

UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA AGROINDUSTRIAL



**EVALUACIÓN DE LA CINÉTICA DE DESHIDRATACIÓN
OSMÓTICA DEL BOQUICHICO (*Prochilodus nigricans*
A.), CON DIFERENTES CONCENTRACIONES DE
CLORURO DE SODIO, EN UCAYALI**

Tesis para optar el título profesional de
INGENIERO AGROINDUSTRIAL

DINA ESTHER TOLEDO COAQUIRA

Pucallpa – Perú

2023



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI
 FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL
 CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERIA AGROINDUSTRIAL**



**ANEXO 4
 ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TRABAJO DE INVESTIGACIÓN O TESIS**

Los Miembros del Jurado que suscriben, reunidos para estudiar y escuchar la sustentación de tesis, presentado por *Bach. Dina Esther Toledo Coaquira* denominada: *Evaluación de la cinética de deshidratación osmótica del boquichico (Prochilodus nigricans P.), con diferentes concentraciones de cloruro de sodio en Ucayali* para cumplir con el requisito (académico o título profesional) de *Ingeniero Agroindustrial*. Teniendo en consideración los méritos del referido trabajo, así como los conocimientos demostrados por el sustentante lo declaramos: *Aprobado por MAYORÍA* con el calificativo *16 (REGISEIS)*.

En consecuencia, queda en condición de ser considerado Apto por el Consejo Universitario y recibir el; Título de *Ingeniero Agroindustrial* de conformidad con lo estipulado en los Art. 3 y 6 del reglamento para el otorgamiento de grado académico de bachiller y título profesional de la Universidad Nacional de Ucayali.

Pucallpa, *14* de *octubre* del 20 *22*.

[Firma]
 Presidente

[Firma]
 Secretario

[Firma]
 Miembro

[Firma]
 Asesor

(*) De acuerdo con el Art. 21 del Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad Nacional de Ucayali, éstas deberán ser calificadas con términos de Sobresaliente, Aprobado por Unanimidad, Aprobado por Mayoría y Desaprobado.

Esta tesis fue aprobada por el Jurado Evaluador de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Nacional de Ucayali, como requisito parcial para optar el Título Profesional de Ingeniero Agroindustrial.

Dr. Fernando Pérez Leal


PRESIDENTE

Ing. Carlos Ruiz Padilla, MSc


SECRETARIO

M.V. Víctor Alberto Fernández Delgado


MIEMBRO

Ing. Edgar Vicente Santa Cruz, MSc


ASESOR

Bach. Dina Esther Toledo Coaquira


TESISTA



UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI
VICERRECTORADO DE INVESTIGACION
DIRECCION GENERAL DE PRODUCCION INTELECTUAL

CONSTANCIA

ORIGINALIDAD DE TRABAJO DE INVESTIGACION

SISTEMA ANTIPLAGIO URKUND

N°0190-2021

La Dirección de Producción Intelectual, hace constar por la presente, que el Informe Final (Tesis), titulado:

"EVALUACIÓN DE LA CINÉTICA DE DESHIDRATACIÓN OSMÓTICA DEL BOQUICHICO (*Prochilodus nigricans* A.), CON DIFERENTES CONCENTRACIONES DE CLORURO DE SODIO, EN UCAYALI".

Cuyo autor (es) : TOLEDO COAQUIRA, DINA ESTHER

Facultad : CIENCIAS AGROPECUARIAS

Escuela Profesional : INGENIERIA AGROINDUSTRIAL.

Asesor : Mg. VICENTE SANTA CRUZ EDGAR

Después de realizado el análisis correspondiente en el Sistema Antiplagio URKUND, dicho documento presenta un **porcentaje de similitud de 8%**.

En tal sentido, de acuerdo a los criterios de porcentaje establecidos en el artículo 9 de la DIRECTIVA DE USO DEL SISTEMA ANTIPLAGIO URKUND, el cual indica que no se debe superar el 10%. Se declara, que el trabajo de investigación: SI Contiene un porcentaje aceptable de similitud, por lo que SI se aprueba su originalidad.

En señal de conformidad y verificación se FIRMA Y SELLA la presente constancia.

Fecha: 20/05/2021



Dr. ABRAHAM ERMITANIO HUAMAN ALMIRON
Dirección de Producción Intelectual



AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN DE TESIS

REPOSITORIO DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI

Yo, Dina Esther Toledo Coaguira

Autor(a) de la TESIS de pregrado titulada:

Evaluación de la cinética de deshidratación osmótica del boquichico
(Prochilodus nigricans A.), con diferentes concentraciones de cloruro de sodio, en Ucayali

Sustentada el año: 2022

Con la asesoría de: Ing. Vicente Santa Cruz, MSc

En la Facultad: Ciencias Agropecuarias

Escuela profesional: Ingeniería Agroindustrial

Autorizo la publicación:

PARCIAL Significa que se publicará en el repositorio institucional solo la caratula, la dedicatoria y el resumen de la tesis. Esta opción solo es válida marcar si su tesis o documento presenta material patentable, para ello deberá presentar el trámite de CATI y/o INDECOPI cuando se lo solicite la DGPI UNU.

TOTAL Significa que todo el contenido de la tesis y/o documento será publicada en el repositorio institucional.

De mi trabajo de investigación en el Repositorio Institucional de la Universidad Nacional de Ucayali (www.repositorio.unu.edu.pe), bajo los siguientes términos:

Primero: Otorgo a la Universidad Nacional de Ucayali **licencia no exclusiva** para reproducir, distribuir, comunicar, transformar (únicamente mediante su traducción a otros idiomas) y poner a disposición del público en general mi tesis (incluido el resumen) a través del Repositorio Institucional de la UNU, en formato digital sin modificar su contenido, en el Perú y en el extranjero; por el tiempo y las veces que considere necesario y libre de remuneraciones.

Segundo: Declaro que la tesis es una creación de mi autoría y exclusiva titularidad, por tanto me encuentro facultado a conceder la presente autorización, garantizando que la tesis no infringe derechos de autor de terceras personas, caso contrario, me hago único(a) responsable de investigaciones y observaciones futuras, de acuerdo a lo establecido en el estatuto de la Universidad Nacional de Ucayali, la Superintendencia Nacional de Educación Superior Universitaria y el Ministerio de Educación.

En señal de conformidad firmo la presente autorización.

Fecha: 14 / 12 / 2022

Email: esthur_9212_7@hotmail.com
Teléfono: 918523104

Firma:
DNI: 47265325

DEDICATORIA

A mis padres por su confianza y su apoyo incondicional a lo largo de mi carrera profesional

A mis hermanos por quienes me esfuerzo día a día y son el motivo para seguir superándome.

AGRADECIMIENTO

Agradecer a Dios, por el regalo de la vida, por darme la fuerza necesaria y el impulso para seguir adelante y permitirme culminar esta etapa de mi vida profesional.

A la Universidad Nacional de Ucayali, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Escuela Profesional de Ingeniería Agroindustrial por contribuir en el cumplimiento de mis metas, convertirme en una profesional.

Al Ing. Edgar Vicente Santa Cruz MSc, por brindarme su tiempo y sus conocimientos en la asesoría y culminación de la presente investigación.

A los encargados de laboratorio de química, laboratorio de suelos y laboratorio de agroindustria de la Universidad Nacional de Ucayali, quienes me brindaron la facilidad de los ambientes, equipos y materiales para el desarrollo de mi tesis.

ÍNDICE

	Pág.
RESUMEN.....	XI
LISTA DE CUADROS.....	XV
LISTA DE FIGURAS.....	XVII
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. REVISIÓN DE LITERATURA.....	3
2.1. ANTECEDENTES.....	3
2.2. GENERALIDADES DEL BOQUICHICO (<i>Prochilodus nigricans</i> A.)	7
2.2.1. Descripción taxonómica.....	7
2.2.2. Clasificación taxonómica	7
2.2.3. Biología de la especie.....	8
2.2.4. Distribución geográfica.....	8
2.2.5. Composición proximal.....	8
2.3. EL CLORURO DE SODIO (NaCl).....	9
2.3.1. Salado en el pescado.....	9
2.3.2. Preservación del pescado.....	10
2.3.3. Relación sal y Salud.....	11
2.4. DESHIDRATACIÓN OSMÓTICA.....	12
2.4.1. Agente deshidratante.....	13
2.4.2. Concentración de la solución osmótica.....	13
2.4.3. Deshidratación osmótica salada.....	13
III. MATERIALES Y METODOS.....	15
3.1. UBICACIÓN	15
3.1.1. Etapa de producción.....	15
3.1.2. Etapa de laboratorio.....	15
3.2. PERIODO DEL PROYECTO.....	15
3.3. POBLACIÓN Y MUESTRA.....	15
3.4. EQUIPOS, MATERIALES Y REACTIVOS.....	16
3.4.1. Materia prima.....	16

3.4.2.	Materiales y equipos de producción.....	16
3.4.3.	Insumos.....	16
3.4.4.	Equipos y materiales de análisis.....	16
3.4.5.	Reactivos.....	16
3.4.6.	Indumentaria.....	17
3.4.7.	Materiales de limpieza.....	17
3.5.	METODOLOGÍA PARA ELABORAR BOQUICHICO DESHIDRATADO.....	17
3.6.	MÉTODOS ANALÍTICOS.....	20
3.6.1.	Análisis organoléptico del boquichico osmodeshidratado.....	20
3.6.2.	Análisis fisicoquímico del boquichico osmodeshidratado.....	20
3.6.3.	Análisis microbiológico de boquichico osmodeshidratado.....	20
3.7.	DISEÑO ESTADÍSTICO DE LA INVESTIGACIÓN.....	21
3.7.1.	Pruebas paramétricas.....	21
3.7.2.	Pruebas no paramétricas.....	22
IV.	RESULTADOS Y DISCUSIONES.....	23
4.1.	CINÉTICA DE DESHIDRATACIÓN OSMÓTICA DEL BOQUICHICO (<i>Prochilodus nigricans</i> A.).....	23
4.1.1.	Pérdida de peso por deshidratación osmótica del boquichico (<i>Prochilodus nigricans</i> A.), durante 6 horas.....	23
4.1.2.	Contenido de salmuera por deshidratación osmótica del boquichico (<i>Prochilodus nigricans</i> A.), durante 6 horas.....	26
4.1.3.	Ganancia de sal (NaCl) del boquichico (<i>Prochilodus nigricans</i> A.) sometido a deshidratación osmótica durante 6 horas.....	28
4.1.4.	Contenido de humedad del boquichico (<i>Prochilodus nigricans</i> A.), por deshidratación osmótica durante 6 horas.....	30

4.2.	ANÁLISIS SENSORIAL DEL BOQUICHICO (<i>Prochilodus nigricans</i> A.) DESHIDRATADO OSMOTICAMENTE.....	32
4.2.1.	Análisis sensorial del aroma del boquichico (<i>Prochilodus nigricans</i> A.), deshidratado osmóticamente.....	32
4.2.2.	Análisis sensorial del color del boquichico (<i>Prochilodus nigricans</i> A.) deshidratado osmóticamente.....	33
4.2.3.	Análisis sensorial del sabor del boquichico (<i>Prochilodus nigricans</i> A.) deshidratado osmóticamente.....	34
4.2.4.	Análisis sensorial de la textura del boquichico (<i>Prochilodus nigricans</i> A.) deshidratado osmóticamente.....	35
4.2.5.	Análisis sensorial del impacto de la sal en boquichico (<i>Prochilodus nigricans</i> A.) deshidratado osmóticamente.....	36
4.2.6.	Análisis sensorial del agrado en general del boquichico (<i>Prochilodus nigricans</i> A.) deshidratado osmóticamente.....	37
4.3.	ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO DEL BOQUICHICO (<i>Prochilodus nigricans</i> A.) DESHIDRATADO OSMOTICAMENTE.....	38
V.	CONCLUSIONES.....	40
VI.	RECOMENDACIONES.....	42
VII.	LITERATURA CITADA.....	43
VIII	ANEXO.....	46

RESUMEN

La investigación se desarrolló en los ambientes de la Universidad Nacional de Ucayali, la especie de pescado que se utilizó para la investigación fue “el boquichico” (*Prochilodus nigricans* A.), la materia prima se obtuvo del puerto Malecón Grau de Ucayali, donde se seleccionó a los mejores especímenes, luego se realizó la deshidratación osmótica con una solución osmodeshidratante, para ello se utilizó cloruro de sodio (sal industrial) y esta fue diluida en agua, hasta llegar a las concentraciones que se consideran en el experimento 14%, 20% y 26%, luego los pescados fueron sumergidos en una solución osmótica con una relación de 1:10 (pescado: salmuera) para cada tratamiento, la deshidratación osmótica se efectuó a temperatura de ambiente 28°C, se utilizó un diseño completamente al azar (DCA) y para la prueba no paramétrica se utilizó el modelo matemático de Friedman, en cuanto a la cinética de deshidratación osmótica de boquichico (*Prochilodus nigricans* A.), se determinó que el tratamiento T₃ (26% de NaCl en agua, relación de Pescado Salmuera 1:10), presentó la mayor pérdida de peso con 34.60 gramos y ganancia de sal con 22.96 gramos, seguido del T₂ (20% de NaCl en agua, relación de Pescado Salmuera 1:10) con 13.30 gramos en pérdida de peso y con 17.49 gramos en ganancia de sal, el T₁ (14% de NaCl en agua, relación de Pescado Salmuera 1:10), presentó la menor pérdida de peso con 2.37 gramos y una ganancia de sal de 2.99 gramos, en cuanto al análisis sensorial se determinó que el T₁ (14% de NaCl en agua, relación de Pescado Salmuera 1:10), presentó los promedios más altos en cuanto a las características organolépticas de color, impacto de sal y agrado en general del boquichico, los resultados del análisis microbiológico muestran un alto índice de inocuidad según las pruebas de laboratorio.

Palabras clave: Deshidratación osmótica, boquichico, cloruro de sodio.

ABSTRACT

This research was developed in the environments at the Ucayali National University, fish the species used for the research was “the boquichico” (*Prochilodus Nigricans*), the raw matter was obtained from Ucayali river port, where the best specimens were selected , then osmotic dehydration was carried out with an osmo-dehydrating solution, for this, sodium chloride (industrial salt) was used and this will be diluted in water, until reaching the concentrations considered in the experiment 14%, 20% and 26%, then the fish will be immersed in an osmotic solution with a ratio of 1:10 (fish: brine) for each treatment, osmotic dehydration will be carried out at room temperature, a completely randomized design (DCA) was used, for the test no Parametric, the Friedman mathematical model was used, regarding the osmotic dehydration kinetics of boquichico (*Prochilodus nigricans* A.), it was determined that the T₃ treatment (26% NaCl in water, Brine Fish ratio 1:10), presented the highest weight loss with 34.60 grams and salt gain with 22.96 grams, followed by T₂ (20% NaCl in water, Brine Fish ratio 1:10) with 13.30 and 17.49 grams, the T₁ (14% of NaCl in water, ratio of Brine Fish 1:10), presented the lowest loss of solutes with 2.37 grams and a salt gain of 2.99 grams, in terms of sensory analysis it was determined that T₁ (14% of NaCl in water, Brine Fish ratio 1:10), presented the highest averages in terms of organoleptic characteristics of color, salt impact and general taste of the boquichico, the results of the microbiological analysis I have a high safety index according to laboratory tests.

Key words: Osmotic dehydration, boquichico, sodium chloride.

LISTA DE CUADROS

En el texto:

	Pág.
Tabla 1. Clasificación taxonómica del boquichico.....	7
Tabla 2. Composición proximal del pescado boquichico.....	8
Tabla 3. Distribución de los tratamientos en estudio.....	21
Tabla 4. Cuadro de análisis de varianza del boquichico deshidratado....	22
Tabla 5. Fluctuación del peso del boquichico por deshidratación osmótica del boquichico (<i>Prochilodus nigricans</i> A.), durante 6 horas	23
Tabla 6. Peso inicial, final y pérdida de peso por deshidratación osmótica del boquichico (<i>Prochilodus nigricans</i> A.), según la prueba de promedio de Tukey durante 6 horas	25
Tabla 7. Variación del contenido de salmuera por deshidratación osmótica del boquichico (<i>Prochilodus nigricans</i> A.), durante 6 horas	27
Tabla 8. Ganancia total de sal en muestra y por tratamiento sometida a deshidratación osmótica del boquichico (<i>Prochilodus nigricans</i> A.), durante 6 horas.....	29
Tabla 9. Prueba de promedio de Tukey del contenido de humedad del boquichico (<i>Prochilodus nigricans</i> A.), sometido a deshidratación en tres tratamientos diferentes.....	31
Tabla 10. Resultado del análisis microbiológico del boquichico (<i>Prochilodus nigricans</i> A.), sometido a deshidratación en tres tratamientos diferentes.....	39

En el anexo:

Tabla 11A. Pérdida del peso por deshidratación osmótica del boquichico (<i>Prochilodus nigricans</i> A.), durante un tiempo de 6 horas.....	47
Tabla 12A. Pérdida del peso final por deshidratación osmótica del boquichico (<i>Prochilodus nigricans</i> A.), durante un tiempo de 6 horas	47
Tabla 13A. Contenido de salmuera por deshidratación osmótica del boquichico (<i>Prochilodus nigricans</i> A.), durante un tiempo de 6 horas	47
Tabla 14A. Análisis de la ganancia total de sal en muestra y por tratamiento sometida a deshidratación osmótica del boquichico (<i>Prochilodus nigricans</i> A.), durante 6 horas	48
Tabla 15A. Análisis del contenido de humedad del boquichico (<i>Prochilodus nigricans</i> A.), sometido a deshidratación osmótica durante 6 horas.....	48
Tabla 16A. Test de Friedman prueba sensorial del aroma en boquichico (<i>Prochilodus nigricans</i> A.), deshidratado osmóticamente	48
Tabla 17A. Test de Friedman prueba sensorial del color en boquichico (<i>Prochilodus nigricans</i> A.), deshidratado osmóticamente	49
Tabla 18A. Test de Friedman prueba sensorial del sabor en boquichico (<i>Prochilodus nigricans</i> A.), deshidratado osmóticamente	49
Tabla 19A. Test de Friedman prueba sensorial de la textura del boquichico (<i>Prochilodus nigricans</i> A.), deshidratado osmóticamente.....	49

Tabla 20A. Test de Friedman prueba sensorial del impacto de la sal del boquichico (<i>Prochilodus nigricans</i> A.), deshidratado osmóticamente.....	50
Tabla 21A. Test de Friedman prueba sensorial agrado general del boquichico (<i>Prochilodus nigricans</i> A.), deshidratado osmóticamente.....	50

LISTA DE FIGURAS

En el texto	Pág.
Figura 1. Diagrama de flujo del deshidratado osmótico del boquichico....	19
Figura 2. Variación del peso del boquichico por deshidratación osmótica del boquichico (<i>Prochilodus nigricans</i> A.), durante 6 horas.....	24
Figura 3. Pérdida de peso del boquichico por deshidratación osmótica del boquichico (<i>Prochilodus nigricans</i> A.), durante 6 horas.....	26
Figura 4. Fluctuación del contenido de salmuera del boquichico por deshidratación osmótica del boquichico (<i>Prochilodus nigricans</i> A.), durante 6 horas.....	28
Figura 5. Ganancia de sal (NaCl) del boquichico (<i>Prochilodus nigricans</i> A.) por tratamiento sometido a deshidratación osmótica durante 6 horas	30
Figura 6. Contenido de humedad en el boquichico (<i>Prochilodus nigricans</i> A.) por tratamiento sometido a deshidratación osmótica durante 6 horas	32
Figura 7. Prueba sensorial del aroma del boquichico (<i>Prochilodus nigricans</i> A.), deshidratado osmóticamente	33
Figura 08. Prueba sensorial del color del boquichico (<i>Prochilodus nigricans</i> A.) deshidratado osmóticamente.	34
Figura 09. Prueba sensorial del sabor del boquichico (<i>Prochilodus nigricans</i> A.) deshidratado osmóticamente	35
Figura 10. Prueba sensorial de la textura del boquichico (<i>Prochilodus nigricans</i> A.) deshidratado osmóticamente.....	36

Figura 11. Prueba sensorial del impacto de la sal del boquichico (<i>Prochilodus nigricans</i> A.) deshidratado osmóticamente	37
Figura 12. Prueba sensorial del agrado en general del boquichico (<i>Prochilodus nigricans</i>), deshidratado osmóticamente.....	38
En el anexo:	
Figura 13A. Recepción y selección de boquichico (<i>Prochilodus nigricans</i> A.)	54
Figura 14A. Pesado del boquichico (<i>Prochilodus nigricans</i> A.), fresco.....	54
Figura 15A. Eviscerado y corte del boquichico (<i>Prochilodus nigricans</i> A.)	55
Figura 16A. Pesado del boquichico (<i>Prochilodus nigricans</i> A.), listo para los ensayos finales.....	55
Figura 17A. Deshidratación osmótica del boquichico (<i>Prochilodus nigricans</i> A.).....	56
Figura 18A. Escurrido y secado del boquichico (<i>Prochilodus nigricans</i> A.)	56
Figura 19A. Secado boquichico (<i>Prochilodus nigricans</i> A.)	57
Figura 20A. Envasado y Almacenado del boquichico (<i>Prochilodus nigricans</i> A.).....	57
Figura 21A. Determinación de la humedad del boquichico (<i>Prochilodus nigricans</i> A.)	58
Figura 22A. Determinación de cloruro de sodio en la salmuera.....	58
Figura 23A. Análisis organoléptico del boquichico osmodeshidratado.....	59
Figura 24A. Determinación del análisis microbiológico del boquichico (<i>Prochilodus nigricans</i> A.).....	60

Figura 25A. Ficha de evaluación del análisis organoléptico del
boquichico (*Prochilodus nigricans* A.) 61

I. INTRODUCCIÓN

La Amazonía es rica y diversa. Caracterizada por su selva tropical, los ríos no solo transportan el agua e inundan periódicamente los bosques amazónicos, también son el sustento vital para miles de especies terrestres y acuáticas, en particular para la enorme diversidad de especies de peces que habitan en ellos. Se estima que a nivel amazónico existen de 2.500 a 3.000 especies de peces. Las cifras para el Perú son variables, pero las más conservadoras sugieren que podrían alcanzar las 1.200 especies. Los peces constituyen un recurso comercial y de subsistencia de gran importancia para las comunidades amazónicas y juegan un papel muy importante para el mantenimiento del equilibrio de los ecosistemas (García 2018).

Actualmente en la región de Ucayali, los pescadores y los comercializadores emplean algunas formas de conservar el pescado fresco mediante técnicas de congelación y eviscerado con sal (pescado salpreso) pero aplicándolos de manera empírica y carentes de higiene lo que provocan la desconfianza del consumidor. La producción de boquichico es vendida en su totalidad en estado fresco y como toda especie acuícola es altamente perecible, debido a factores ambientales, manipulación post-extracción, factores microbiológicos y actividad enzimática, tan pronto como el pescado ha sido capturado comienza a deteriorarse iniciando el proceso de pérdida de rendimiento, porcentaje de proteínas, porcentaje del contenido de agua, características iniciales como textura, color y olor.

Una de las alternativas de conservación es la deshidratación por ósmosis o deshidratación osmótica, que es una técnica utilizada para reducir el contenido de agua de los alimentos, con el objeto de extender su vida útil y mantener características sensoriales, funcionales y nutricionales. Con esta técnica es posible lograr una deshidratación parcial del alimento, mediante su inmersión en soluciones acuosas concentradas en solutos (soluciones hipertónicas) que tienen elevada presión osmótica y baja actividad de agua, durante un período de tiempo determinado.

En este contexto el objetivo del trabajo de investigación fue evaluar la cinética de deshidratación osmótica de boquichico en diferentes concentraciones de la solución de cloruro de sodio en Ucayali, con la finalidad de extender el tiempo de vida útil y conservar las características organolépticas del pescado boquichico mediante el método de deshidratación osmótica, donde se aplicó tres concentraciones de cloruro de sodio, para evaluar el efecto de la concentración cloruro de sodio de sobre la pérdida de peso ganancia de sólidos y pérdida de humedad en la cinética de deshidratación osmótica del boquichico.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. ANTECEDENTES

Betancourt et al. (2021). En su artículo “Control cinético del salado, con sabor a humo, de filetes de Tilapia (*Oreochromis Sp*). Estudió el salado de filetes de Tilapia utilizando NaCl y sal ahumada, con envasado al aire y al vacío. Se midieron los cambios de masa, de agua y de sal en los filetes después del salado. Adicionalmente, se les realizó la determinación de pH, color, textura, a_w , humedad, grasa y cloruros. La información se procesó mediante: i) modelos matemáticos para determinar la cinética de la sal, ii) ANOVA multifactorial para observar el efecto de los factores en las variables respuesta y iii) la metodología de superficie de respuesta para optimizar el proceso. Los resultados obtenidos mostraron un transporte pseudo-difusional de la sal. En el ANOVA multifactorial, el factor tiempo presentó la mayor influencia en las variables respuesta. Finalmente, la modelización del proceso determinó que el mejor salado se obtiene a los 161 minutos para conseguir una a_w de 0,95 y un contenido de sal en base seca de 0,17 g empleando sal ahumada y el envasado al vacío. El producto obtenido cumplió lo establecido por el Codex Alimentarius para pescado salado.

Jara (2020), “Propuesta de mejora del Modelo de Azuara: Aplicación en la cinética de transferencia de masa durante la deshidratación osmótica de Anchoqueta (*Engraulis ringens*) y su optimización”. El objetivo de esta investigación fue proponer una mejora al Modelo de Azuara y compararlo con otros modelos en la predicción de la cinética de transferencia de masa en la deshidratación osmótica (DO) de trozos de Anchoqueta (*Engraulis ringens*), utilizando como agente deshidratante cloruro de sodio (NaCl) y un delineamiento compuesto central rotacional (DCCR) de 4 variables-independientes. Se utilizaron los modelos matemáticos de Crank, Azuara y un modelo polinómico alternativo. Este último predijo la ganancia de NaCl al 93,6% y pérdida de humedad al 90,4% respectivamente, permitiendo optimizar la osmodeshidratación de: 5 a 7 °C de la solución, 3.0 a 3.5 la relación solución-

producto, 14% a 16% la concentración de NaCl en la solución, y de 200 y 250 min la inmersión, para obtener concentraciones entre 5.94% y 6.46% de NaCl y humedades entre 68.76% y 67.52%. La difusividad efectiva fue de 2.63×10^{-10} m²/s para el NaCl y de 4.35×10^{-10} m²/s para la pérdida de humedad. El modelo de Azuara mejorado logra mejorar el nivel predictivo con una ganancia de NaCl (R²: 94.2%), y reducir el contenido de humedad final (R²: 72.4%), por lo tanto, aplicar este modelo es eficiente para predecir la cinética de transferencia de masa en la deshidratación osmótica.

Llaro (2018), en su artículo titulado “Elaboración de trozos de Bonito (*Sarda Chiliensis chiliensis*) salados, deshidratados, ahumados y envasado al vacío”. Tuvo como objetivo determinar la velocidad de penetración de cloruros de sodio. Los tiempos del proceso de salado, secado y ahumado en la elaboración del producto fueron: 4, 120 y 20 minutos, respectivamente. La penetración de cloruros fue 2.36%NaCl en 8 minutos. La composición química proximal fue: Humedad 39.2%, 50.9 proteína %, 2.8 grasa % y ceniza 7.1%. Los resultados de Numeración de aerobios mesófilos (UFC/g) fue 1.2×10^2 , Numeración de *Staphylococcus aureus* (NMP/g) < 3, Numeración de anaerobios sulfito reductores (UFC/g) 10 Estimado, Numeración de Enterobacteriaceas (UFC/g) < 10, Determinación de *Salmonella spp.* (en 25g) Ausencia. De acuerdo a los resultados de las encuestas, el sabor presenta un 85% de aceptabilidad, el olor 90%, color 95%, apariencia 80,0% y textura 77,5% entre los encuestados incluyendo todas las categorías que reciben positivamente el producto como son: me gusta mucho, me gusta y me gusta ligeramente.

Cespedes & Castillo (2018), Evaluación de la concentración de salmuera y tiempo de ahumado en la obtención del filete de Paco (*Piaractus brachypomus*) ahumado. La investigación tuvo como objetivo evaluar la concentración de la salmuera y el tiempo de ahumado en la obtención de filetes de Paco (*Piaractus brachypomus*) ahumados, las concentraciones de salmuera evaluadas fueron de 15, 20, 25 y 30 % de cloruro de sodio por un tiempo de inmersión de 45 minutos; mientras que los tiempos de ahumado fueron de 60, 120, 150 y 180 minutos a una temperatura de 65 ± 5 °C. Para determinar los tratamientos más adecuados se realizaron evaluaciones sensoriales: sabor, color, olor y textura, y físicamente

con las propiedades de texturales de: dureza, adhesividad, cohesividad y gomosidad. Los resultados de la prueba de Friedman ($p < 0,05$) determinó diferencias significativas en todos los atributos sensoriales, resultando la concentración de 20 % de cloruro de sodio por un tiempo de 45 minutos como la más adecuada para el pretratamiento del salmuerado. Con la concentración óptima de salmuerado se procedió al estudio del tiempo de ahumado, en donde los resultados estadísticos de la prueba de Friedman y del análisis de varianza DCA (para los resultados fisicoquímicos), evidenció diferencias significativas entre tratamientos y ubicó al tiempo de ahumado de 120 minutos a una temperatura de $65 \pm ^\circ\text{C}$ como el más adecuado para la obtención de filetes ahumados. Las características sensoriales fueron de acuerdo a la escala hedónica utilizada entre buena y muy buena; mientras que las propiedades físicas fueron: dureza 42.32 N, adhesividad -0,272, cohesividad 0,374 y gomosidad 1,445. La caracterización fisicoquímica de los filetes de paco con los tratamientos óptimos de salmuerado y tiempo de ahumado fueron: Humedad 69,78 %, proteínas 19,27 %, grasa 9,34 % y cenizas 1,61 %, las mismas que se encuentran dentro de los rangos exigidos por las normas técnicas.

López (2017), Realizo el “Estudió de la cinética de deshidratación osmótica para la conservación de Lisa (*Mugil cephalus*)”, se realizó en el laboratorio de Tecnología y Productos Curados de la Escuela Profesional de Ingeniería Pesquera de la Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa con la finalidad de realizar un estudio de la cinética de deshidratación osmótica para la conservación de Lisa (*Mugil cephalus*), para lograr dicho estudio se planteó determinar el tipo de solución osmótica, la acidificación de la misma y la temperatura correspondiente para el secado de los filetes de lisa. Para determinar el tipo de solución osmótica para el deshidratado de filetes de lisa, se estudió siete tipos de soluto (cloruro de sodio, sacarosa, glicerol, sorbitol, maltodextrina, almidón y jarabe de maíz), los cuales fueron probados en tres diferentes proporciones (20%, 30%,40%), luego de realizar las pruebas respectivas y de acuerdo a la cantidad de perdida de agua de la pulpa de lisa, se determinó que el soluto adecuado es la maltodextrina con una proporción del 30%. En el caso de la acidificación de la solución osmótica, se planteó estudiar

dos tipos de ácido (ácido cítrico y ácido ascórbico), utilizados bajo tres diferentes concentraciones (0.5%, 1% y 1.5%), luego de realizadas las pruebas se determinó que el ácido a utilizar es el ácido ascórbico a una concentración de 1.0%. En la última etapa de la investigación se buscó encontrar el tiempo adecuado para el secado de los filetes de lisa, probando cuatro diferentes tiempos (4h, 5h, 6h y 7h) a tres diferentes temperaturas (40°C, 50°C y 60°C). Luego de realizadas las pruebas experimentales respectivas y teniendo en cuenta la humedad final alcanzada por los filetes de lisa, se determinó que los filetes de lisa deben ser secados en un túnel de aire caliente, el cual debe trabajar a una temperatura de 50°C por un tiempo de 4 horas. Por último, se determinó que el rendimiento para la obtención de los filetes de lisa osmodeshidratados es de 28.08%, valor con el cual se logra obtener un costo unitario de 105.28 soles. Es claro notar que a los 10 minutos de iniciado el proceso, la fracción alcanza un valor de 0.016, continuando la pérdida de peso hasta un valor de 0.2695 a los 230 minutos de iniciada la deshidratación. Con estos resultados se puede afirmar que la pérdida de peso se intensifica al aumentar el tiempo de deshidratación.

2.2. GENERALIDADES DEL BOQUICHICO (*Prochilodus nigricans* A.)

2.2.1. Descripción Taxonómica

De mediano porte, puede llegar a medir hasta 50 cm y pesar 3 kg; labios bastante desarrollados y carnosos, en forma de ventosa y bordeados por varias papilas globulares o crestas carnosas; dientes diminutos, espatulados, móviles y numerosos, implantados en dos hileras, la interna en forma de V y la externa recta a lo largo del margen externo de los labios. Línea lateral con 44 a 51 escamas, 7 a 11 filas de escamas entre el origen de la aleta dorsal y la línea lateral y 7 a 9 hileras entre esta y el origen de la aleta ventral (IIAP 2018).

Cuerpo fusiforme, generalmente de color plateado, con bandas longitudinales oscuras que corresponden a las hileras de escamas con bordes negros. Las aletas dorsal y caudal tienen puntos oscuros sin un patrón característico (IIAP 2018).

2.2.2. Clasificación taxonómica.

Tabla 1. Clasificación taxonómica del boquichico. (Hidalgo & García 2018)

Reino	Animal
Filo	Chordata
Clase	Actinopterygii
Subclase	Neopterygii
Infraclase	Teleostei
Superorden	Ostariophysii
Orden	Characiformes
Familia	Prochilodontidae
Género	Prochilodus
Especie	Prochilodus nigricans

2.2.3. Biología de la especie

Especie iliófaga. Se alimenta de detritos orgánicos, algas verdes azuladas, euglenófitos y algas verdes, microorganismos y materia orgánica en descomposición, generalmente depositados en el fondo de los ríos. Habita aguas blancas y claras. Realizan largas migraciones y desovan durante la creciente de los ríos, donde alevinos y juveniles se refugian en las áreas inundadas para su crecimiento. La maduración sexual ocurre aproximadamente a los 26 cm, cuando los machos alcanzan 1.7 y las hembras 2.1 años (IIAP 2018).

2.2.4. Distribución geográfica

Distribuida en América del Sur (Bolivia, Brasil, Colombia, Ecuador y Perú). En la Amazonía peruana fue registrada en la región Loreto en los ríos: Amazonas, Napo, Aushiri, Puinahua, Curaray, Marañón, Nanay, Tapiche, Tigre, Ucayali, Putumayo, Yavarí, Pastaza, Huallaga, Morona, Yanayacu, Arabela. En la región Ucayali en los ríos: Ucayali, Iparia, Sheshea, Tamaya, Tahuania, Juantía, Callería, Pachitea, Utuquinia, Purús, Aguatía, Neshuya y Yurúa; además de la laguna Chanajau. En la región de Madre de Dios en los ríos: Tambopata, La Torre, Madre de Dios, Malinowski, Chuncho, Las Piedras, Tahuamanu y Manu (IIAP 2018).

2.2.5. Composición proximal

Tabla 02. Composición proximal del pescado boquichico (Chávez 2019).

COMPONENTE	VALORES (%)
Humedad	76.11 - 81.45 %
Proteína cruda	0.45 - 5.21 %
Fibra cruda	15.43 - 19.40 %
Cenizas	76.23 - 122,75%
Kcal (100g)	76.23 - 122.75 %

2.3. EL CLORURO DE SODIO (NaCl).

El cloruro de sodio (NaCl) es un compuesto químico muy sencillo, compuesto de un ión de sodio (Na⁺) y un ión de cloro (Cl⁻), conocido como sal común o sal de mesa; es un sólido incoloro, cristalino, soluble en agua. Es considerado como una materia prima esencial, debido a su gran variedad de propiedades de gran utilidad a parte de la alimentación, como antiséptico natural, agente conservante, entre otras aplicaciones (Yeiralyim 2019).

El cloruro de sodio es un compuesto químico cristalino y de color blanco que se halla en la naturaleza (océanos, ríos, depósitos salinos) comúnmente es conocido como sal de mesa, es un elemento higroscópico y deslicuente que absorbe el vapor de agua del medio ambiente y la humedad del aire y la disuelve en ella. La sal se forma constantemente por la acción ríos y corrientes sobre rocas que contienen cloruros y compuestos de sodio (Ramos, 2018).

La sal común (cloruro de sodio), es un compuesto natural que se origina por evaporación del agua de mar. Es un compuesto que se usa como agente preservante, debido a su capacidad de inhibir o eliminar bacterias de descomposición. Sin embargo, al estado natural es húmeda, contiene tierra, bacterias, hongos y una serie de impurezas, que podrían originar a los productos a los cuales es aplicada resulten con deficiente calidad y de corta vida de conservación. Procesadores de pescado salado saben que al ser usada de manera directa el pescado puede adquirir coloraciones rojizas debido a microorganismos halófilos, seguido de olores abombados, con la presencia visible de mohos después de un corto tiempo de almacenamiento (Kristbergsson y Oliveira 2016).

2.3.1. Salado en el pescado

Pulache (2018) citando a Hall (2001), menciona que el objetivo del proceso del salado es asegurar la penetración de la sal y que sea lo bastante rápido para disminuir la actividad de agua de forma similar en las partes más profundas de la carne.

La sal que utilizan para el salado pescado es sal gruesa y limpia que no contenga ni un residuo o sustancia cristalina extraña que no afecte en procesamiento de salazón, que no dañe la calidad del producto y de esta manera obtener un producto óptimo (Tamayo et al, 2018)

El proceso de salado o reducción de la actividad del agua del pescado por extracción, como ocurre en la simple deshidratación, se produce cuando se aumenta la concentración de solutos. La sal común es más efectiva, inocua, corriente y barata que otros solutos alimenticios como el azúcar, incluso aunque esté presente en relativamente pequeñas concentraciones. Sin embargo, la estabilidad por largo tiempo de los productos curados se alcanza únicamente cuando la concentración de sal en la carne alcanza el grado de saturación (Pulache 2018)

También es importante el tamaño de los gránulos de la sal. Al intercalar capas de pescado y sal, el uso de sal de granulometría fina podría resultar en la formación de cúmulos, los cuales podrían impedir la distribución uniforme de sal sobre el pescado. Por otro lado, el uso de sal de granulometría muy grande podría dañar la carne de pescado y también podría reducir la velocidad de la maduración (Codex Alimentarius, 2012). Por ello, para la maduración se utiliza sal con granulometría de pequeños cristales, denominada entrefina, mientras que se utiliza sal gruesa para la elaboración de la salmuera (Pérez, 2018).

2.3.2. Preservación de pescado.

Conociendo que la sal introducida en el músculo del pescado ayuda a preservarlo de los procesos de descomposición bacteriana, así como del retardo de la actividad enzimática, pero también se conoce que de manera paralela ocurren otras formas de deterioro que no pueden ser controladas por la técnica de salado. La más importante es la oxidación de la grasa, en especial cuando se trata de especies pelágicas, que se produce cuando el producto salado entra en contacto permanente con el oxígeno del aire, ocurriendo cambios no deseables como el color de la carne y la generación de olores desagradables, así como sabores rancios, que no tan solo dañan las características sensoriales

del producto, sino que su consumo podría en el largo plazo ser dañino para la salud (Pulache 2018).

El contenido de sal en los pescados salpresos o salados ligeros no sería suficiente para prevenir el desarrollo de bacterias y por tanto no garantizaría una vida larga en el almacenamiento. Los pescados medianamente salados presentan mejor resistencia al ataque de bacterias y pueden al igual que los salpresos absorber agua y aumentar de peso cuando son remojados para su desalado. Con respecto a la inocuidad en pescados altamente salados, solo las 22 bacterias y hongos halófilos contenidos en la sal contaminada, podrían constituir un problema técnico (Pulache 2018).

Para el Instituto Tecnológico Pesquero del Perú (ITP) (2001), los requisitos químicos para un buen salado de pescado son: Humedad (43 a 52%), Cloruro de sodio (18 a 22%) (Pulache 2018).

2.3.3. Relación sal y Salud

La sal es un condimento utilizado a diario en todos los hogares del mundo. Históricamente ha sido muy valorado por su capacidad de salar las comidas, además de su poder de conservación de alimentos ya que tiene propiedades antimicrobianas. La sal está compuesta por cloruro sódico en una concentración de 60% de cloro y 40% de sodio, siendo este segundo compuesto el de mayor importancia en este alimento (González 2020).

La principal fuente de obtención de sodio es a través de la dieta en forma de cloruro sódico, comúnmente se conoce como sal, se encuentra en mayor o menor medida en todos los alimentos, de forma natural o añadida durante el procesamiento (González 2020).

La OMS recomienda que el consumo de sal no sea mayor a 5 gramos al día, lo que equivale a 2 gramos de sodio al día, para reducir la incidencia de hipertensión arterial. Debe complementarse este consumo reducido de sodio con las indicaciones sobre el consumo de potasio (3510 mg/día de potasio) (González 2020).

La EFSA (European Food Safety Authority) considera que una ingesta de sodio de 2 gramos diarios es suficiente para reducir el riesgo de enfermedades cardiovasculares en la población adulta general. Partiendo de la ingesta de sodio recomendada para los adultos, se puede extrapolar a los niños ajustándola a su gasto energético. Para niños de 1 a 3 años se recomienda 1,1 gramos al día, 1,3 gramos para niños de entre 4 y 6 años, 1,7 gramos para niños entre 7 y 10 años y 2 gramos al día para niños entre 11 y 17 años (González, 2020).

2.4. DESHIDRATACIÓN OSMÓTICA

La deshidratación osmótica (DO) es un proceso que permite la eliminación parcial de agua por contacto directo de un producto con un medio hipertónico, lo que lleva a dos grandes flujos simultáneamente: flujo de agua desde el producto a la solución circundante y solutos que fluyen al interior del producto. Cuya fuerza impulsora es la diferencia de concentraciones entre la solución osmótica y el fluido intersticial. La fuga de los solutos de los productos (azúcares, ácidos orgánicos, minerales, etc.) es cuantitativamente insignificante, pero puede ser importante para los valores organolépticos y nutricionales del alimento (Kaushal & Sharma, 2016). Sin embargo, al ser este proceso de transferencia de masa de dos vías, se pueden introducir las sustancias nutricionales deseadas en el material vegetal a través de la solución (Díaz, 2020).

La pérdida de humedad del producto se lleva a cabo más rápido durante las primeras horas y luego la tasa disminuye en horas posteriores y al final permanece constante, esto es debido a que la eliminación de esta humedad se produce por dos procesos; flujo capilar y difusión. La pérdida de soluto se da sólo por difusión, siendo esta insignificante en la fase inicial del tratamiento osmótico. Pero a medida que la tasa de extracción de agua disminuye, aumenta la tasa de soluto en el alimento (Díaz, 2020).

La eficiencia del proceso de deshidratación osmótica está influenciada por varios factores, incluido el peso molecular y el tipo de sustancia osmótica, así como su concentración y la temperatura, la dinámica del proceso, la relación de producto a la solución, estructura de los alimentos, la forma y el tamaño de la

materia prima, y la presión a la que se lleva a cabo el proceso (Sulistyawati et al., 2018).

2.4.1. Agentes deshidratantes

Los agentes deshidratantes más utilizados son las soluciones hipertónicas azucaradas (sacarosa, miel, jarabe de maíz, lactosa, fructosa) o salinas (cloruro de sodio). Sin embargo, la selección de los solutos depende principalmente de tres factores: características sensoriales del producto, costo del soluto y peso molecular del soluto (García et al., 2018)

2.4.2. Concentración de la solución osmótica.

A mayor concentración de soluto en la solución osmótica, aumentará la velocidad de salida de agua del producto. Sin embargo, concentraciones muy altas de soluto pueden causar que se forme una capa de este sobre la superficie de las frutas lo que dificultaría la pérdida de agua (Castillo et al, 2020).

2.4.3. Deshidratación osmótica en pescado.

Mediante vía húmeda, o también considerado como un proceso de deshidratación osmótica, DO, las muestras son inmersas en una solución hipertónica durante un tiempo establecido. En general se utilizan soluciones saturadas al 70 - 80 % en sal. Durante la inmersión de las piezas, la concentración de la salmuera disminuye con el tiempo de salado, debido a los flujos de agua y solutos generados por el proceso de deshidratación osmótica de la matriz del pescado. Para controlar el nivel de concentración de la solución hipertónica, se utilizan en general relaciones de salmuera a pescado superior a 1:1 en peso, asegurándose así una concentración constante y un producto final uniforme en contenido de sal y humedad (Codex Alimentarius 1983). Sin embargo, dada la importancia en el consumo de alimentos con bajo contenido en sodio existe una tendencia a que las soluciones utilizadas sean menos saturadas (Pigott y Tucker 1990).

La ganancia y distribución de la sal en el músculo de pescado dependerá del método de salazón aplicado, como también del estado de rigor del filete, del contenido lipídico de la especie pesquera, del espesor de las 20 muestras, de la relación pescado/solución, la composición de la mezcla de solutos como agentes deshidratantes, el tiempo y la temperatura, entre otros factores (Martínez et al. 2012).

Durante el proceso de salado se generan dos flujos de masa simultáneos y opuestos dentro de la matriz del pescado: difusión de solutos hacia el músculo y pérdida de agua desde el músculo (Barat et al. 2002). Estos procesos de transferencia de masa ocurren como consecuencia de las diferencias de presión osmótica dentro de las células musculares y fuera de ellas (agente de salado) (Cespedes & Vitaliano, 2018).

III. MATERIALES Y METODOS

3.1. UBICACIÓN

Para cumplir con los objetivos del trabajo de investigación este se llevó a cabo en dos fases:

3.1.1. Etapa de producción

Se desarrolló en la Universidad Nacional de Ucayali, en los ambientes de laboratorio de Ingeniería Agroindustrial, ubicado en la margen izquierda de la Carretera Federico Basadre Km 6.200, en la ciudad de Pucallpa, Provincia de Coronel Portillo, departamento de Ucayali, a una de latitud sur 8°23'S, longitud Oeste 74°33'O" y altitud 156 msnm. En esta etapa se realizó el procesamiento del boquichico osmodeshidratado.

3.1.2. Etapa de laboratorio

Se desarrolló en la Universidad Nacional de Ucayali, en el laboratorio de química, laboratorio de suelos y laboratorio de Transformación Química Forestal, ubicada en el Km 6.200, Carretera Federico Basadre en la ciudad de Pucallpa. Esta etapa se realizó los análisis fisicoquímicos y organolépticos a las muestras en estudio.

3.2. PERIODO DEL PROYECTO

Para cumplir con los objetivos del trabajo de investigación la fase experimental tuvo una duración de 4 meses donde se realizó la aplicación de los tratamientos y los análisis.

3.3. POBLACIÓN Y MUESTRA

La población considerada para el presente estudio fue la producción correspondiente a 710.37 toneladas de pescado boquichico del puerto malecón Grau de Pucallpa. La muestra que se obtuvo para el presente trabajo de investigación fue de 15 Kg de pescado boquichico, dividido en 3 tratamientos.

3.4. EQUIPOS, MATERIALES Y REACTIVOS

3.4.1. Materia prima

La especie de pescado que se utilizó para la investigación fue el boquichico (*Prochilodus Nigricans A.*), donde se seleccionó a los mejores especímenes, luego estos se llevaron al laboratorio para prepararlos según los tratamientos en estudio.

3.4.2. Materiales y equipos de producción

Los materiales y equipos utilizados en la presente investigación fueron los siguientes: Mesa de fileteo de acero inoxidable, cuchillos, recipientes de plástico para el lavado de los pescados, recipientes de plástico para la solución osmótica, recipientes de plástico para cada tratamiento, rejillas de acero, bolsas de polietileno de alta densidad, espátulas de acero inoxidable, cucharas de acero inoxidable, fuentes de acero inoxidable, jarras de 1L, crisoles, balón Kjeldahl, digestor Kjeldahl, tubo de destilación, matraz Erlenmeyer, pinza, balones de extracción, papel de filtro.

3.4.3. Insumos

El insumo que se utilizó en el proceso de deshidratación osmótica del boquichico fue el NaCl (Sal industrial).

3.4.4. Equipos

Los equipos que se utilizaron en el proceso de deshidratación osmótica del boquichico fueron balanza analítica, balanza digital de plataforma, selladora al vacío, secador de cabina, termómetro, balanza semi-analítica y estufa.

3.4.5. Reactivos

Los reactivos empleados para los análisis en el proceso de deshidratación osmótica del boquichico fue el ácido sulfúrico 0.05N, hidróxido de sodio al 40%, solución de ácido bórico, solución mixta de rojo metilo.

3.4.6. Indumentaria.

La indumentaria que se utilizó en el proceso de deshidratación osmótica del boquichico fue: Mandil (Guardapolvo), guantes de látex, cofia, mascarilla, botas, mascarillas, etc.

3.4.7. Materiales de limpieza.

Los materiales utilizados en el proceso de deshidratación osmótica del boquichico fueron: Detergente, hipoclorito de sodio, desinfectante industrial, pañuelos desechables.

3.5. METODOLOGÍA PARA ELABORAR BOQUICHICO DESHIDRATADO OSMOTICAMENTE.

La deshidratación osmótica de boquichico se desarrolló de acuerdo al diagrama de flujo obtenido de trabajos de investigaciones, la descripción de proceso se detalla a continuación:

- **Recepción:** Se recibieron los pescados (boquichico) en cajas de tecnopor, obtenidos directamente del puerto del malecón Grau.
- **Selección y clasificación:** Se seleccionaron los pescados de acuerdo al peso (peso promedio de 300 gr), tamaño (longitud promedio de 30 a 35 cm) y se clasificó de acuerdo a la caracterización físico-organoléptico (baremo de clasificación del índice de frescura del pescado), para verificar el estado de frescura tanto como la textura, color, aroma, aspecto en general del pescado, ya que estos factores influyen en la calidad del producto final.
- **Pesado:** Los pescados a procesar fue de 12 kg donde se utilizó una balanza digital con plataforma, para calcular el rendimiento y posteriormente los costos de producción.
- **Lavado y desinfectado:** Los pescados llegaron con una flora natural de bacterias provenientes del río, una vez pesados se procedió a realizar un lavado con agua fría en forma manual y bajo fricción para remover cualquier tipo de impureza y cuerpos extraños, luego se sumergió en una solución de

hipoclorito de sodio y agua a una concentración de 1.0 ppm, por 2 min para inactivar la carga microbiana.

- **Seccionado:** Se realizó primero la descamación y luego un corte por la parte dorsal, desechándose cabeza, vísceras, hueveras, columna y costillas, con un espesor promedio de 2 cm.

- **Lavado y desinfectado II:** Consistió en eliminar los restos de venas, vísceras y de materias extrañas a la naturaleza de la especie y un lavado rápido con una solución hipoclorito de sodio a 1.0 ppm a fin de detener resto de las bacterias.

- **Pesado II:** Se realizó con el fin de conocer el peso inicial de las muestras al iniciar la deshidratación osmótica, en esta operación se utilizó pescados con un peso promedio 163 gr a 168 gr.

- **Osmodeshidratado:** Se realizó la deshidratación osmótica con una solución osmodeshidratante para ello se utilizó cloruro de sodio (sal industrial) y esta fue diluida en agua, hasta llegar a las concentraciones que se consideran en el experimento 14%, 20% y 26%, luego los pescados fueron sumergidos en esta solución osmótica con una relación de 1:10 (pescado: salmuera), para cada tratamiento.

La deshidratación osmótica se efectuó a temperatura de ambiente (25°C a 30°C), durante esta operación se realizó el control de los pesos del boquichico para determinar la pérdida de agua, luego se realizó la medición del cloruro de sodio de la salmuera de forma indirecta, para determinar la ganancia de sólidos en el musculo del pescado y después se determinó la humedad del musculo del pescado por el método de estufa; los datos fueron medidos en tiempos, cada 1 hora ; por un tiempo total de 6 horas de deshidratación osmótica.

- **Ecurrido:** Terminado el proceso de deshidratación osmótico, dejamos escurrir por 3 min y luego secamos la superficie con papel toalla para su posterior tratamiento.

- **Secado:** Se realizó haciendo uso de un secador de cabina a una temperatura de 65° C por tiempo de 8 horas.
- **Envasado:** Se envasó en bolsas de polietileno de alta densidad, para luego sellarlo al vacío.
- **Almacenado:** Se almacenó en un ambiente con condiciones adecuadas de higiene a temperatura ambiente (25°- 30°).



Figura 01. Diagrama de flujo de la deshidratación osmótica de boquichico.

3.6. MÉTODOS ANALÍTICOS

La metodología que se utilizó para evaluar las características organolépticas, características fisicoquímicas y microbiológicas de boquichico osmodeshidratado fueron las siguientes:

3.6.1. Análisis organoléptico del pescado osmodeshidratado

Los análisis sensoriales se realizaron en el laboratorio de suelos, con un panel sensorial no entrenado, con estudiantes de Ingeniería agroindustrial. El análisis sensorial del boquichico osmodeshidratado se realizó en una presentación de **pango de boquichico**, con un total de 25 personas en el cual se utilizaron cartillas de escala hedónica (Likert) de 5 puntos cuyo objeto de estudio fue el **olor, color, sabor, aroma, impacto de sal, textura y agrado en general del “boquichico osmodeshidratado”**; Los resultados de este análisis se evaluaron estadísticamente según la ecuación matemática de Friedman.

3.6.2. Análisis fisicoquímico del pescado osmodeshidratado.

El Análisis fisicoquímico que se realizó al boquichico deshidratado osmóticamente fue el análisis de humedad mediante el Método A.O.A.C. Ver anexo 2

3.6.3. Análisis microbiológico del pescado osmodeshidratado.

Este análisis se realizó al mejor tratamiento en estudio, se desarrolló de acuerdo al procedimiento de la NTS N°071-MINSA/DIGESA-V.01. Estos análisis microbiológicos se realizaron para determinar si existe el crecimiento aerobio mesofilos, salmonella sp. y enterobacterias en el “boquichico osmodeshidratado”. Las muestras fueron enviadas al laboratorio microbiológico especializado en análisis de aguas y alimentos (Natura Analítica SAC). Se efectuaron mediante la metodología: Preparación y disolución de la muestra de alimento (MINISTERIO DE SALUD 2008). Ver anexo 3

3.7. DISEÑO ESTADÍSTICO DE LA INVESTIGACIÓN

En el presente trabajo de investigación se empleó un diseño completamente al azar (DCA), con 3 tratamientos y 3 repeticiones que hace un total de 9 unidades experimentales, y fueron procesados el programa de SPSS.

Modelo matemático: $Y_{ij} = \mu + T_i + e_{ij}$

Y_{ij} = Variable respuesta de la ij-esima unidad experimental

μ = Media general de la variable respuesta

T_i = Efecto de i-esimo tratamiento (nivel del factor) en la variable independiente

e_{ij} = Error experimental asociado a la ij-esima unidad experimental.

3.7.1. Pruebas paramétricas.

Se aplicó un diseño completamente al azar (DCA), con 3 tratamientos y 3 repeticiones que hacen un total de 9 unidades experimentales.

Factores de estudio

Los factores en estudio de acuerdo a los tratamientos son:

- T_1 = Solución a 14% de cloruro de sodio
- T_2 = Solución a 20% de cloruro de sodio
- T_3 = Solución a 26% de cloruro de sodio

Tabla 03. Distribución de los tratamientos en estudio.

R/T	Tratamientos		
	T_1 (14%NaCl)	T_2 (20%NaCl)	T_3 (26%NaCl)
R_1	$R_1 T_1$	$R_1 T_2$	$R_1 T_3$
R_2	$R_2 T_1$	$R_2 T_2$	$R_2 T_3$
R_3	$R_3 T_1$	$R_3 T_2$	$R_3 T_3$

R: Repeticiones, T: Tratamientos

Tabla 04. Cuadro de análisis de varianza del boquichico osmodeshidratado.

FV	GL
Tratamientos	2
Error	6
Total	8

FV: Fuente de variación, GL: Grados de libertad

Para determinar la disposición de los promedios y encontrar las diferencias significativas en el estudio, se utilizó la prueba de promedio de Tukey ($P \leq 0.05$).

3.7.2. Pruebas no paramétricas.

Para la prueba no paramétrica se utilizó el modelo matemático de FRIEDMAN, cuya ecuación se describe a continuación.

$$S = \frac{12}{nk(k+1)} [\sum_{j=1}^k R_j^2] - 3n(k+1)$$

Donde:

k: N° tratamientos.

n: N° panelistas.

R: Suma de rangos del j-ésimo tratamiento.

El número total de panelistas necesarios para la prueba fue de 25 personas, quienes evaluaron sensorialmente los tres tratamientos en estudio.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. CINÉTICA DE DESHIDRATACIÓN OSMÓTICA DEL BOQUICHICO (*Prochilodus nigricans* A.).

4.1.1. Pérdida de peso por deshidratación osmótica del boquichico (*Prochilodus nigricans* A.), durante 6 horas.

Sometidos los datos a un análisis ANOVA de la pérdida de peso final por deshidratación osmótica del boquichico (*Prochilodus nigricans* A.), durante 6 horas, tal como se observa en el Cuadro 12A, se puede demostrar que existe diferencias altamente significativas entre los tratamientos, siendo el coeficiente de variabilidad de 3.2%, el cual nos indica una mayor concentración de los datos, es decir, que el índice de dispersión es adecuado para efectuar comparaciones entre las distintas muestras. Asimismo, el coeficiente de determinación $R^2 = 0.9503$, esto nos indica que el 95.03% de los valores de la variable es explicada como efecto de los tratamientos y el 4.97% corresponden a otros factores inherentes a las condiciones del experimento.

Tabla 05. Fluctuación del peso del boquichico por deshidratación osmótica del boquichico (*Prochilodus nigricans* A.), durante 6 horas.

Tratamientos	Pérdida de peso en gramos por hora						
	0	1	2	3	4	5	6
T ₁ (14%NaCl)	163.63	162.63	161.93	161.47	161.37	161.27	161.27
T ₂ (20%NaCl)	163.90	158.13	155.13	153.63	152.30	150.87	150.60
T ₃ (26%NaCl)	167.20	150.47	143.57	139.03	136.20	134.33	132.60

En la tabla anterior se observa la cinética de deshidratación osmótica del boquichico según tratamientos, la fluctuación del peso varía según los tratamientos, el T₃ (26% de NaCl en agua, relación de Pescado Salmuera 1:10), presento el mayor peso inicial con 167.20 gramos, durante la primera hora presento una pérdida de peso con 150.47 gramos, durante la segunda hora presento un peso de 143.47 gramos, durante la tercera hora presento un peso

de 139.03 gramos, para la cuarta hora 136.20 gramos, durante la quinta y sexta hora no presentaron una menor fluctuación en su peso con 134.33 y 132.60 respectivamente, el T₂ (20% de NaCl en agua, relación de Pescado Salmuera 1:10), presento un peso inicial intermedio con 163.90 gramos, durante la primera hora presento un peso inferior con 158.13 gramos, durante la segunda hora presento un peso de 155.13 gramos, durante la tercera hora presento un peso de 153.63 gramos, para la cuarta hora 152.30 gramos, durante la quinta y sexta hora no presentaron una menor fluctuación en su peso con 150.87 y 150.60 respectivamente, y finalmente el T₁ (14% de NaCl en agua, relación de Pescado Salmuera 1:10), presento la menor pérdida de peso durante el tiempo de exposición a esta solución con un peso inicial de 163.63 gramos, durante la primera hora presento una pérdida de peso con 162.63 gramos, durante la segunda, tercera, cuarta y quinta hora y sexta hora no se presentó una variación significativa del peso con 161.93 a las dos horas y un peso final de 161.27 gramos a las seis horas.

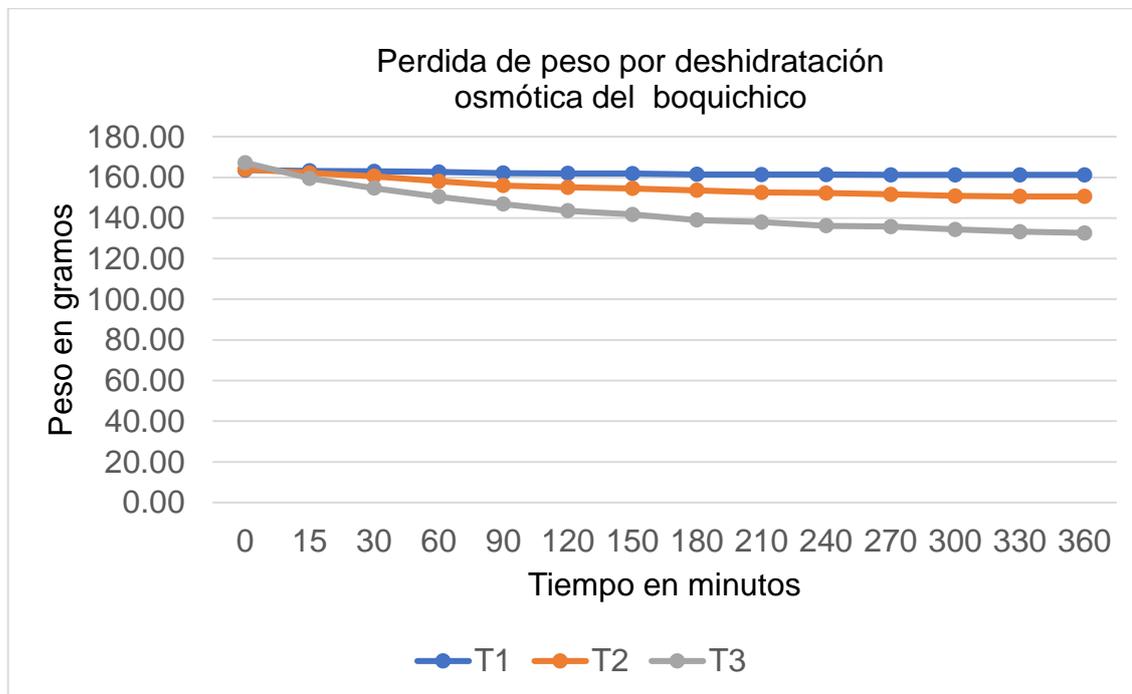


Figura 02. Variación del peso del boquichico por deshidratación osmótica (*Prochilodus nigricans* A.), durante 6 horas.

Tabla 06. Peso inicial, final y pérdida de peso por deshidratación osmótica del boquichico (*Prochilodus nigricans* A.), según la prueba de promedio de Tukey durante 6 horas.

Tratamientos	Peso en gramos		
	Peso inicial (g).	Peso final (g).	Pérdida de peso (g).
T₃ (26%NaCl)	167.20 a	132.60 c	34.60 a
T₂ (20%NaCl)	163.90 a	150.60 b	13.30 b
T₁ (14%NaCl)	163.63 a	161.27 a	2.37 c

Sometidos los datos a un análisis ANOVA de la pérdida de peso por deshidratación osmótica del boquichico (*Prochilodus nigricans* A.), durante 6 horas, tal como se observa en el Cuadro 13A, se pudo demostrar que existe diferencias altamente significativas entre los tratamientos, siendo el coeficiente de variabilidad de 2.86%, el cual nos indica una mayor concentración de los datos, es decir, que el índice de dispersión es adecuado para efectuar comparaciones entre las distintas muestras. Asimismo, el coeficiente de determinación $R^2 = 0.9704$, esto nos indica que el 97.04% de los valores de la variable es explicada como efecto de los tratamientos y el 2.96% corresponden a otros factores inherentes a las condiciones del experimento, estos valores relacionados a la pérdida de peso son similares a los encontrados por (Chávez 2019).

En relación al peso inicial, final y pérdida de peso por deshidratación osmótica del boquichico (*Prochilodus nigricans* A.), se pudo determinar que el T₃ (26% de NaCl en agua, relación de Pescado Salmuera 1:10), quien presento la mayor pérdida de peso según la prueba de promedio de Tukey con 34.60 gramos de peso, seguido del T₂ (20% de NaCl en agua, relación de Pescado Salmuera 1:10), quien presento una pérdida de peso de 13.30 gramos, el T₁ (14% de NaCl en agua, relación de Pescado Salmuera 1:10), presento la menor pérdida de peso con solo 2.37 gramos durante seis horas. Es claro notar que a los 10 minutos de iniciado el proceso, la fracción alcanza un valor de 0.016,

continuando la pérdida de peso hasta un valor de 0.2695 a los 230 minutos de iniciada la deshidratación. Con estos resultados se puede afirmar que la pérdida de peso se intensifica al aumentar el tiempo de deshidratación (López 2017). La cinética de secado ocurre en el periodo de secado decreciente y la difusión es los mecanismos que gobierna el movimiento de la humedad; Los filetes de Pejerrey en el proceso de Deshidratación Osmótica para las concentraciones de 22, 26 y 30% de NaCl se obtuvo como coeficiente de Determinación fueron de 0,97; 0,98 y 0,96; valores hacen precisar que no existe diferencia entre los tratamientos de la deshidratación osmótica de los Filetes de Pejerrey (Roca 2014).

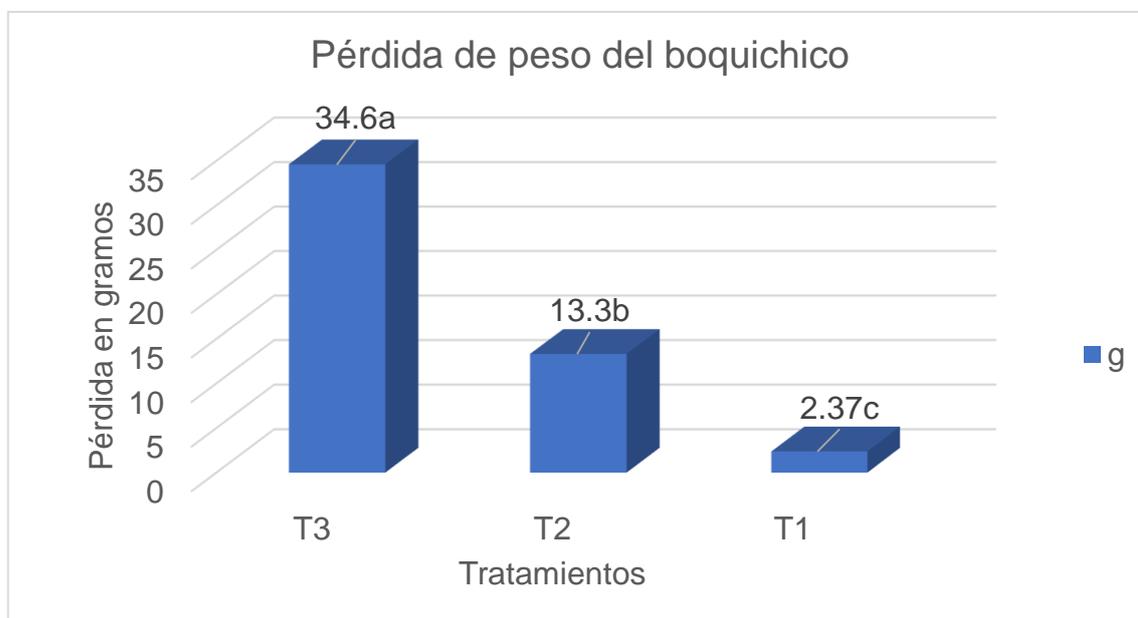


Figura 03. Pérdida de peso del boquichico por deshidratación osmótica del boquichico (*Prochilodus nigricans* A.), durante 6 horas.

4.1.2. Contenido de salmuera por deshidratación osmótica del boquichico (*Prochilodus nigricans* A.), durante 6 horas

Sometidos los datos a un análisis ANOVA del contenido de salmuera por deshidratación osmótica del boquichico (*Prochilodus nigricans* A.), durante 6 horas, tal como se observa en el Cuadro 14A, se puede demostrar que existe diferencias altamente significativas entre los tratamientos, siendo el coeficiente de variabilidad de 5.42%, el cual nos indica una mayor concentración

de los datos, es decir, que el índice de dispersión es adecuado para efectuar comparaciones entre las distintas muestras. Asimismo, el coeficiente de determinación $R^2 = 0.9849$, esto nos indica que el 98.49% de los valores de la variable es explicada como efecto de los tratamientos y el 1.51% corresponden a otros factores inherentes a las condiciones del experimento.

Tabla 07. Variación del contenido de salmuera por deshidratación osmótica del boquichico (*Prochilodus nigricans* A.), durante 6 horas.

Tratamientos	Peso de las salmueras en gramos por hora.						
	0	1	2	3	4	5	6
T ₁	23.33	23.31	23.30	23.29	23.29	23.29	23.28
T ₂	23.79	23.74	23.72	23.72	23.71	23.69	23.65
T ₃	24.37	24.31	24.29	24.27	24.26	24.24	24.16

Las evaluaciones del contenido de salmuera por deshidratación osmótica del boquichico (*Prochilodus nigricans* A.), del T₁ (14% de NaCl en agua, relación de Pescado Salmuera 1:10), demostraron una variación de su peso en el tiempo el peso inicial en la hora cero fue de 23.33 gramos, durante las 1, 2, 3,4, 5 y 6 hora, solo se presentó la variación fue mínima obteniendo un peso final de 23.28 gramos, el T₂ (20% de NaCl en agua, relación de Pescado Salmuera 1:10), presento una mayor variación del peso iniciando en la hora cero con 23.79 gramos, durante las 1, 2, 3,4, 5 y 6 hora, solo se presentó la variación fue mínima obteniendo un peso final de 23.65 gramos, el T₃ (26% de NaCl en agua, relación de Pescado Salmuera 1:10), presento una variación más significativa iniciando con un peso de 24.37 gramos, durante las 1, 2, 3,4, 5 y 6 hora, solo se presentó un peso final de 24.16 gramos tal como se observó en el cuadro anterior.

El procedimiento se realizó durante 6 horas a presión atmosférica, en recipientes plásticos de 1.5 litros de capacidad, cada una hora se realizaron seguimientos al peso de la muestra de filete, para determinar la transferencia de masa del proceso en variables de respuesta como pérdida de agua, ganancia de

sólidos y pérdida de peso, en las primeras cuatro horas, la solución de mayor poder osmodeshidratante fue la solución salina con 20° Brix y el de menor poder fue la solución salina con 10° Brix y así se conservaría la tendencia hasta el final de la experimentación, indicando que la velocidad de deshidratación es más pronunciada en el rango comprendido entre las cinco y seis primeras horas (Álvarez 2013).

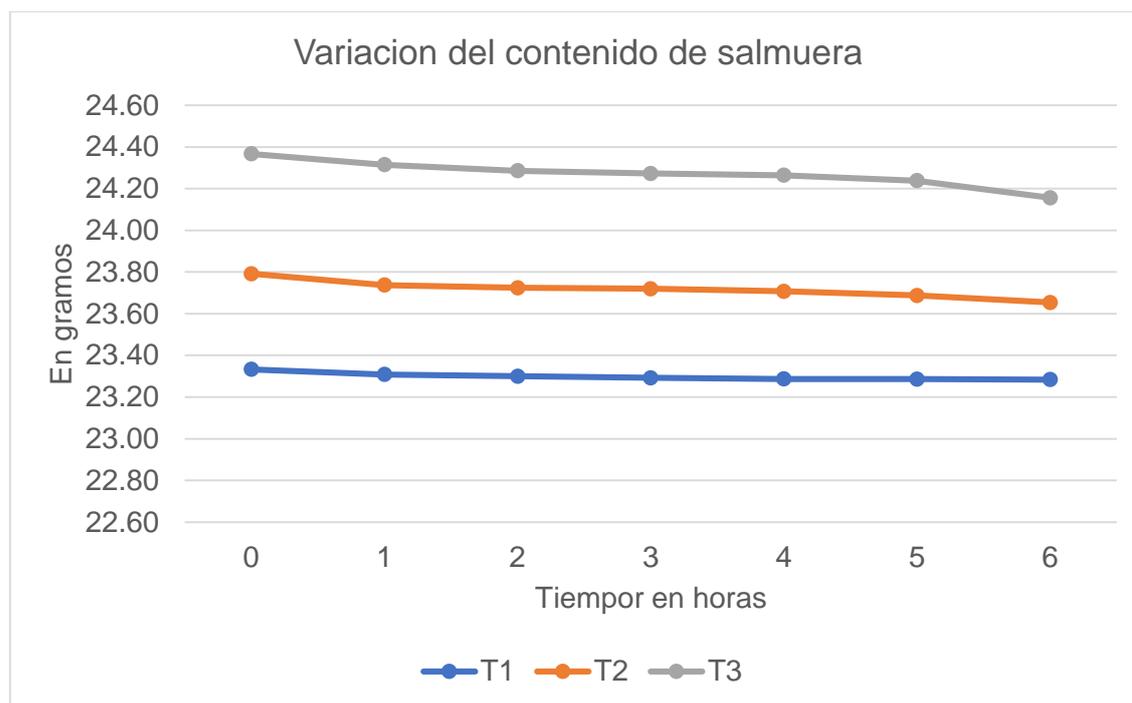


Figura 04. Fluctuación del contenido de salmuera del boquichico por deshidratación osmótica del boquichico (*Prochilodus nigricans* A.), durante 6 horas.

4.1.3. Ganancia de sal (NaCl) del boquichico (*Prochilodus nigricans* A.), sometido a deshidratación osmótica durante 6 horas

Sometidos los datos a un análisis ANOVA de la ganancia total de sal en muestra y por tratamiento sometida a deshidratación osmótica del boquichico (*Prochilodus nigricans* A.), durante 6 horas, tal como se observa en el Cuadro 15A, se puede demostrar que existe diferencias altamente significativas entre los tratamientos, siendo el coeficiente de variabilidad de 1.83%, el cual nos indica una mayor concentración de los datos, es decir, que el

índice de dispersión es adecuado para efectuar comparaciones entre las distintas muestras. Asimismo, el coeficiente de determinación $R^2 = 0.9999$, esto nos indica que el 99.99% de los valores de la variable es explicada como efecto de los tratamientos y el 0.01% corresponden a otros factores inherentes a las condiciones del experimento.

Tabla 08. Ganancia total de sal en muestra y por tratamiento sometida a deshidratación osmótica del boquichico (*Prochilodus nigricans* A.), durante 6 horas.

Tratamientos	Ganancia de peso en gramos			
	Peso inicial	Peso final	Ganancia de sal (NaCl) en muestra en (g).	Ganancia total de sal (NaCl) en el musculo del pescado en (g).
T ₃	24.37	24.16	0.14 a	22.96 a
T ₂	23.79	23.65	0.11 b	17.49 b
T ₁	23.33	23.28	0.019 c	2.99 c

Los datos relacionados a ganancia total de sal en muestra y por tratamiento sometida a deshidratación osmótica del boquichico (*Prochilodus nigricans* A.), se pudo observar que el T₃ (26% de NaCl en agua, relación de Pescado Salmuera 1:10), presento la mayor ganancia de sal (NaCl) por muestra y por tratamiento, donde hubo una ganancia de 0.14 gramos en la muestra y 22.96 gramos por tratamiento, existiendo diferencias significativas con los demás tratamientos, el T₂ (20% de NaCl en agua, relación de Pescado Salmuera 1:10), presento una ganancia de sal por muestra de 0.11 gramos y 17.49 por tratamiento, el T₁ (14% de NaCl en agua, relación de Pescado Salmuera 1:10), presento la menor ganancia de sal por muestra y tratamiento con 0.019 gramos y 2.99 gramos por tratamiento.

Mariñas (2017), La concentración promedio de cloruro de sodio del filete de *Mustelus dorsalis* a las 8 horas de salado por deshidratación osmótica con pulsaciones de vacío fue de 14.6% y 15.0% para el primer y segundo ensayo, respectivamente; en tanto que la concentración de cloruro de sodio del filete por pila húmeda fue de 11.8% y 13.1% respectivamente; una

diferencia aproximada del 2.5% en promedio a las 24 h de salado, los valores se incrementaron desde 14.4% en valores más bajos hasta 16.8% (Mariñas 2017).

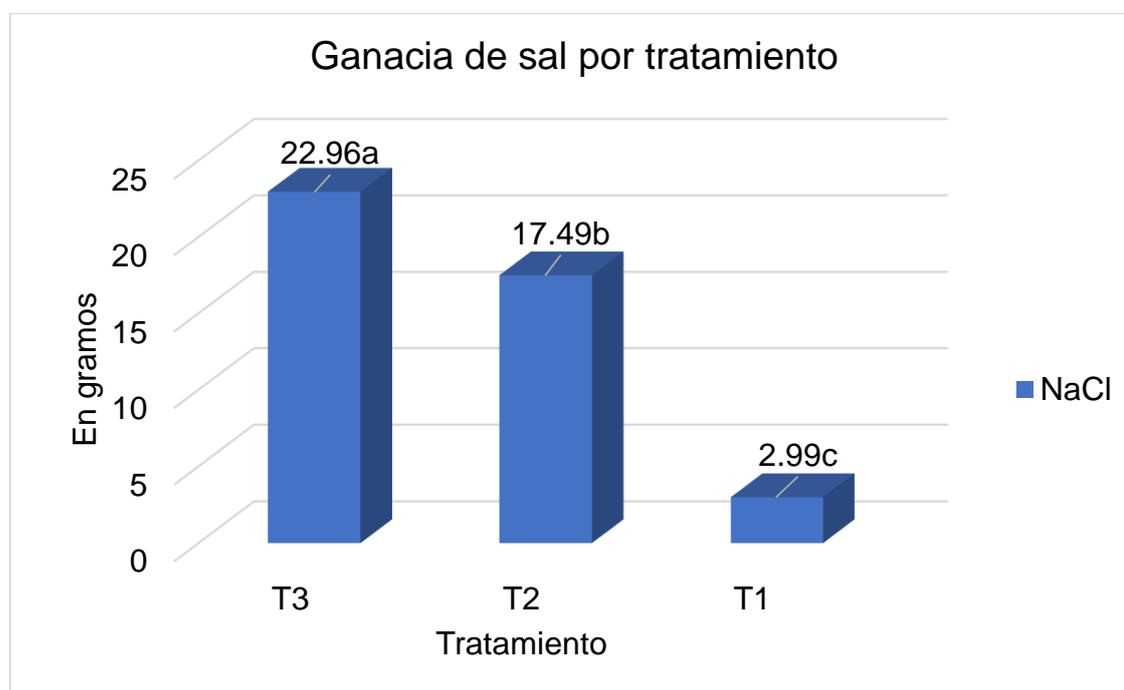


Figura 05. Ganancia de sal (NaCl) del boquichico (*Prochilodus nigricans* A.) por tratamiento sometido a deshidratación osmótica durante 6 horas.

4.1.4. Contenido de humedad del boquichico (*Prochilodus nigricans* A.), por deshidratación osmótica del durante 6 horas.

Sometidos los datos a un análisis ANOVA del contenido de humedad del boquichico (*Prochilodus nigricans* A.), sometido a deshidratación osmótica durante 6 horas, tal como se observa en el Cuadro 16A, se puede demostrar que existe diferencias altamente significativas entre los tratamientos, siendo el coeficiente de variabilidad de 4.856%, el cual nos indica una mayor concentración de los datos, es decir, que el índice de dispersión es adecuado para efectuar comparaciones entre las distintas muestras. Asimismo, el coeficiente de determinación $R^2 = 0.9227$, esto nos indica que el 92.27% de los valores de la variable es explicada como efecto de los tratamientos y el 7.73% corresponden a otros factores inherentes a las condiciones del experimento, durante la evaluación de la humedad de boquichico el coeficiente de variabilidad para humedad fue de 4.16% (Chávez 2019).

Tabla 09. Prueba de promedio de Tukey del contenido de humedad del boquichico (*Prochilodus nigricans* A.), sometido a deshidratación en tres tratamientos diferentes.

Tratamientos	Repeticiones	Contenido de humedad en (%)	Significancia
T ₁	3	78.86	a
T ₂	3	78.27	a
T ₃	3	75.70	b

En relación al contenido de humedad del boquichico (*Prochilodus nigricans* A.), sometido a deshidratación en tres tratamientos diferentes, se encontró diferencias significativas según la prueba de Tukey, donde el T₁ (14% de NaCl en agua, relación de Pescado Salmuera 1:10) y T₂ (20% de NaCl en agua, relación de Pescado Salmuera 1:10), con promedios de 78.86% y 78.27% no mostraron diferencias significativas entre ambos tratamientos, solo existiendo diferencias significativas con el T₃ (26% de NaCl en agua, relación de Pescado Salmuera 1:10), quien presento un promedio de 75.70, siendo este tratamiento el que menos humedad presento.

La humedad promedio del filete de *Mustelus dorsalis* a las 8 horas de salado por deshidratación osmótica con pulsaciones de vacío fue de 60.7% y 63.9% para el primer y segundo ensayo, respectivamente; en tanto que la humedad del filete por pila húmeda fue de 59.8% y 64.3%, respectivamente; una diferencia aproximada del 0.7 % en promedio, similares valores se obtuvieron a las 24 horas de salado (Mariñas 2017). Jara (2008), Los parámetros para la optimización del proceso de deshidratación osmótica del trozo de tubo de anchoveta fueron: temperatura de 5 a 7°C, concentración de la solución de 14 a 16% NaCl, relación solución-producto de 3 a 3.5 y un tiempo de 200 a 250 min, lo que permite obtener una concentración de 5.94 a 6.46% NaCl y 68.76 a 67.52% humedad dentro de los trozos de tubo de anchoveta. El mayor cambio de NaCl y agua de la solución al trozo de anchoveta se da en los primeros 75 minutos de iniciada el proceso de deshidratación osmótica (Jara 2008).

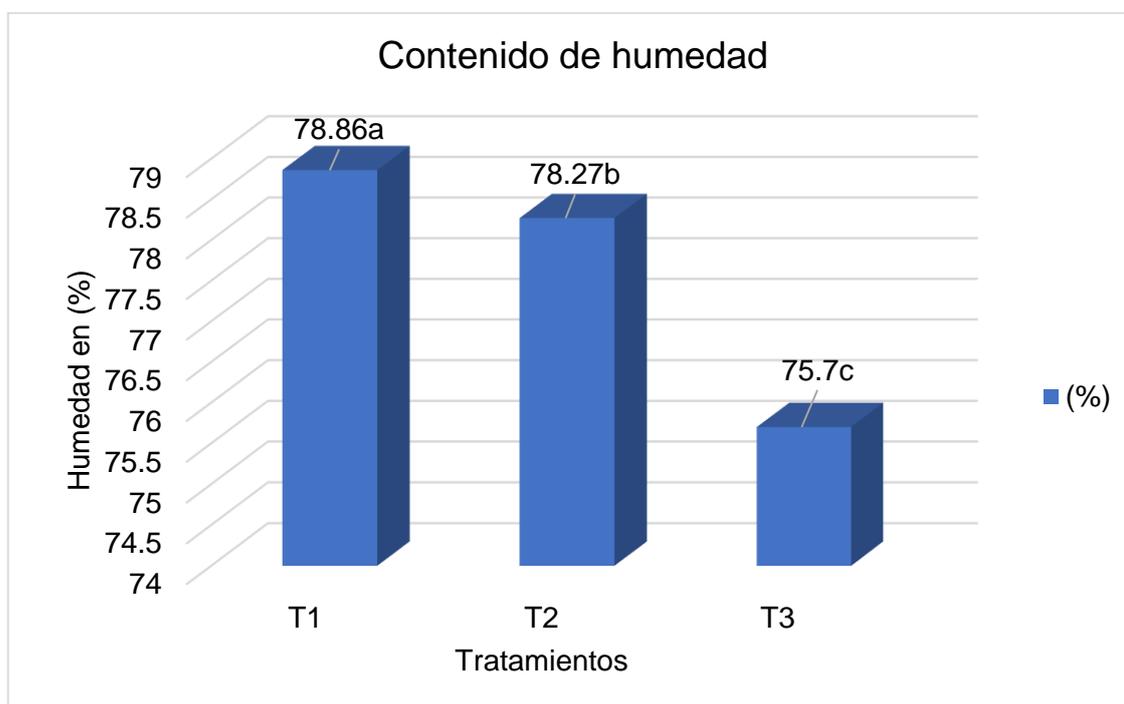


Figura 06. Contenido de humedad en el boquichico (*Prochilodus nigricans* A.) por tratamiento sometido a deshidratación osmótica durante 6 horas.

4.2. ANALISIS SENSORIAL DEL BOQUICHICO (*Prochilodus nigricans* A.), DESHIDRATADO OSMOTICAMENTE.

4.2.1. Análisis sensorial del aroma del boquichico (*Prochilodus nigricans* A.) deshidratado osmóticamente.

Para la prueba sensorial del aroma en boquichico (*Prochilodus nigricans* A.), deshidratado osmóticamente, se aplicó la prueba no paramétrica de Friedman a los resultados obtenidos en tres tratamientos, encontrándose diferencias significativas de <0.0001 menor a 0.05 donde el T₃ (26% de NaCl en agua, relación de Pescado Salmuera 1:10), y el T₁ (14% de NaCl en agua, relación de Pescado Salmuera 1:10), Presentaron mayores promedios con 3.64 y 3.60, seguido del T₂ (20% de NaCl en agua, relación de Pescado Salmuera 1:10), quien presento un promedio de 3.36 siendo este menor a los demás tratamientos en estudio.

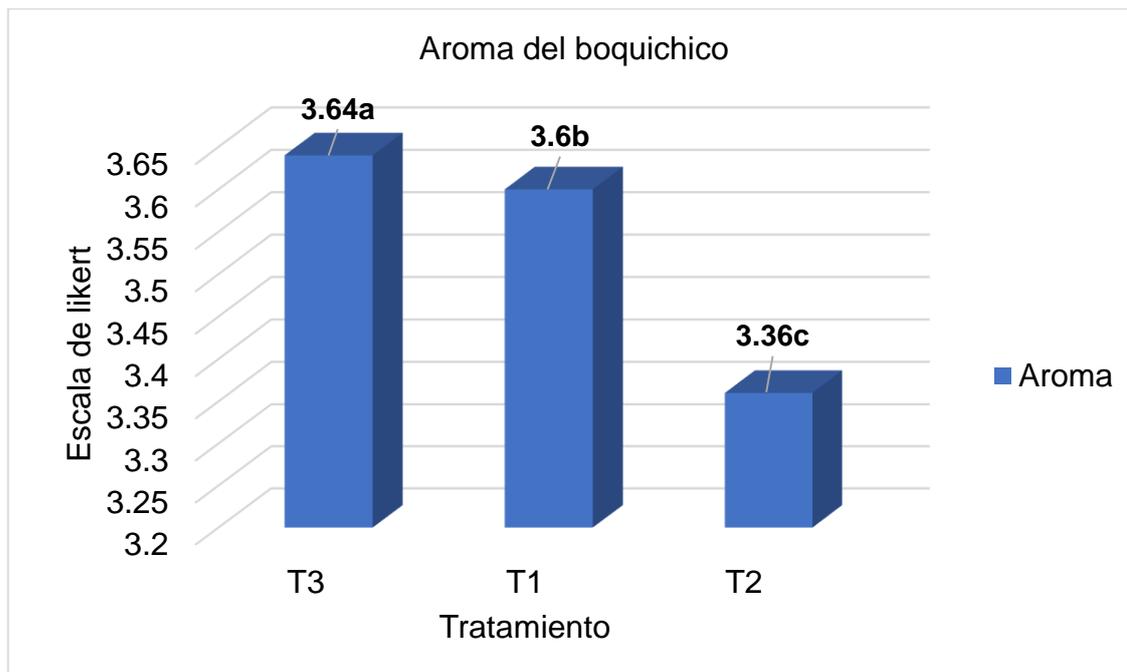


Figura 07. Prueba sensorial del aroma del boquichico (*Prochilodus nigricans A.*), deshidratado osmóticamente.

4.2.2. Análisis sensorial del color del boquichico (*Prochilodus nigricans A.*) deshidratado osmóticamente.

Para la prueba sensorial del color en boquichico (*Prochilodus nigricans A.*), deshidratado osmóticamente, se aplicó la prueba no paramétrica de Friedman a los resultados obtenidos en tres tratamientos, encontrándose diferencias significativas de <0.003 menor a 0.05 donde el T₁ (14% de NaCl en agua, relación de Pescado Salmuera 1:10), presento el mayor promedio con 3.64, seguido del T₂ (20% de NaCl en agua, relación de Pescado Salmuera 1:10), con 3.60, y finalmente el T₃ (26% de NaCl en agua, relación de Pescado Salmuera 1:10), presento el menor promedio existiendo diferencias significativas según la prueba de Friedman con un promedio de 3.52.

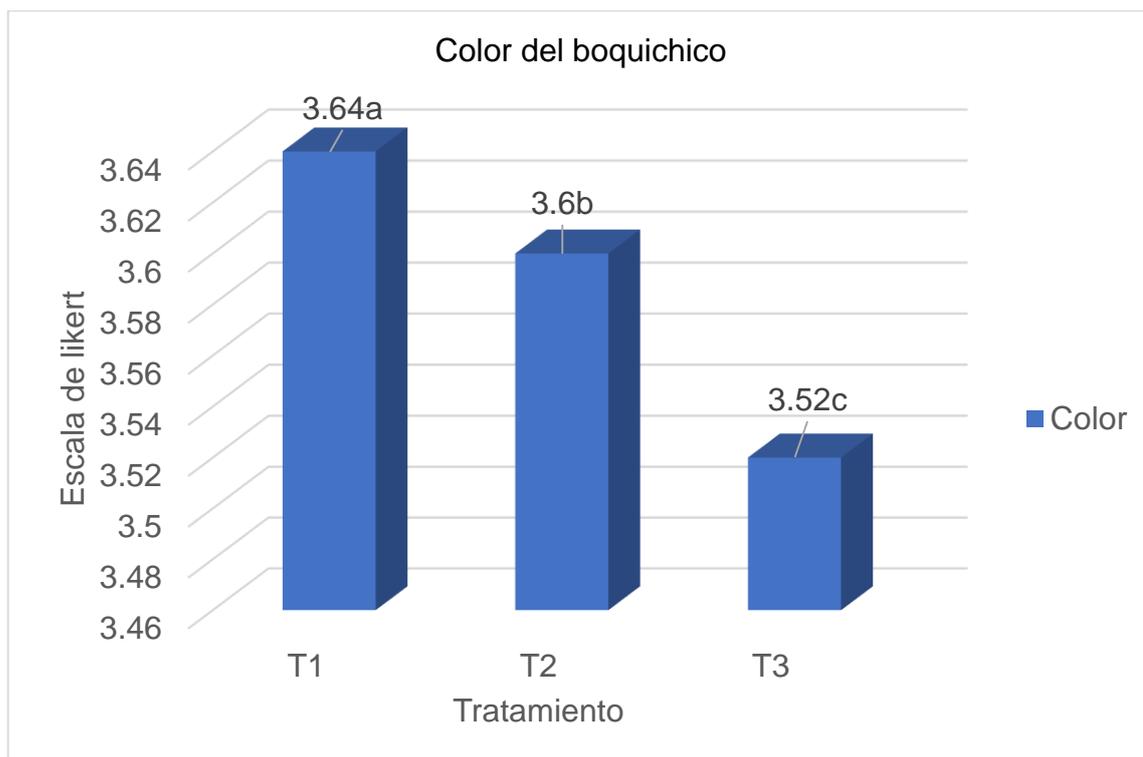


Figura 08. Prueba sensorial del color del boquichico (*Prochilodus nigricans* A.), deshidratado osmóticamente.

4.2.3. Análisis sensorial del sabor del boquichico (*Prochilodus nigricans* A.) deshidratado osmóticamente.

En cuanto a la prueba sensorial del sabor en boquichico (*Prochilodus nigricans* A.), deshidratado osmóticamente, se aplicó la prueba no paramétrica de Friedman a los resultados obtenidos en tres tratamientos, encontrándose diferencias significativas de <0.001 menor a 0.05 donde el T₂ (20% de NaCl en agua, relación de Pescado Salmuera 1:10) y el T₁ (14% de NaCl en agua, relación de Pescado Salmuera 1:10), no presentaron mucha diferencias en sus promedios con 3.53 y 3.51 respectivamente, seguido del T₃ (26% de NaCl en agua, relación de Pescado Salmuera 1:10), quien presento el menor promedio con 3.44 respectivamente.

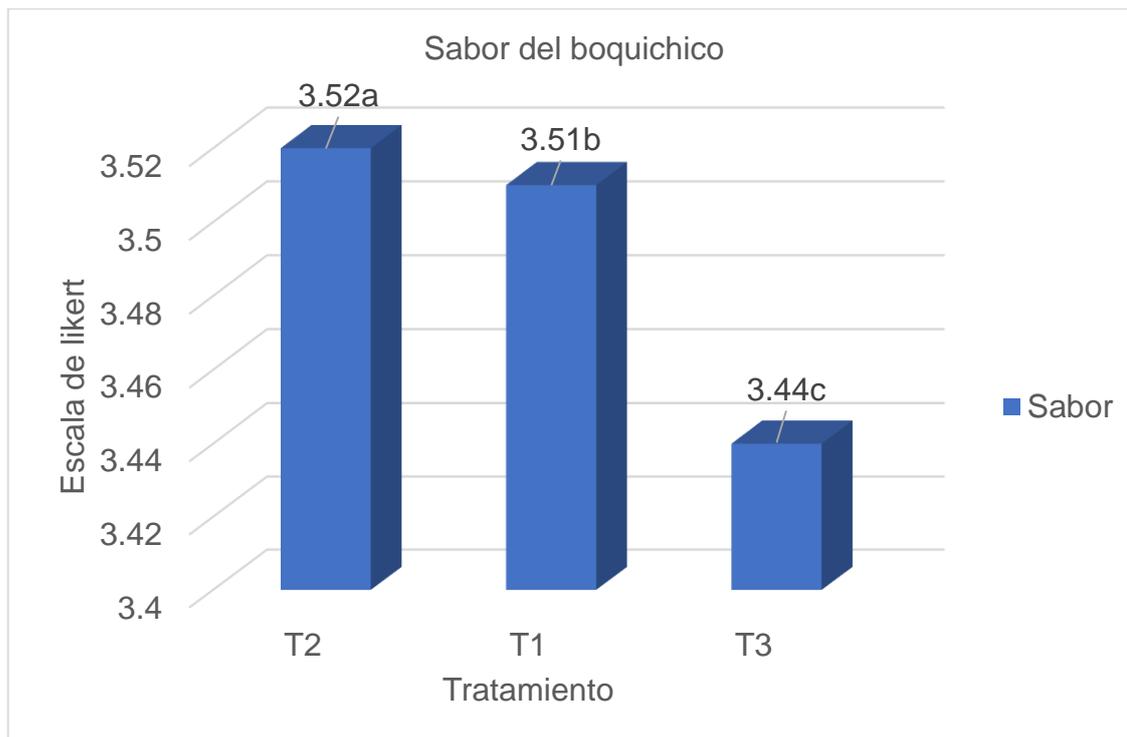


Figura 09. Prueba sensorial del sabor del boquichico (*Prochilodus nigricans A.*), deshidratado osmóticamente.

4.2.4. Análisis sensorial de la textura del boquichico (*Prochilodus nigricans A.*) deshidratado osmóticamente.

En cuanto a la prueba sensorial de la textura del boquichico (*Prochilodus nigricans A.*), deshidratado osmóticamente, se aplicó la prueba no paramétrica de Friedman a los resultados obtenidos en tres tratamientos, encontrándose diferencias significativas de <0.000 menor a 0.05 donde el T₂ (20% de NaCl en agua, relación de Pescado Salmuera 1:10), presento el mayor promedio con 3.48, seguido del T₁ (14% de NaCl en agua, relación de Pescado Salmuera 1:10), con un promedio de 3.44, y finalmente el T₃ (26% de NaCl en agua, relación de Pescado Salmuera 1:10), presento el menor promedio con 3.36

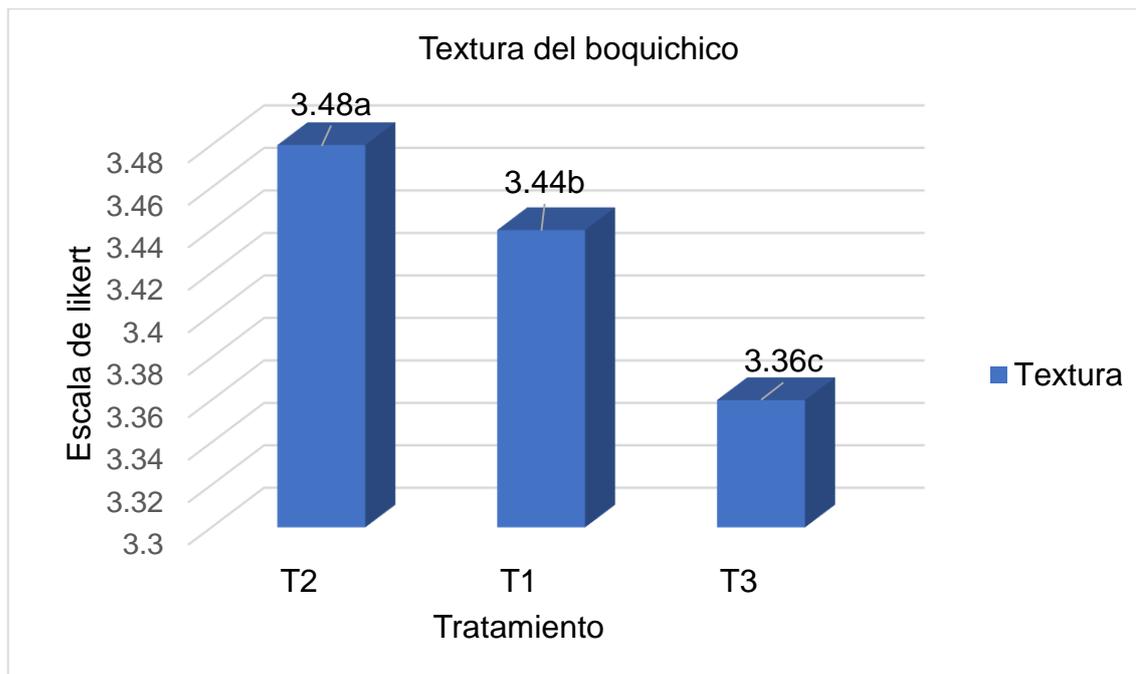


Figura 10. Prueba sensorial de la textura del boquichico (*Prochilodus nigricans* A.), deshidratado osmóticamente.

4.2.5. Análisis sensorial del sabor del impacto de la sal en boquichico (*Prochilodus nigricans* A.) deshidratado osmóticamente.

Según la prueba sensorial del impacto de la sal en boquichico (*Prochilodus nigricans* A.), deshidratado osmóticamente, se aplicó la prueba no paramétrica de Friedman a los resultados obtenidos en tres tratamientos, encontrándose diferencias significativas de <0.000 menor a 0.05 donde el T₁ (14% de NaCl en agua, relación de Pescado Salmuera 1:10), presentando un promedio de 3.68, seguido del T₃ (26% de NaCl en agua, relación de Pescado Salmuera 1:10), quien presento un promedio de 3.60, y finalmente el T₂ (26% de NaCl en agua, relación de Pescado Salmuera 1:10), quien presento un promedio de 3.44 siendo este el tratamiento con el menor promedio. El grado de satisfacción global de sal de la muestra, en donde el mayor porcentaje de aceptación es para la muestra 1 con una solución osmodeshidratante de cloruro de sodio de 10° Brix con un 63.4% de aceptación, seguida respectivamente de las muestras 2 con una solución osmodeshidratante de cloruro de sodio de 15° Brix y de la muestra 3 con una solución osmodeshidratante de cloruro de sodio

de 20° Brix con niveles de aceptación del 51.6% y del 35.7% respectivamente (Álvarez 2013).

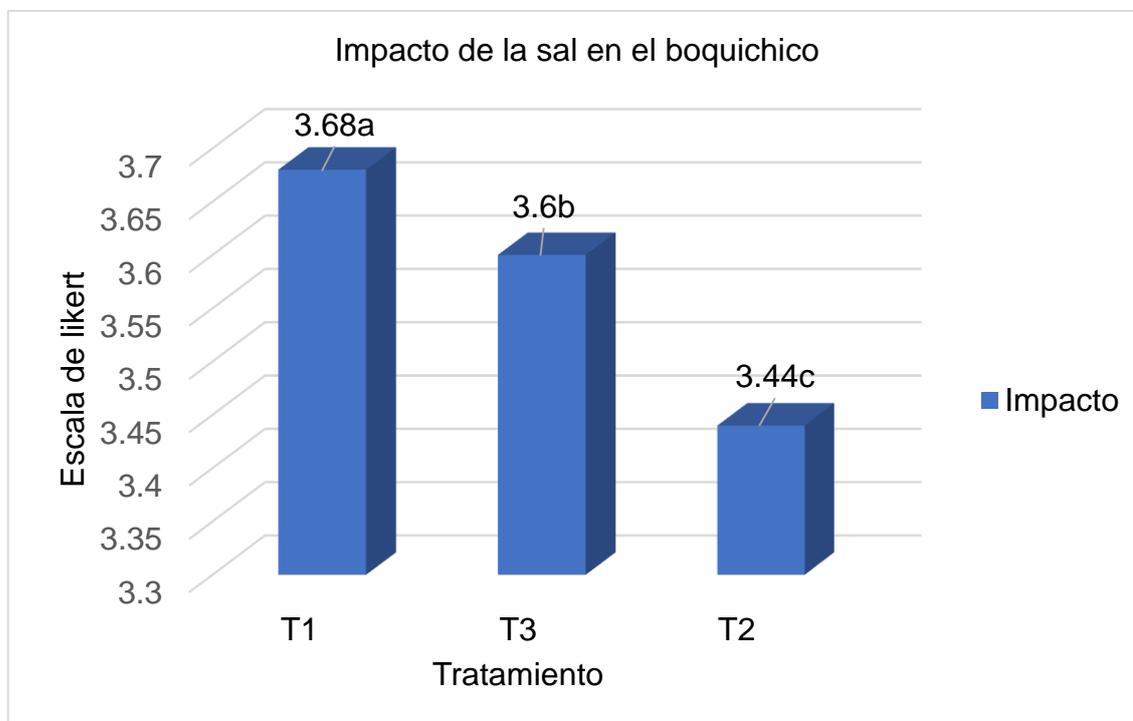


Figura 11. Prueba sensorial del impacto de la sal del boquichico (*Prochilodus nigricans* A.), deshidratado osmóticamente.

4.2.6. Análisis sensorial del agrado en general del boquichico (*Prochilodus nigricans* A.) deshidratado osmóticamente.

En cuanto a la prueba sensorial del agrado en general del boquichico (*Prochilodus nigricans* A.), deshidratado osmóticamente, se aplicó la prueba no paramétrica de Friedman a los resultados obtenidos en tres tratamientos, encontrándose diferencias significativas de <0.003 menor a 0.05 donde el T₁ (14% de NaCl en agua, relación de Pescado Salmuera 1:10), presento el menor promedio con 3.76, seguido del T₃ (26% de NaCl en agua, relación de Pescado Salmuera 1:10), con 3.68, y finalmente el T₂ (20% de NaCl en agua, relación de Pescado Salmuera 1:10), quien presentó un promedio menor a los anteriores tratamientos con 3.66. Se puede notar claramente que las muestras almacenadas a 0° y -2°C se diferencian de los demás tratamientos, siendo estos dos muy similares tanto en el análisis químico como en el análisis

sensorial, obteniendo en este último puntaje alrededor de 7 lo cual significa que las muestras gustan muchísimo a los panelistas (Ramírez 2014).

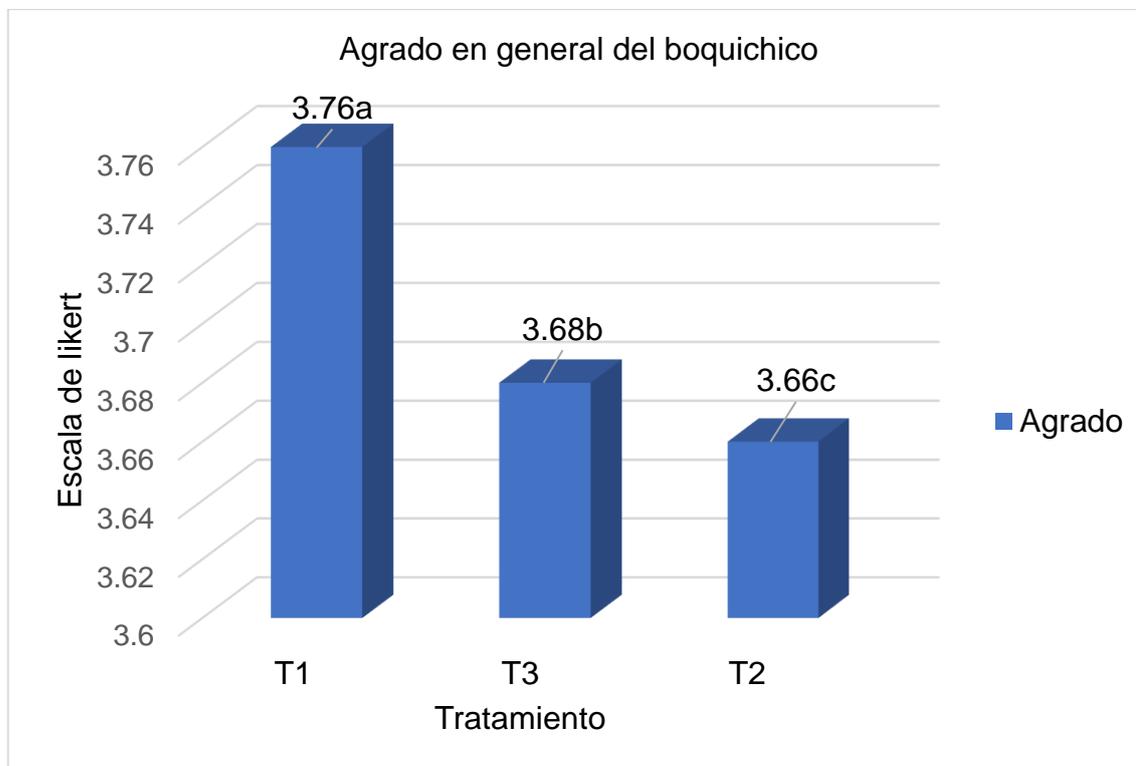


Figura 12. Prueba sensorial del agrado en general del boquichico (*Prochilodus nigricans*), deshidratado osmóticamente.

4.3. ANALISIS MICROBIOLÓGICO DEL BOQUICHICO (*Prochilodus nigricans* A.), DESHIDRATADO OSMOTICAMENTE

En relación a los resultados obtenidos del análisis microbiológico del boquichico (*Prochilodus nigricans* A.), sometido a deshidratación, se procedió a analizar la muestra del T₁ (14% de NaCl en agua, relación de Pescado Salmuera 1:10), quien presentó las mejores características organolépticas, donde se encontró que los niveles se encuentran dentro de los parámetros, ya que se encontró solo 3.0×10^1 UFC/g de muestra de Aerobios mesófilos, en cuanto a *Enterobacteriaceae* solo se encontraron 5.0×10^1 UFC/g de muestra, *Staphylococcus aureus* solo presento un promedio de 2.0×10^1 UFC/g de muestra, en el caso de *Salmonella* Sp. Se encontró ausencia de este en una muestra de 25 gramos. (Chávez, 2019), encontró presencia de aerobios

mesófilos de $4,0 \times 10^1$ UFC/g en promedio, la población de Enterobacteriaceae fue de $6,0 \times 10^1$ UFC/g en promedio, Staphylococcus aureus nos permitió determinar la presencia de <10 UFC/g en promedio, nivel que indica que es relativamente bajo, ya que el límite máximo tolerable es de 10^2 UFC/g.

Tabla 10. Resultado del análisis microbiológico del boquichico (*Prochilodus nigricans* A.), sometido a deshidratación en tres tratamientos diferentes.

AGENTE MICROBIANO	UNIDADES	RESULTADO	Limite por g.	
			M	M
Aerobios mesófilos	UFC/g	3.0×10^1	10	100^3
Enterobacteriaceae	UFC/g	5.0×10^1	10	100^3
Staphylococcus aureus	UFC/g	2.0×10^1	10	100^2
Salmonella Sp.	...	Ausencia	Ausencia/ 25 g	

V. CONCLUSIONES

En los resultados de la “Evaluación de la cinética de deshidratación osmótica de boquichico (*Prochilodus nigricans* A.), con diferentes concentraciones de cloruro de sodio, en Ucayali”, se llegó a las siguientes conclusiones.

- En cuanto a la cinética de deshidratación osmótica de boquichico (*Prochilodus nigricans* A.), se determinó que el tratamiento T₃ (26% de NaCl en agua, relación de Pescado Salmuera 1:10), presentó la mayor pérdida de peso en gramos, seguido del T₂ (20% de NaCl en agua, relación de Pescado Salmuera 1:10), y el T₁ (14% de NaCl en agua, relación de Pescado Salmuera 1:10), quienes presentaron pérdidas menores en gramos al final de las evaluaciones.

- El boquichico (*Prochilodus nigricans* A.), deshidratado osmóticamente durante seis horas, presentó una ganancia de sal en gramos siendo el T₃ (26% de NaCl en agua, relación de Pescado Salmuera 1:10), el tratamiento que presentó la mayor ganancia de sal (NaCl) en gramos por muestra, siendo el T₁ (14% de NaCl en agua, relación de Pescado Salmuera 1:10), el tratamiento que presentó la menor ganancia de sal (NaCl) en gramos por muestra.

- En relación al contenido de humedad del boquichico (*Prochilodus nigricans* A.), se determinó que el T₁ (14% de NaCl en agua, relación de Pescado Salmuera 1:10) y el T₂ (20% de NaCl en agua, relación de Pescado Salmuera 1:10), presentaron el mayor porcentaje de humedad, siendo menor solo en el T₃ (26% de NaCl en agua, relación de Pescado Salmuera 1:10), después de ser sometida a 6 horas de deshidratación osmótica.

- En cuanto al análisis sensorial se determinó que el T₁ (14% de NaCl en agua, relación de Pescado Salmuera 1:10), presentó los promedios más altos en cuanto a las características organolépticas de color, impacto de sal y agrado en general del boquichico, seguido del T₂ (20% de NaCl en agua, relación de Pescado Salmuera 1:10), quien presentó un mejor sabor y textura, mientras que el T₃ (26% de NaCl en agua, relación de Pescado Salmuera 1:10), solo presentó mejor aroma.

- Los resultados del análisis microbiológico para el T₁ (14% de NaCl en agua, relación de Pescado Salmuera 1:10), demostraron que el boquichico (*Prochilodus nigricans* A.), deshidratado osmóticamente presentan todas las características microbiológicas para su consumo ya que se ha demostrado que son inocuos.

VI. RECOMENDACIONES

Se recomienda:

- Si se desea conservar el boquichico (*Prochilodus nigricans* A.), por periodos más largos se recomienda el T₃ (26% de NaCl en agua, relación de Pescado Salmuera 1:10), puesto que un mayor porcentaje de sal influye significativamente en su conservación a largo plazo.
- Para obtener un boquichico deshidratado osmóticamente, con características organolépticas superiores, se recomienda el uso del T₁ (14% de NaCl en agua), ya que presenta mejores características sensoriales.
- Seguir realizando ensayos con diferentes especies de peces amazónicos para determinar la influencia de la deshidratación osmótica, con diferentes concentraciones de cloruro de sodio.
- Trabajar con especímenes de boquichico (*Prochilodus nigricans* A.), con tamaños superiores a los 35 cm, ya que estos pueden llegar hasta los 50cm de longitud y llegar a pesar 3kg.

VII. LITERATURA CITADA

- Betancourt, F.; Rivera, F.; Girón J. 2021. Control cinético del salado, con sabor a humo, de filetes de tilapia (*Oreochromis sp*) Biotecnología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial, *Print version* ISSN 1692-3561, Rev.Bio.Agro vol.19 no.2 Popayán July/Dec. 2021 E pub June 30, 2021. <https://doi.org/10.18684/bsaa.v19n2.1427>.
- Castillo, S; Villena, C. 2020. "Elaboración de bebidas enriquecidas con trozos de sábila (*Aloe vera*) deshidratados por ósmosis, saborizadas a naranja y limón. Universidad Politécnica Estatal del Carchi Facultad de Industrias Agropecuarias y Ciencias Ambientales Carrera de Ingeniería en Alimentos. Tulcán.
- Céspedes, V.; Castillo, M. 2018. Evaluación de la concentración de salmuera y el tiempo de ahumado en la obtención de filete de Paco (*Piaractus Brachypomus*) Ahumado. Universidad Nacional "Hermilio Valdizán" de Huánuco Facultad de Ciencias Agrarias Escuela Profesional de Ingeniería Agroindustrial, Huánuco – Perú.
- Chávez Lomas, E. 2019. Evaluación del tiempo de conservación del boquichico (*Prochilodus nigricans*) ahumado envasado en bolsas de polietileno de alta densidad sellado al vacío almacenado a temperatura ambiente y refrigeración en Pucallpa.
- Díaz, A. 2020. Efecto de la deshidratación osmótica y ultrasonido como pretratamiento en el secado de batata morada (*Ipomoea Batatas L.*) en un secador tipo túnel. Universidad De Córdoba.
- García Dávila, C.; Sánchez Riveiro, H.; Flores Silva, M.; Mejía de Loayza, E.; Angulo Chávez, C.; Castro Ruiz, D.; ... & Núñez, J. 2018. Peces de consumo de la Amazonía peruana. (IIAP). Iquitos, Perú, 218 pp.
- González, D. 2020. Sal y salud. Universidad de La Laguna Facultad de Ciencias de La Salud Sección de Enfermería, sede de Tenerife Curso académico 2019/2020.

- Guarniz, H. 2018. Deshidratación osmótica informe. Encontrado en <https://es.scribd.com/document/384364719/deshidratacion-osmotica>
- Hidalgo, L.; García G. 2016. "Fauna parasitaria en alevinos y juveniles de "boquichico" *Prochilodus Nigricans* (Agassiz, 1829) provenientes del río Amazonas (padre isla) y de estanque de cultivo del ciece piscigranja U.N.A.P, Universidad Nacional de la Amazonía Peruana Loreto – Perú."
- Hidalgo Piña, L.; & García Panduro, G. 2018. Fauna parasitaria en alevinos y juveniles de "boquichico" *Prochilodus nigricans* (Agassiz, 1829) provenientes del río Amazonas (Padre Isla) y de estanque de cultivo del Ciece piscigranja UNAP, Loreto–Perú. 2016.
- IIAP. 2018. Peces de consumo de la Amazonía peruana. Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana (IIAP). Iquitos, Perú, 218 pp.
- Jara, J.; Siche, R.; Jara, R.; & Salazar-Campos, J. 2020. Propuesta de mejora del Modelo de Azuara: Aplicación en la cinética de transferencia de masa durante la deshidratación osmótica de anchoveta (*Engraulis ringens*) y su optimización. *Agroindustrial Science*, 10(2), 199-209.
- López Valencia, Y. 2017. Estudio de la cinética de deshidratación osmótica para la conservación de lisa (*Mugil cephalus*). Universidad Nacional De San Agustín De Arequipa Facultad De Ciencias Biológicas Escuela Profesional de Ingeniería Pesquera.
- MINISTERIO DE SALUD 2008. Norma sanitaria que establece criterios microbiológicos de calidad sanitaria e inocuidad. NTS N° 071 – MINS/DIGESA-V.01. encontrado el 12/02/2018 en https://www.saludarequipa.gob.pe/desa/archivos/Normas_Legales/alimer_s/RM591MINSANORMA.pdf
- Pérez, S. 2018. Estudio de la cinética de bacterias halófilas presentes en la maduración de *Engraulis Anchoita* involucradas en la transformación de histidina/histamina. Universidad Nacional de La Plata. La Plata.

- Ramos, E. 2018. "Influencia del cloruro de sodio en las propiedades mecánicas del suelo granular de la cantera de Sencca-Poroy", UAP, Cusco-Perú.
- Sulistyawati, I.; Dekker, M.; Fogliano, V.; & Verkerk, R. 2018. Osmotic dehydration of mango: Effect of vacuum impregnation, high pressure, pectin methylesterase and ripeness on quality. *Lwt*, 98(April), 179–186. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2018.08.032>
- Tamayo, J; Balladares, M; Paz, R. 2018. "Estudio de prefactibilidad para la producción artesanal de pescado salado en la Parroquia de Santa Rosa, Cantón Salinas, provincia de Santa Elena", *Revista Observatorio de la Economía Latinoamericana*, (marzo 2018). En línea: <https://www.eumed.net/rev/oel/2018/03/produccion-artesanal-pescado.html> [//hdl.handle.net/20.500.11763/oel1803produccion-artesanal-pescado](https://hdl.handle.net/20.500.11763/oel1803produccion-artesanal-pescado).
- Yeiraly, G. 2019. Technologies for the obtaining of sodium chloride (NaCl) Pharmaceutical degree. *Agroindustria, Sociedad y Ambiente*, 1(12)

VIII. ANEXOS

Anexo 1. CUADROS DE ANÁLISIS DE VARIANZA

Tabla 11A. Pérdida del peso por deshidratación osmótica del boquichico (*Prochilodus nigricans* A.), durante un tiempo de 6 horas.

F.V	GL	SC	CM	FC	Pr>F
Tratamientos	2	1259.56	629.78	57.39	0.000
Error	6	65.85	10.97		
Total	8	1325.40			

$R^2 = 95.03$; C.V. = 0.032

Tabla 12A. Pérdida del peso final por deshidratación osmótica del boquichico (*Prochilodus nigricans* A.), durante un tiempo de 6 horas.

F.V	GL	SC	CM	FC	Pr>F
Tratamientos	2	1612.22	806.108	98.29	0.000
Error	6	49.21	8.201		
Total	8	1661.42			

$R^2 = 97.04$; C.V. = 0.02864

Tabla 13A. Contenido de salmuera por deshidratación osmótica del boquichico (*Prochilodus nigricans* A.), durante un tiempo de 6 horas.

F.V	GL	SC	CM	FC	Pr>F
Tratamientos	2	1.15080	0.575398	195.58	0.000
Error	6	0.01765	0.002942		
Total	8	1.16845			

$R^2 = 98.49$; C.V. = 0.054

Tabla 14A. Análisis de la ganancia total de sal en muestra y por tratamiento sometida a deshidratación osmótica del boquichico (*Prochilodus nigricans* A.), durante 6 horas.

F.V	GL	SC	CM	FC	Pr>F
Tratamientos	2	639.379	319.689	958110.34	0.000
Error	6	0.002	0.00		
Total	8	639.381			

$R^2 = 99.99;$ C.V. = 0.0183

Tabla 15A. Análisis del contenido de humedad del boquichico (*Prochilodus nigricans* A.), sometido a deshidratación osmótica durante 6 horas.

F.V	GL	SC	CM	FC	Pr>F
Tratamientos	2	16.898	8.4492	35.79	0.000
Error	6	1.416	0.2361		
Total	8	18.315			

$R^2 = 92.27;$ C.V. = 0.04856

Tabla 16A. Test de Friedman prueba sensorial del aroma en boquichico (*Prochilodus nigricans*), deshidratado osmóticamente.

Tratamiento	Suma(Ranks)	Mediana	N			
T₃	53.01	3.64	25	a		
T₁	53.00	3.60	25	a	b	
T₂	44.00	3.36	25	a	b	C
General	50.00	3.53	25			

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.050$).

Tabla 17A. Test de Friedman prueba sensorial del color en boquichico (*Prochilodus nigricans* A.), deshidratado osmóticamente.

Tratamiento	Suma(Ranks)	Mediana	n			
T ₁	51.50	3.64	25	a		
T ₂	50.50	3.60	25	a	b	
T ₃	48.00	3.52	25	a	b	C
General	50.00	3.59	25			

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.050$).

Tabla 18A. Test de Friedman prueba sensorial del sabor en boquichico (*Prochilodus nigricans* A.), deshidratado osmóticamente.

Tratamiento	Suma(Ranks)	Mediana	n			
T ₂	52.50	3.52	25	a		
T ₁	49.50	3.51	25	a	b	
T ₃	48.00	3.44	25	a	b	C
General	50.00	3.49	25			

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.050$).

Tabla 19A. Test de Friedman prueba sensorial de la textura del boquichico (*Prochilodus nigricans* A.), deshidratado osmóticamente.

Tratamiento	Suma(Ranks)	Mediana	n			
T ₂	51.00	3.48	25	a		
T ₁	50.00	3.44	25	a	b	
T ₃	49.00	3.36	25	a	b	C
General	50.00	3.43	25			

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.050$).

Tabla 20A. Test de Friedman prueba sensorial del impacto de la sal del boquichico (*Prochilodus nigricans* A.), deshidratado osmóticamente.

Tratamiento	Suma(Ranks)	Mediana	n			
T ₁	53.00	3.68	25	a		
T ₃	52.00	3.60	25	a	b	
T ₂	45.00	3.44	25	a	b	C
General	50.00	3.43	25			

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.050$).

Tabla 21A. Test de Friedman prueba sensorial agrado general del boquichico (*Prochilodus nigricans* A.), deshidratado osmóticamente.

Tratamiento	Suma(Ranks)	Mediana	n			
T ₁	51.00	3.76	25	a		
T ₃	49.50	3.68	25	a	b	
T ₂	49.40	3.66	25	a	b	C
General	49.97	3.70	25			

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.050$).

Anexo 2. ANÁLISIS FISICOQUÍMICO

➤ Humedad (Método A.O.A.C)

Se determinó la humedad del pescado por diferencia de peso según el método 31.005 del A.O.A.C. donde se utilizó una balanza analítica digital y estufa con rango de temperatura de 105°C.

- Se pesó por triplicado 05 gr de muestra en cada crisol.
- Se colocó las pesas filtros en la estufa a la temperatura de 105°C por 5 horas.
- Transcurrido el tiempo se retiró las pesas de la estufa y se colocó en la campana de disección, dejamos enfriar y pesamos.
- Calcular el porcentaje de humedad con la siguiente fórmula:

$$\%H = \frac{P_1 - P_2}{P_3} \times 100$$

Donde:

P₁ = peso del crisol más muestra húmeda.

P₂ = peso del crisol más muestra seca.

P₃ = peso de la muestra seca

Anexo 3. ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO.

➤ Preparación y disolución de la muestra de alimento (MINISTERIO DE SALUD 2008).

- Tarar el vaso estéril y pesar 10 gramos de la muestra problema.
- Añadir 90 ml de diluyente (disolución 10 -1)
- Pipetear 1 ml de esta dilución y mezclar en un tubo que contiene 9 ml de diluyente y mezclar (disolución 10 -2)
- Mezclar el líquido cuidadosamente.
- Homogenizar y transferir 1 ml a otro tubo contenido 9 ml de diluyente y mezclar (disolución 10 -3)
- Repetir este pasó hasta obtener el número de diluciones deseadas.

➤ **Aerobios mesófilos** (MINISTERIO DE SALUD 2008)

- Pipetear por duplicado a placas estériles alícuotas de 1ml a partir de las diluciones 10-1,10-2,10-3,10-4,10-5.
- Agregar rápidamente 15 ml de agar plate count licuado a temperatura.
- Mezclar inmediatamente las alícuotas con el agar mediante movimientos rotativos y de vaivén.
- Una vez solidificado el agar, invertir las placas e incubarlas a 37°C durante 18 a 48 horas.

➤ **Enterobacteriaceae** (MINISTERIO DE SALUD 2008)

- Preparar las diluciones según el Método de recuento en placa.
- Pipetear 1 ml a partir de las diluciones 10-1, 10-2, 10-3 a dos placas petri vacías por dilución.
- Agregar más o menos 15 ml de agar biliado rojo violeta glucosa (VRBG) atemperado a 45-47°C, a las placas que contienen las muestras y homogenizar mediante movimientos de vaivén y rotación de las placas.
- Como control de esterilidad, adicionar a una placa petri estéril agar sin inocular y a otro agar inoculado con 1 ml del diluyente (Agua peptonada tamponada).
- Dejar solidificar el agar y nuevamente agregar unos 10 ml de agar VRBG.
- Después de 15 minutos invertir las placas e incubar a 35 – 37 °C, durante 18 a 24 horas.
- Después del período de incubación contar las placas que se encuentran en un rango de lectura de 30 a 300 colonias típicas. Las colonias típicas son de color rojo violeta rodeadas de un precipitado violeta.

➤ **Confirmación de colonias**

- Sembrar como mínimo 3 colonias típicas sobre agar PC e incubar a 35°C por 18-24 horas. Con el crecimiento obtenido realizar las siguientes pruebas (MINISTERIO DE SALUD 2008).

➤ **Prueba Citocromo – oxidasa**

Para la detección de esta enzima se coloca papel filtro de unos 5 cm² en el centro de una placa Petri vacía. En el centro del papel colocar 3 gotas del reactivo Clorhidrato de Ndimetil para fenilendiamina (100 g en 100 ml de agua destilada) y sobre ella colocar el cultivo. De lo contrario utilizar las tiras comerciales al cuál de adiciona el cultivo. Las Enterobacteriaceas son citocromo oxidasa negativa.

➤ **Prueba de fermentación, gas y SH₂ sobre Agar Kigler**

La siembra se realiza con la ayuda de un asa, en la superficie inclinada por estría y en fondo por picadura. Incubar en estufa a 35°C – 37°C por 24 horas.

➤ **Salmonella Sp**

- Pesar asépticamente una muestra de 25 g en un recipiente para licuar, estéril.
- Agregar 225 ml de Caldo de Lactosa estéril y licuar por 2 min.
- Transferir asépticamente la mezcla homogenizada a un frasco de 500 ml estéril de boca ancha y tapa rosca y dejarlo reposar 60 minutos a temperatura ambiente con la tapa bien asegurada. Si la mezcla está en polvo, molido o triturado, el mezclado puede ser omitido.
- Para las muestras que no necesiten licuarse, añadir Caldo de Lactosa y mezclar completamente; dejar reposar 60 mm con la tapa bien cerrada.
- Mezclar y determinar el pH con papel de prueba. Ajustar el pH, si fuera necesario a 6.8 ± 0.2 , aflojar la tapa del frasco dando aprox. 1/4 de vuelta. Incubar 24 ± 2 h a 35°C.



Figura 13A. Recepción y selección de boquichico (*Prochilodus nigricans*).



Figura 14A. Pesado del boquichico (*Prochilodus nigricans* A.), fresco.



Figura 15A. Eviscerado y corte del boquichico (*Prochilodus nigricans* A.).



Figura 16A. Pesado del boquichico (*Prochilodus nigricans* A.), listo para los ensayos finales.



Figura 17A. Deshidratación osmótica del boquichico (*Prochilodus nigricans* A.).



Figura 18A. Escurrido y secado del boquichico (*Prochilodus nigricans* A.).



Figura 19A. Secado boquichico (*Prochilodus nigricans* A.).



Figura 20A. Envasado y Almacenado del boquichico (*Prochilodus nigricans* A.).



Figura 21A. Determinación de la humedad del boquichico (*Prochilodus nigricans* A.).



Figura 22A. Determinación de cloruro de sodio en la salmuera



Figura 23A. Análisis organoléptico del boquichico (*Prochilodus nigricans* A.) osmodeshidratado.



Natura Analítica SAC
RUC: 20600103661

SECCIÓN II:
ANÁLISIS DE AGUAS Y ALIMENTOS

CERTIFICADO DE ANALISIS N° 20190204

SOLICITANTE	Dina Esther Toledo Coaquira
RUC/DNI	47265325
*MUESTRA	Boquichico deshidratado
CODIGO DE MUESTRA	TIR1
ANALISTA RESPONSABLE	Elgo. Fredi Carrasco S. Elgo. Miguel Fabian F.
FECHA DE INGRESO	01-02-2019
COLECTOR	El solicitante
ANÁLISIS SOLICITANTE	MICROBIOLÓGICO
FECHA DE ENSAYO	01-02-2019
FECHA TERMINO DE ENSAYO	05-02-2019
FECHA DE EMISIÓN DE RESULTADOS	06-02-2019

*MUESTRA RECOLECTADA BAJO RESPONSABILIDAD DEL SOLICITANTE

RESULTADO

ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO

AGENTE MICROBIANO	UNIDADES	RESULTADO	Limite por g.	
			M	M
<i>Aerobios mesófilos</i>	UFC/g	3,0x10 ¹	10	100 ¹
<i>Enterobacteriaceae</i>	UFC/g	5,0x10 ¹	10	100 ¹
<i>Staphylococcus aureus</i>	UFC/g	2,0x10 ¹	10	100 ²
<i>Salmonella Sp.</i>	Ausencia	Ausencia/ 25 g	

*AOAC Official Methods of Analysis 19, edition
D6 591-2008 Misa: RM 461 - 2007 XI Productos hidrobiológicos



Natura Analítica S.A.C.

Elgo. Nicolás E. Castillo Quispe
Instituto Tecnológico de Alimentos y Bebidas
C/Av. 2174 Tel. 576012

1 de 1

av. Sáenz Peña 503 PUJALLPA teléfono: 576060

EMAIL: naturaanalitica@gmail.com

Figura 24A. Determinación del análisis microbiológico del boquichico (*Prochilodus nigricans*).

Cartilla de prueba hedónica

EVALUACION SENSORIAL DEL BOQUICHICO DESHIDRATADO

OSMOTICAMENTE CON CLORURO DE SODIO (SAL COMUN)

NOMBRE:..... SEXO:.....

EDAD:..... FECHA:.....

INSTRUCCIONES

En este momento Ud, probará muestras de boquichico deshidratado osmoticamente con cloruro de sodio (sal común) en forma de fritura.

Por favor, pruebe la primera muestra indicada en la boleta; usando la escala hedónica, asigne una puntuación para cada atributo, luego beba un poco de agua y continúe con la siguiente muestra

PUNTAJE	DESCRIPCION	REPRESENTACION SIMBOLICA
1	Me disgusta extremadamente	
2	Me disgusta	
3	No me gusta ni me disgusta	
4	Me gusta	
5	Me gusta extremadamente	

Figura 25A. Ficha de evaluación del análisis organoléptico del boquichico (*Prochilodus nigricans*).