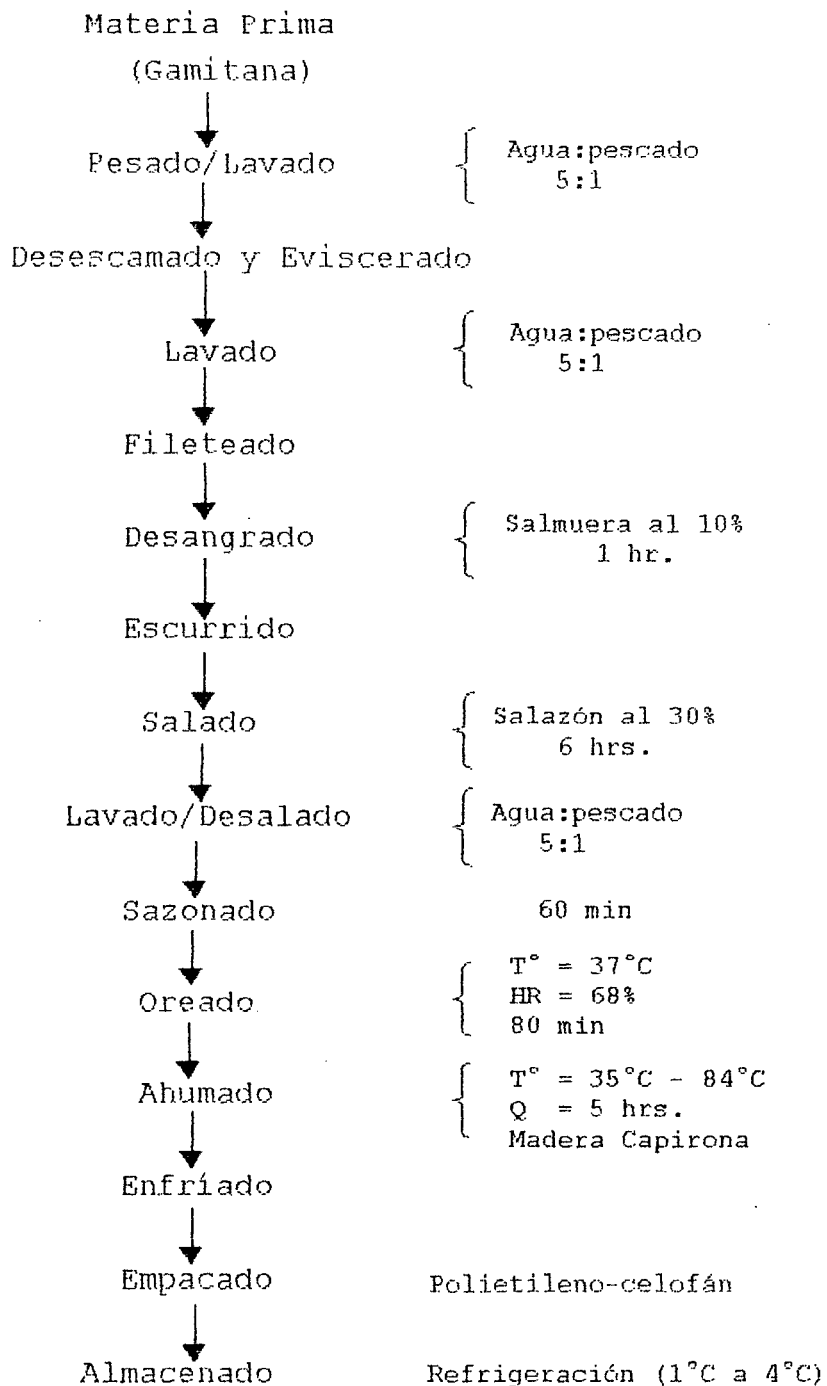
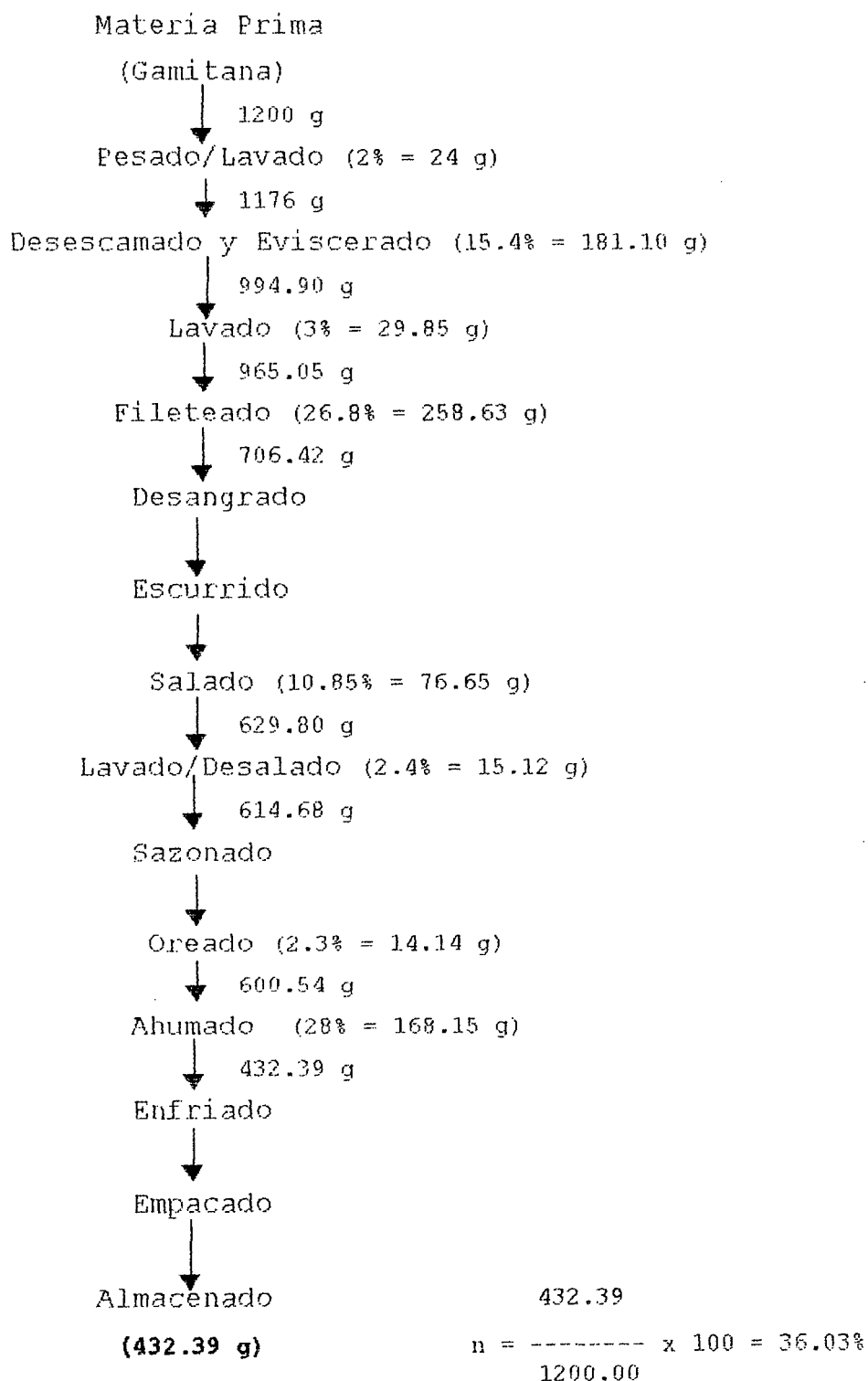


FIGURA 11: BALANCE DE MATERIA EN EL PROCESO DE ELABORACION DE FILETES DE GAMITANA (Colossoma macropomum) AHUMADO EN CALIENTE



V. CONCLUSIONES

De acuerdo a los resultados obtenidos se arriba a las siguientes conclusiones:

1. La técnica seguida en el proceso de ahumado del Paco y de la Gamitana es la adecuada, por las condiciones en las que se trabajó, donde las variedades de maderas empleadas Capirona y Huacapurana dan excelentes características organolépticas al producto final, principalmente la Capirona.
2. Los resultados del salado fue 06 horas a 30% de salazón en Paco, y 08 horas a 30% de salazón en Gamitana; del lavado/desalado fue 60 min. En las dos especies, el oreado a una temperatura promedio de 37 °C, humedad relativa promedio de 68% fue de 60 min, tanto en el Paco como en la Gamitana. Para el ahumado la variable V1 = 35 °C a 84 °C x 04 horas fue el mejor en el Paco y la variable V2 = 35 °C a 84 °C x 05 horas fue la mejor en la Gamitana.

3. Los análisis de B.V.N. e índice de peróxido demuestran que los ahumados de Paco y Gamitana experimentan pequeñas variaciones en sus características químicas durante el almacenamiento por 60 días, pero los valores obtenidos están dentro de las normas establecidas.
4. Los resultados de los análisis microbiológicos demuestran el buen manejo de asepsia de los productos durante el proceso de elaboración.
5. El empaque polietileno - celofán tiene mejor comportamiento en almacenamiento en relación al ahumado sin empaque y con polietileno de baja densidad.

VI. RECOMENDACIONES

1. Incentivar la siembra en cautiverio de estas dos especies, para su mejor aprovechamiento en la industria de ahumados ya que tienen un buen contenido de carne comestible y alto porcentaje de proteínas.
2. Utilizar salazones fuertes en pescados grasos, para optimizar el tiempo de salado y dar una buena textura y color adecuado al producto terminado.
3. Realizar un estudio más detallado de tipos de empaques, vida útil del producto almacenado y uso de otro tipo de maderas para el ahumado.

VII. BIBLIOGRAFIA

1. ANZALDUA M., A.; 1994. **La Evaluación Sensorial de los Alimentos en la Teoría y la Práctica.** Ed. Acribia. Zaragoza. España. Pags. 67, 198.
2. AMOS, J. et. al, 1969. **Manual de Industrias de los Alimentos.** Ed. Acribia. Zaragoza. Pag. 387.
3. AOAC; 1989. **Official Methods of Análisis of the Official American Chemists Wiliam Horwits.** 13 Edition. Washington. Pag. 289.
4. ARAUJO, R. F., 1995. **Estudio del Procesamiento de Boquichico (Prochilodus nigicans) Ahumado en Caliente.** Tesis Ing. Pesquero. UNA - La Molina. Lima - Perú. Pag. 145.
5. AROSTEGUI, V. A., 1972. **Estudio de las Propiedades Físicas y Mecánicas de 16 Especies Forestales del Perú.** Inst. de Investigación Forestal. La Molina. - Lima. Pag. 78.

6. BERTULLO, V., 1975. **Tecnología de los Productos y Sub Productos de Pescado, Moluscos y Crustáceos.** Editorial Hemisferio Sur. Buenos Aires - Argentina. Pag. 155.
7. BURGESS, G., 1971. **El Pescado y las Industrias Derivadas de la Pesca.** Editorial Acribia. Zaragoza - España. Pag. 52.
8. CHEFTEL J. y CHEFTEL H., 1980. **Introducción a la Bioquímica y Tecnología de los Alimentos.** Editorial Acribia. Zaragoza - España. Pags. 202 y 399.
9. CONNELL J., 1978. **Control de la Calidad del Pescado.** Editorial Acribia. Zaragoza - España. Pags. 81.
10. DESROSIER, N., 1973. **Conservación de Alimentos.** Primera Edición. Editorial Cecsca. México. Pags. 157 y 455.
11. EFFENBERGER, G., 1972. **Empaquetado de la Carne y Productos Cárnicos.** Editorial Acribia. Zaragoza - España. Pag. 44.
12. FAO, 1970. **Extracto de la Pesca Mundial.** Pag. 10.

13. FRAZIER S., C., 1976. **Microbiología de los Alimentos.** 2^{da} Edición. Editorial Acribia. Zaragoza - España. Pags. 207 y 403.
14. FREITAS, J., 1987. **Estudio Experimental sobre Ahumado de Pescado de Agua Dulce de las Represas del Nordeste Brasileño.** Pags. 15.
15. GERHARDT, U., 1980. **Aditivos e Ingredientes.** Editorial Acribia. Zaragoza - España. Pag. 22.
16. HEISS, R., 1978. **Principio de Envasado de los Alimentos.** Editorial Acribia. Zaragoza - España. Pag. 84.
17. ICMSF, 1981. **Microorganismos de los Alimentos.** Volumen II. Editorial Acribia. Zaragoza - España. Pag. 573.
18. IIAP, 1992. **Características bromatológicas de Dieciseis Especies Microbiológicas de la Amazonía Peruana en Epoca de Crecimiento.** Folia Amazónica. Volumen 4. Iquitos - Perú. Pags. 4 y 9.

19. ITINTEC, 1974. **Pescado Ahumado.** Norma 204.004. Lima - Perú. Pag. 15.
20. KIRSCHBAVER H., G., 1964. **Grasas y Aceites.** Editorial CECSA. México. Pag. 18.
21. LUDORF, W. y MEYER, V., 1978. **El pescado y los Productos de la Pesca.** Editorial Acribia. Zaragoza - España. Pag. 45.
22. MADRID, A., MADRID, M.; 1994. **Tecnología del Pescado y Productos Derivados.** AMV Ediciones Mundi - Prensa. Madrid. España. Pags. 104 y 374.
23. MINISTERIO DE PESQUERIA, 2000. Oficina Técnica de Asesoramiento Estadístico. Iquitos - Perú. Pag. 8.
24. MOSSEL, D. y QUEVEDO, F., 1967. **Control Microbiológico de los Alimentos.** Editorial CLEIBA. U.N.M.S.M. Lima - Perú. Pag. 104.
25. NICKERSON, J. y SINSKEY, A., 1978. **Microbiología de los Alimentos y sus Procesos de Elaboración.** Editorial Acribia. Zaragoza - España. Pags. 129 y 278.

26. PEARSON, D., 1976. **Técnicas de Laboratorio para el Análisis de Alimentos.** Editorial Acribia. Zaragoza - España. Pag. 179.
27. POTTER, N., 1973. **La Ciencia de los Alimentos.** Editorial Edutex S.A. México. Pag. 35.
28. RAMIREZ N., M., 1996. **Elaboración de Jamonada Utilizando Mezclas de Carnes Rojas (vacuno y cerdo) y Pescado Gamitana.** Tesis Ing. Agroindustrial UNSM. Tarapoto - Perú. Pag. 82.
29. SMITH-HEBBEL-H., 1991. **Aditivos Alimentarios y la Reglamentación de los Alimentos.** Edit. Fundación Chile
30. THATCHER F., S. y CLARK, 1973. **Análisis Microbiológico de los Alimentos.** Editorial Acribia. Zaragoza - España. Pag. 51.
31. TORNES, E. y GEORGE, P.; 1972. **El ahumado del Pescado.** N° 4. Caracas - Venezuela. Pag 15.

32. TRIGOSO F., G.; 1989. **Estudio del Procesamiento Ahumado en Caliente de Yulilla (Hermiodopsis microlepis), utilizando tres especies maderables.** Tesis Ing. en Industrias Alimentarias. UNAP - Iquitos. Pag. 52.

33. VILLAREJO, R.; 1969. **Así es la Selva.** CETA Publicaciones. Iquitos - Perú. Pag. 9.

34. YEANNES, M. y LUPIN, H.; 1983. **Generación de Bases Nitrogenadas Volátiles Durante el Proceso de Elaboración de Conservas de Pescado.** Lima - Perú. Pag. 28.

VIII. A N E X O S

ANEXO 1

ANALISIS ORGANOLEPTICO PESCADO FRESCO

METODO WITTFOGEL

SUPERFICIE Y CONSISTENCIA	PUNTAJE
Superficie lisa, brillante, color luminoso, muscílago claro y transparente, consistencia firme y elástica bajo la presión de los dedos.	4
Superficie aterciopelada y sin brillo, color ligeramente pálido muscílago lechoso y opaco, consistencia un poco relajada y elasticidad disminuida	3
Superficie granulosa, colores agudos, muscílago gris, amarillo y denso, consistencia clara relajada, escama fácilmente separable de la piel	2
Superficie muy granulosa, colores sucios e imprecisos, muscílago también amarillento o marrón rojizo, grumoso, consistencia blanda que se quedan impresos en los dedos	1
OJOS	
Globo ocular hinchado y abombado, córnea clara brillante, pupila negra oscura	4
Globo ocular plano, córnea opalescente, pupila opaca	3
Globo ocular hundido, córnea acuosa y turbia, pupila gris lechosa	2
Globo ocular contraído, córnea turbia, pupila opaca, cubierta de muscílago turbio, gris amarillento	1
BRANQUIAS	
Color rojo sanguíneo, muscílago claro, transparente y filamentoso	4
Color rosa pálido, muscílago opaco	3
Color rojo grisáceo y acuoso, muscílago lechoso, turbio y denso	2
Color sucio, marrón, rojizo, muscílago turbio gris y grumoso	1
CAVIDAD ABDOMINAL Y ORGANOS	
Superficie de corte de los lóbulos ventrales con color natural sin decoloración, lisas y brillantes. Peritoneo liso brillante y muy firme riñones. Resto orgánico (excepto partes del estómago e intestino), así como sangre aórtica, rojo profundo	4

Superficie de corte de los lóbulos ventrales aterciopelados y sin brillo, igual que los lóbulos ventrales mismos, zona rojiza a lo largo de la espina central, riñones y restos orgánicos rojo pálido como laca	3
Superficie de corte de los lóbulos ventrales amarillentos, peritoneo granuloso, ásperas, separable del cuerpo, riñones, restos orgánicos y sangre marrón rojizo	2
Superficie de sección de los lóbulos ventrales turbias y pegajosas, peritoneo fácil desagradable, riñones y restos orgánicos turbios y pastosos, sangre acuosa de color marrón con tonalidad violeta	1
OLOR	
(Practicarlos en la superficie, branquias, cavidad abdominal) fresco característico	4
Ligero olor neutro, pero fresco y específico, característico de la especie	3
Olor natural o ligeramente ácido, parecido al de la leche o al de la cerveza	2
Olor pasado o rancio, "violento" a pescado de TMA	1

CALIFICATIVO

Calidad extra..... 18 - 20 puntos
Buena calidad..... 13 - 18 puntos
Calidad media..... 8 - 13 puntos
Recusable..... Menos de 8 puntos

Fuente: ARAUJO (1985)

ANEXO 2

ESCALA INTERNACIONAL DE NAIER MODIFICADO POR RAENZ (1976)

PARA DETERMINACION DE MADUREZ SEXUAL DE PECES

ESTADIO	HEMBRAS	MACHOS
I	<u>VIRGINAL.</u> Ovarios en forma de cinta fina y transparente, irrigación sanguínea imperceptible, óvulo no visible	<u>INMADURO.</u> Testículos en forma de filamento, muy delgado y de textura firme transparente. Vasos sanguíneos imperceptibles
II	<u>EN MADURACION.</u> Ovarios en forma de cuchilla, de color rojo anaranjado y opaco, irrigación sanguínea poco acentuada, óvulos no visibles	<u>EN MADURACION.</u> Testículos en forma de filamentos más gruesos que el estadio anterior de color rojizo a blanquecino, vasos sanguíneos no visibles
III	<u>PROXIMO A LA MADUREZ.</u> Los ovarios ocupan aproximadamente la mitad de la cavidad ventral, de color amarillo grisáceo y opacos, óvulos visibles	<u>PROXIMO A LA MADUREZ.</u> Testículos en forma de hueso en un corte transversal tiene forma prismática, color blanco nacarado, no fluye el semen al presionar los vasos sanguíneos perceptibles.
IV	<u>MADURO.</u> Los ovarios llenan la cavidad ventral, los óvulos son redondos, de color amarillo cenizo, son fácilmente liberados de la membrana ovárica vasos sanguíneos bien acentuados los óvulos salen al exterior a una leve presión del vientre	<u>MADURO.</u> Testículos siempre de color blanco -nacarado. Vasos sanguíneos desarrollados, fluye el semen a una leve presión del testículo
V	<u>DESOVADO.</u> Ovarios flácidos semejante a sacos vacíos de color rojo - vinoso	<u>GASTADO.</u> Testículos flácidos, parecidos a sacos vacíos, de color blanco rojizo

Fuente: TRIGOSO (1989)

ANEXO 3

TABLA DE EVALUACION ORGANOLEPTICA DE PESCADOS AMAZONICOS

AHUMADO EN CALIENTE

CARACTERISTICAS	PUNTAJE
A. Color del producto	
- Café claro brillante y uniforme	4
- Café oscuro y uniforme	3
- Marrón opaco en la región dorsal y café claro en la espina dorsal	2
- Café opaco, algo amarillento	1
B. Olor	
- Agradable olor a humo y a especias	3
- Suave olor a humo pero agradable	2
- Olor extraño, levemente rancio	1
- Rancio anormal y desagradable	0
C. Textura	
- Elástica con cierta rigidez	4
- Inelástica y rígida	3
- Región abdominal ligeramente suave y firme en la región dorsal	2
- Algo blando en toda la superficie	1
- Húmedo y pegajoso a la presión táctil	0
D. Sabor	
- Muy agradable sabor característico a humo, especias y a tocino ahumado	4

- Sabor a humo y especias muy acentuadas 3
- Salado algo seco al paladar, ligeramente rancio 2
- Desagradable, rancio 1

E. Apariencia general

- La piel en el músculo tiene buena presencia, con brillo uniforme y excelente aspecto 4
- Pérdida de brillantez y arrugamiento de la piel 3
- Exudación ligera de grasa con materias extrañas en la superficie 2
- Región abdominal opaca con desprendimiento de las costillas pleurales, piel sin brillantez y exudación de grasa 1

CALIFICATIVO

Excelencia	:	15 - 17 puntos
Buena	:	11 - 14 puntos
Regular	:	07 - 10 puntos
Malo	:	Menos de 9 puntos

Fuente: ARAUJO (1985)

ANEXO 4

**4.1: ANALISIS SENSORIAL DE TEXTURA DE LA ESPECIE PACO
(Piaractus brachypomus) EN LA OPERACION DE SALADO**

PANELISTA	TRATAMIENTO (Hrs)			
	6	8	10	TOTAL
1	4	1	1	6
2	3	4	1	8
3	4	4	1	9
4	4	1	4	9
5	3	3	1	7
6	4	4	4	12
7	4	1	1	6
8	3	4	1	8
9	4	4	4	12
10	3	3	2	7
TOTAL	36	29	19	84
MEDIA	3.6	2.9	1.9	

CALCULOS DE LOS TERMINOS DEL ANVA EN EL DBCA

a) Término de corrección (Tc)

$$Tc = \frac{(84)^2}{30} - \frac{7056}{30} = 235.2$$

b) Suma del Cuadrado del Total (Sct)

$$Sct = (4^2 + 3^2 + \dots + 1^2) - Tc =$$

$$Sct = 288 - 235.2 = 52.8$$

c) Suma de Cuadrados de Tratamiento (ScT)

$$ScT = \frac{(36)^2 + (29)^2 + (19)^2}{10} - Tc = 249.8 - 235.2$$

$$ScT = 14.6$$

d) Suma de Cuadrados de Panelistas (Bloques)

$$ScP = \frac{6^2 + 8^2 + 9^2 + \dots + 7^2}{3} - Tc$$

$$ScP = \frac{748}{3} - 235.2 = 249.33 - 235.2$$

$$ScP = 14.13$$

e) Suma de Cuadrados del error (SCE)

$$SCE = SCT - Sct - ScP = 52.8 - 14.6 - 14.13$$

$$SCE = 24.07$$

4.2: ANALISIS SENSORIAL DE TEXTURA DE LA ESPECIE GAMITANA (Colossoma macropomum) EN LA OPERACION DE SALADO

PANELISTA	TRATAMIENTO (Hrs)			
	6	8	10	TOTAL
1	3	4	4	11
2	3	4	1	8
3	3	2	1	6
4	4	4	1	9
5	3	3	1	7
6	2	4	4	10
7	3	4	4	11
8	4	4	1	9
9	4	3	3	10
10	2	4	4	10
TOTAL	31	36	24	91
MEDIA	3.1	3.6	2.4	

CALCULO DE LOS TERMINOS DEL ANVA EN EL DBCA

a) Término de corrección (Tc)

$$Tc = \frac{(91)^2}{30} - \frac{8281}{30} = 276.03$$

b) Suma del Cuadrado del Total (SCT)

$$SCT = (3^2 + 3^2 + 3^2 \dots + 4^2) - Tc =$$

$$SCT = 313 - 276.03 = 36.97$$

c) Suma de Cuadrados de Tratamiento (ScT)

$$ScT = \frac{(31)^2 + (36)^2 + (24)^2}{10} - Tc = 283.3 - 276.03$$

$$ScT = 7.27$$

d) Suma de Cuadrados de Panelistas (Bloques)

$$ScP = \frac{11^2 + 8^2 + 6^2 + \dots + 10^2}{3} - Tc$$

$$ScP = \frac{853}{3} - 276.03 = 284.33 - 276.03$$

$$ScP = 8.3$$

e) Suma de Cuadrados del error (SCE)

$$SCE = SCT - Sct - Scp = 36.97 - 7.27 - 8.3$$

$$SCE = 21.4$$

4.3: ANALISIS DE VARIANZA DE LA TEXTURA DE LA PRUEBA DE PUNTOS EN LA EVALUACION DEL SALADO DE LOS FILETES DE PACO

FUENTE DE VARIACION	G.L.	S.C.	C.M.	F _c	F _{1(0.05)}	SIGNIFI C.
Tratamiento	2	14.6	7.3	5.45	3.55	**
Panelistas	9	14.13	1.57	1.17	2.46	N.S.
Error	18	24.07	1.34			
Total	29	52.08				

4.4: ANALISIS DE VARIANZA DE LA TEXTURA DE LA PRUEBA DE PUNTOS EN LA EVALUACION DEL SALADO DE LOS FILETES DE GAMITANA

FUENTE DE VARIACION	G.L.	S.C.	C.M.	F _c	F _{1(0.05)}	SIGNIFI C.
Tratamiento	2	7.27	3.64	3.06	3.55	N.S.
Panelistas	9	8.3	0.92	0.77	2.46	N.S.
Error	18	21.4	1.19			
Total	29	36.97				

ANEXO 5

5.1: DETERMINACION SENSORIAL DE SABOR OPTIMO DE LA ESPECIE PACO (Piaractus brachypomus) EN LA OPERACION DE LAVADO-DESALADO

PANELISTA	TRATAMIENTO (Min)			
	40	60	80	TOTAL
1	3	4	3	10
2	4	4	2	10
3	3	4	2	9
4	3	4	3	10
5	3	3	2	8
6	3	4	3	10
7	4	4	2	10
8	3	3	2	8
9	3	4	2	9
10	3	4	2	9
TOTAL	32	38	23	93
MEDIA	3.2	3.8	2.3	

CALCULO DE LOS TERMINOS DEL ANVA EN EL DBCA

a) Término de corrección (Tc)

$$Tc = \frac{(93)^2}{30} = \frac{8649}{30} = 288.3$$

b) Suma del Cuadrado del Total (Sct)

$$Sct = (3^2 + 4^2 + 3^2 \dots + 2^2) - Tc =$$

$$Sct = 305 - 288.3 = 16.7$$

c) Suma de Cuadrados de Tratamiento (ScT)

$$ScT = \frac{(32)^2 + (38)^2 + (23)^2}{10} - Tc = 299.7 - 288.3$$

$$ScT = 11.4$$

d) Suma de Cuadrados de Panelistas (Bloques)

$$SCp = \frac{10^2 + 10^2 + 9^2 + \dots + 9^2}{3} - Tc =$$

$$SCp = \frac{871}{3} - 288.3 = 290.33 - 288.3$$

$$SCp = 2.03$$

e) Suma de Cuadrados del error (SCE)

$$SCE = SCT - Sct - SCp = 16.7 - 11.4 - 2.03$$

$$SCE = 3.27$$

5.2: DETERMINACION SENSORIAL DE SABOR OPTIMO DE LA ESPECIE GAMITANA (Colossoma macropomum) EN LA OPERACION DE LAVADO-DESALADO

PANELISTA	TRATAMIENTO (Min)			
	40	60	80	TOTAL
1	3	4	4	12
2	3	4	3	10
3	3	4	4	11
4	3	4	4	11
5	4	4	2	10
6	3	3	4	10
7	4	4	2	10
8	3	4	3	10
9	3	3	4	10
10	3	4	2	9
TOTAL	33	38	32	103
MEDIA	3.3	3.8	3.2	

CALCULO DE LOS TERMINOS DEL ANVA EN EL DBCA

a) Término de corrección (Tc)

$$Tc = \frac{(103)^2}{30} = \frac{10609}{30} = 353.63$$

b) Suma del Cuadrado del Total (SCT)

$$SCT = (4^2 + 3^2 + 3^2 \dots + 2^2) - Tc =$$

$$SCT = 367 - 353.63 = 13.37$$

c) Suma de Cuadrados de Tratamiento (ScT)

$$ScT = \frac{(33)^2 + (38)^2 + (32)^2}{10} - Tc = 355.70 - 353.63$$

$$ScT = 2.07$$

d) Suma de Cuadrados de Panelistas (Bloques)

$$ScP = \frac{12^2 + 10^2 + 11^2 + \dots + 9^2}{3} - Tc =$$

$$ScP = \frac{1067}{3} - 353.63 = 355.67 - 353.63$$

$$ScP = 2.03$$

e) Suma de Cuadrados del error (SCE)

$$SCE = SCT - ScT - ScP = 13.37 - 2.07 - 2.03$$

$$SCE = 9.27$$

5.3: DETERMINACION SENSORIAL DE LA TEXTURA OPTIMA DE LA ESPECIE PACO (Piaractus brachypomus) EN LA OPERACION DE LAVADO-DESALADO

PANELISTA	TRATAMIENTO (min)			
	40	60	80	TOTAL
1	4	4	3	11
2	4	4	3	11
3	4	4	2	10
4	3	4	3	10
5	4	4	4	12
6	4	4	3	11
7	4	4	3	11
8	3	3	4	10
9	4	4	3	11
10	3	4	3	10
TOTAL	37	39	31	
MEDIA	3.7	3.9	3.1	107

Escala del Grado de Textura

- Firme : 4
- Algo blando : 3
- Blando : 2
- Duro : 1

a) Término de corrección (Tc)

$$Tc = \frac{(107)^2}{30} - \frac{11449}{30} = 381.63$$

b) Suma del Cuadrado del Total (SCT)

$$Sct = (4^2 + 4^2 + 4^2 \dots + 3^2) - Tc =$$

$$Sct = 391 - 381.63 = 9.37$$

c) Suma de Cuadrados de Tratamiento (ScT)

$$ScT = \frac{(37)^2 + (39)^2 + (31)^2}{10} - Tc = 385.10 - 381.63$$

$$ScT = 3.47$$

d) Suma de Cuadrados de Panelistas (Bloques)

$$ScP = \frac{11^2 + 11^2 + 10^2 + \dots + 10^2}{3} - Tc =$$

$$ScP = \frac{1149}{3} - 381.63 = 383.00 - 381.63$$

$$ScP = 1.37$$

e) Suma de Cuadrados del error (SCE)

$$SCE = SCT - Sct - Scp = 9.37 - 3.47 - 1.37$$

$$SCE = 4.63$$

5.4: DETERMINACION SENSORIAL DE LA TEXTURA OPTIMA DE LA ESPECIE GAMITANA (Colossoma macropomum) EN LA OPERACION DE LAVADO-DESALADO

PANELISTA	TRATAMIENTO (min)			
	40	60	80	TOTAL
1	4	4	3	11
2	4	4	3	11
3	4	4	3	11
4	4	4	4	12
5	3	4	3	10
6	4	4	4	12
7	4	4	4	12
8	4	3	3	10
9	3	4	3	10
10	4	4	3	11
TOTAL	38	39	33	110
MEDIA	3.8	3.9	3.3	

a) Término de corrección (Tc)

$$Tc = \frac{(110)^2}{30} - \frac{12100}{30} = 403.33$$

b) Suma del Cuadrado del Total (SCT)

$$SCT = (4^2 + 4^2 + 4^2 \dots + 3^2) - Tc =$$

$$SCT = 410 - 403.33 = 6.67$$

c) Suma de Cuadrados de Tratamiento (ScT)

$$ScT = \frac{(38)^2 + (39)^2 + (33)^2}{10} - Tc = 405.40 - 403.33$$

$$ScT = 2.07$$

d) Suma de Cuadrados de Panelistas (Bloques)

$$ScP = \frac{11^2 + 11^2 + 11^2 + \dots + 11^2}{3} - Tc =$$

$$ScP = \frac{1216}{3} - 403.33 = 2.00$$

$$ScP = 2.00$$

e) Suma de Cuadrados del error (SCE)

$$SCE = SCT - ScT - ScP = 6.67 - 2.07 - 2.00$$

$$SCE = 2.59$$

5.5: ANALISIS DE VARIANZA DEL SABOR DE LA PRUEBA DE PUNTOS EN LA EVALUACION DE LAVADO-DESALADO DE LOS FILETES DE PACO

FUENTE DE VARIACION	G.L.	S.C.	C.M.	Fc	F1	Sign.
Tratamiento	2	11.4	5.7	31.67	3.55	**
Panelistas	9	2.03	2.23	1.28	2.46	N.S.
Error	18	3.27	0.18			
Total	29	16.7				

5.6: ANALISIS DE VARIANZA DEL SABOR DE LA PRUEBA DE PUNTOS EN LA EVALUACION SENSORIAL DEL LAVADO-DESALADO DE LOS FILETES DE GAMITANA

FUENTE DE VARIACION	G.L.	S.C.	C.M.	Fc	F1	Sign.
Tratamiento	2	2.07	1.035	2.009	3.55	N.S.
Panelistas	8	2.03	0.2537	0.4926	2.55	N.S.
Error	18	9.27	0.515			
Total	29	13.37				

5.7: ANALISIS DE VARIANZA DE LA TEXTURA DE LA PRUEBA DE PUNTOS EN LA EVALUACION DE LAVADO-DESALADO DE LOS FILETES DE PACO

FUENTE DE VARIACION	G.L.	S.C.	C.M.	Fc	F1	Sign.
Tratamiento	2	2.07	1.04	7.43	3.57	**
Panelistas	9	2.00	0.22	1.57	2.46	N.S.
Error	18	3.59	0.14			
Total	29					

5.8: ANALISIS DE VARIANZA DE LA TEXTURA EN LA PRUEBA DE PUNTOS EN LA OPERACION DE LAVADO-DESALADO DE LOS FILETES DE GAMITANA

FUENTE DE VARIACION	G.L.	S.C.	C.M.	F _c	F _l	Sign.
Tratamiento	2	14.6	7.3	5.45	3.55	**
Panelistas (bloques)	9	14.13	1.57	1.17	2.46	N.S.
Error	18	24.07	1.34			
Total	29	52.8				

ANEXO 6

6.1: ANALISIS DE VARIANZA DEL COLOR DE LA PRUEBA DE PUNTOS EN LA EVALUACION DEL AHUMADO EN LOS FILETES DE PACO

FUENTE DE VARIACION	G.L.	S.C.	C.M.	Fc	Fl	Sign.
Tratamiento						
V	2	1344.78	672.39	224.13	3.59	**
M	1	32.00	32.00	10.67	4.45	**
VM	2	24.33	12.17	4.06	3.59	**
Error,	12	36.00	3.00			
Total	17					

6.2: ANALISIS DE VARIANZA DEL OLOR DE LA PRUEBA DE PUNTOS EN LA EVALUACION DEL AHUMADO EN LOS FILETES DE PACO

FUENTE DE VARIACION	G.L.	S.C.	C.M.	Fc	Fl	Sign.
Tratamiento						
V	2	592.11	296.06	30.46	3.59	**
M	1	10.89	10.89	1.12	4.45	**
VM	2	12.11	6.06	0.62	3.59	**
Error	12	116.67	9.72			
Total	17					

6.3: ANALISIS DE VARIANZA DEL SABOR DE LA PRUEBA DE PUNTOS EN LA EVALUACION DEL AHUMADO EN LOS FILETES DE PACO

FUENTE DE VARIACION	G.L.	S.C.	C.M.	Fc	Ft	Sign.
Tratamiento						
V	2	869.44	334.72	488.45	3.59	**
M	1	10.89	10.89	12.24	4.45	**
VM	2	22.11	11.06	12.43	3.59	**
Error	12	10.67	0.89			
Total	17					

6.4: ANALISIS DE VARIANZA DE LA TEXTURA DE PRUEBA DE PUNTOS EN LA EVALUACION DEL AHUMADO EN LOS FILETES DE PACO

FUENTE DE VARIACION	G.L.	S.C.	C.M.	Fc	Ft	Sign.
Tratamiento						
V	2	1621.00	810.50	485.33	3.59	**
M	1	20.06	20.06	12.01	4.45	**
VM	2	37.44	18.72	11.21	3.59	**
Error	12	20.00	1.67			
Total	17					

6.5: ANALISIS DE VARIANZA DE LA APARIENCIA GENERAL DE PRUEBA DE PUNTOS EN LA EVALUACION DEL AHUMADO EN LOS FILETES DE PACO

FUENTE DE VARIACION	G.L.	S.C.	C.M.	Fc	Ft	Sign.
Tratamiento						
V	2	792.33	396.16	154.75	3.59	**
M	1	76.06	76.06	29.71	4.45	**
VM	2	121.44	60.72	23.72	3.59	**
Error	12	30.67	2.56			
Total	17					

6.6: ANALISIS DE VARIANZA DEL COLOR DE LA PRUEBA DE PUNTOS EN LA EVALUACION DEL AHUMADO EN LOS FILETES DE GAMITANA

FUENTE DE VARIACION	G.L.	S.C.	C.M.	Fc	Ft	Sign.
Tratamiento						
V	2	1501.78	750.89	708.39	3.38	**
M	1	60.50	60.50	57.08	4.75	**
VM	2	69.33	34.67	32.71	3.38	**
Error	12	12.67	1.06			
Total	17					

6.7: ANALISIS DE VARIANZA DEL OLOR DE LA PRUEBA DE PUNTOS EN LA EVALUACION DEL AHUMADO EN LOS FILETES DE GAMITANA

FUENTE DE VARIACION	G.L.	S.C.	C.M.	F _c	F _l	Sign.
Tratamiento						
V	2	1067.11	533.56	692.94	3.38	**
M	1	3.55	3.55	4.61	4.75	**
VM	2	8.45	4.23	5.49	3.38	**
Error	12	9.33	0.77			
Total	17					

6.8: ANALISIS DE VARIANZA DEL SABOR DE LA PRUEBA DE PUNTOS EN LA EVALUACION DEL AHUMADO EN LOS FILETES DE GAMITANA

FUENTE DE VARIACION	G.L.	S.C.	C.M.	F _c	F _l	Sign.
Tratamiento						
V	2	1447.44	723.56	351.94	3.38	**
M	1	88.89	88.89	43.23	4.75	**
VM	2	78.11	39.06	18.99	3.38	**
Error	12	24.67	2.06			
Total	17					

6.9: ANALISIS DE VARIANZA DE LA TEXTURA DE LA PRUEBA DE PUNTOS EN LA EVALUACION DEL AHUMADO EN LOS FILETES DE GAMITANA

FUENTE DE VARIACION	G.L.	S.C.	C.M.	F _c	F _l	Sign.
Tratamiento						
V	2	1629.78	814.89	636.63	3.38	**
M	1	10.89	10.89	8.51	4.75	**
VM	2	27.11	13.56	10.59	3.38	**
Error	12	15.33	1.28			
Total	17					

6.10: ANALISIS DE VARIANZA DE LA APARIENCIA GENERAL DE LA PRUEBA DE PUNTOS EN LA EVALUACION DEL AHUMADO EN LOS FILETES DE GAMITANA

FUENTE DE VARIACION	G.L.	S.C.	C.M.	F _c	F _l	Sign.
Tratamiento						
V	2	1426.78	713.39	636.63	3.38	**
M	1	6.72	6.72	1.45	4.45	N.S.
VM	2	11.45	5.73	1.24	3.59	N.S.
Error	12	55.33	4.62			
Total	17					

ANEXO 7

**DISEÑO EXPERIMENTAL PARA LA OBTENCION DE UN COLOR UNIFORME
DE PACO (Piaractus brachypomus) AHUMADO EN CALIENTE**

	V1	V2	V3
M1	V1 M1	V2 M1	V3 M1
M2	V1 M2	V2 M2	V3 M2

Donde

V1, V2, V3 : Son los tratamientos de ahumados a una misma temperatura, pero a diferentes tiempos.

M1, M2 : Son las especies maderables utilizados en el ahumado.

V1 = de 35°C a 84°C x 4 hrs.

V2 = de 35°C a 84°C x 5 hrs.

V3 = de 35°C a 84°C x 6 hrs.

M1 = Huacapuruna

M2 = Capirona

Resultado de las observaciones de la obtención de un color después del ahumado.

V1		V2		V3	
M1	M2	M1	M2	M1	M2
13	15	35	37	30	32
13	17	31	37	32	29
13	15	28	36	30	30

Nota: Para la puntuación del color se utilizó la tabla del Anexo 3.

La degustación se hizo con 10 panelistas semientrenados.

Interpretación estadística del cuadro. Para dicho efecto se confeccionó la siguiente tabla de totales para la interacción $V_i \times M_i$

	V1	V2	V3
M1	38	94	92
M2	47	110	91

Cálculos estadísticos para el ANVA

a) Término de corrección (Tc)

$$Tc = \frac{(13+13+\dots+30)^2}{3 \times 2 \times 3} = \frac{(472)^2}{18} = 12376.89$$

b) Suma del Cuadrado del Total (SCT)

$$SCT = (13^2 + 13^2 + \dots + 30^2) - Tc =$$

$$SCT = 13,814 - 12,376.89$$

$$SCT = 1,437.11$$

c) Suma de Cuadrados de Tratamiento (ScT)

$$ScT = \frac{(38^2 + 47^2 + 94^2 + 110^2 + 92^2 + 91^2)}{3} - Tc = 13778 - 12376.89$$

$$ScT = 1,401.11$$

d) Suma de Cuadrados del Error (SCE)

$$SCE = ScT - Sct = 1437.11 - 1401.11 = 36$$

e) Suma de Cuadrados de V (SCv)

$$SCv = \frac{(38+47)^2 + (94+110)^2 + (92+91)^2}{2 \times 3} - Tc$$

$$SCv = 13721.67 - 21376.89 = 1344.78$$

f) Suma de Cuadrados de M (SC_M)

$$SC_M = 12408.89 - 12376.89 = 32$$

g) Suma de Cuadrados de la Interacción VM (SC_{VM})

$$SC_{VM} = S_{CT} - SC_V - SC_M = 1401.11 - 1344.78 - 32 = 24.33$$

PROMEDIO DE LAS INTERACCIONES

	V1	V2	V3
M1	12.67	31.33	30.67
M2	15.67	36.67	30.33

Cálculo del error estándar (sd)

$$Sd = (CM_e/r)^{0.5} = (3/3)^{0.5} = (1.0)^{0.5} = 1.0$$

Cálculo de las diferencias mínimas significativas para diferencia entre promedios

N° de Promedio	G.L.	DMS (Duncan) x Sd
2	12	3.08 x 1 = 3.08
3	12	3.23 x 1 = 3.23
4	12	3.33 x 1 = 3.33
5	12	3.36 x 1 = 3.36
6	12	3.40 x 1 = 3.40

Diferencia de promedios de las interacciones en orden decreciente para las comparaciones

Promedio de las interacciones

36.67
31.33
30.67
30.33
15.67
12.67

DIFERENCIAS	Nº DE PROMEDIO	OBSERVACION
36.67 - 12.67 = 24	6	*
36.67 - 15.67 = 21	5	+
36.67 - 30.33 = 6.34	4	+
36.67 - 30.67 = 6.00	3	+
36.67 - 31.33 = 5.34	2	+
31.33 - 12.67 = 18.66	5	+
31.33 - 15.67 = 15.66	4	+
31.33 - 30.33 = 1.00	3	N.S.
31.33 - 30.67 = 0.66	2	N.S.
30.67 - 12.67 = 18	4	*
30.67 - 15.67 = 15	3	*
30.67 - 30.33 = 0.34	2	N.S.
30.33 - 12.67 = 17.66	3	+
30.33 - 15.67 = 14.66	2	+
15.67-12.67 = 3	2	N.S.

DISEÑO EXPERIMENTAL PARA LA OBTENCION DE UN OLOR AGRADABLE DE PACO (Piaractus brachypomus) AHUMADO EN CALIENTE

Resultado de las observaciones para obtener el olor después del ahumado

V1		V2		V3	
M1	M2	M1	M2	M1	M2
11	13	23	26	26	25
11	14	23	25	24	24
12	11	21	27	23	23

Nota: Para la puntuación del olor se utilizó la tabla del Anexo 3.

Interpretación estadística del cuadro. Para dicho efecto se confeccionó la siguiente tabla de totales para la interacción Vi x Mi

	V1	V2	V3
M1	34	67	73
M2	38	78	72

Cálculos estadísticos para el ANVA

a) Término de corrección (Tc)

$$T_c = \frac{(11+11+\dots+23)^2}{3 \times 2 \times 3} = \frac{(362)^2}{18} = 7280.22$$

b) Suma del Cuadrado del Total (Sct)

$$\begin{aligned} Sct &= (11^2 + 11^2 + \dots + 23^2) - T_c = \\ Sct &= 8012 - 7280.22 \\ Sct &= 731.78 \end{aligned}$$

c) Suma de Cuadrados de Tratamiento (ScT)

$$ScT = \frac{(34^2 + 38^2 + 67^2 + 78^2 + 73^2 + 72^2)}{3} - T_c = 7895.33 - 7280.22$$

$$ScT = 615.11$$

d) Suma de Cuadrados del Error (SCE)

$$SCE = ScT - Sct = 731.78 - 615.11 = 116.67$$

e) Suma de Cuadrados de V (SC_V)

$$SC_V = \frac{(34+38)^2 + (67+78)^2 + (73+72)^2}{2 \times 3} - Tc$$

$$SC_V = 7872.33 - 7280.22 = 592.11$$

f) Suma de Cuadrados de M (SC_M)

$$SC_M = \frac{(34+67+73)^2 + (38+78+72)^2}{3 \times 3} - Tc$$

$$SC_M = 7291.11 - 7280.22$$

$$SC_M = 10.89$$

g) Suma de Cuadrados de la Interacción VM (SC_{VM})

$$SC_{VM} = SCT - SC_V - SC_M = 615.11 - 592.11 - 10.89$$

$$SC_{VM} = 12.11$$

PROMEDIO DE LAS INTERACCIONES

	V1	V2	V3
M1	11.33	22.33	24.33
M2	12.67	26.00	24.00

Cálculo del error estándar (sd)

$$sd = (CM_e/r)^{0.5} = (9.72/3)^{0.5} = (3.24)^{0.5} = 1.80$$

Cálculo de las diferencias entre promedios

N° de Promedio	G.L.	DMS (Duncan) x Sd
2	12	$3.08 \times 1.80 = 5.54$
3	12	$3.23 \times 1.80 = 5.81$
4	12	$3.33 \times 1.80 = 5.99$
5	12	$3.36 \times 1.80 = 6.05$
6	12	$3.40 \times 1.80 = 6.12$

Diferencia de promedios de las interacciones en orden
decreciente para las comparaciones

Promedio de las interacciones	

	26.00
	24.33
	24.00
	22.33
	12.67
	11.33

DIFERENCIAS	Nº DE PROMEDIO	OBSERVACION
$26 - 11.33 = 14.67$	6	*
$26 - 12.67 = 13.33$	5	*
$26 - 22.67 = 3.33$	4	N.S.
$26 - 24 = 2.00$	3	N.S.
$26 - 24.33 = 1.67$	2	N.S.
$24.33 - 11.33 = 13$	5	*
$24.33 - 12.67 = 11.66$	4	*
$24.33 - 22.33 = 2.00$	3	N.S.
$24.33 - 24.00 = 0.33$	2	N.S.
$24 - 11.33 = 12.67$	4	*
$24 - 12.67 = 11.33$	3	*
$24 - 22.67 = 1.33$	2	N.S.
$22.67 - 11.33 = 11.34$	3	*
$22.67 - 12.67 = 10.00$	2	*
$12.67 - 11.33 = 1.34$	2	N.S.

ANEXO 8

8.1: DETERMINACION DEL INDICE DE PEROXIDO (SEGUN PEARSON)

1. Pesar 1 g de muestra de músculo ahumado de pescado
2. Adicionar 20 ml de alcohol + cloroformo (3:2)
3. Adicionar 20 ml de KI al 5%
4. Agregar 1 ml de almidón como indicador
5. Titular con $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ (Tiosulfato de sodio)
6. Cuando el color blanco vira a azul, se anota el gasto

CALCULOS:

$$\text{IP} = \frac{\text{V} \times \text{N} \times 1000}{\text{g}} = \text{meq de O}_2/\text{Kg}$$

Donde:

V = Volumen de gasto de tiosulfato de sodio

N = Concentración de tiosulfato de sodio (solución titulante)

g = Peso del volumen alicuota

8.2. METODO PARA DETERMINAR BASES VOLATILES NITROGENADAS (BVN)

(Método de Microdifusión de CONWAY)

1. Tomar 10 g de músculo de pescado.
2. Homogenizar con 80 ml de agua destilada, agitar por 10 minutos.
3. Añadir 10 ml de tetracloruro de carbono al 20%, y dejar precipitar por 30 minutos.
4. Filtrar en papel Wattman N° 4.
5. Tomar 1 ml del filtrado más 1 ml de solución saturada de carbonato de potasio.
6. Colocar en baño maría a 37°C x 90 minutos.
7. Enfriar y titular con HCl 0.02 N.

CALCULOS:

$$BVN = \frac{0.28 (a - b) \times \text{factor HCl} (100) \times 100 (\text{mg N}/100 \text{ g})}{W}$$

Donde:

a = Gasto de HCl 0.02 N en la muestra

b = Gasto en blanco

W = Peso de muestra empleada

0.28 = Factor de conversión de nitrógeno

