

UNIVERSIDAD NACIONAL DE TUMBES
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
ESCUELA PROFESIONAL DE AGROINDUSTRIAS



**Efecto de temperaturas de escaldado sobre la calidad
bromatológica de la harina elaborada con residuos de
langostino (*Litopenaeus vannamei*) para alimentación de
pollos Broiler**

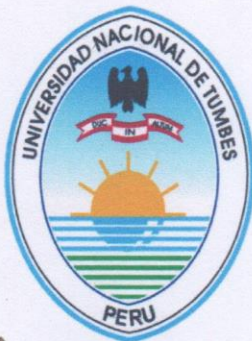
TESIS para optar el título profesional de Ingeniero
Agroindustrial

Autor:

Br. Frank Kevin Olivos Villar

Tumbes, 2026

UNIVERSIDAD NACIONAL DE TUMBES
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
ESCUELA PROFESIONAL DE AGROINDUSTRIAS



**Efecto de temperaturas de escaldado sobre la calidad
bromatológica de la harina elaborada con residuos de
langostino (*Litopenaeus vannamei*) para alimentación de pollos
Broiler**

Tesis aprobada en forma y estilo por:

Dr. Carlos Alberto Canepa La Cotera



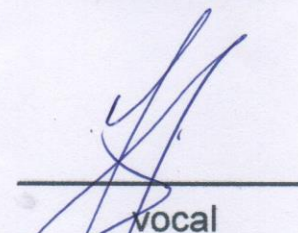
Presidente

Mg. Víctor Guzmán Tripul



Secretario

Dr. Javier Querevalú Ortiz



vocal

Tumbes, 2026

UNIVERSIDAD NACIONAL DE TUMBES
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
ESCUELA PROFESIONAL DE AGROINDUSTRIAS



**Efecto de temperaturas de escaldado sobre la calidad
bromatológica de la harina elaborada con residuos de
langostino (*Litopenaeus vannamei*) para alimentación
de pollos Broiler**

Los suscritos declaramos que la tesis es original en su contenido y
forma.

Bach. Frank Kevin Olivos Villar

Autor

Dr. Javier Querevalú Ortiz

Asesor

Tumbes, 2026

ACTA DE SUSTENTACION



UNIVERSIDAD NACIONAL DE TUMBES
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
EX FUNDO FISCAL LA CRUZ-CAMPUS UNIVERSITARIO
SECRETARIA ACADÉMICA



"Año de la Esperanza y el Fortalecimiento de la Democracia"

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS PRESENCIAL

En Tumbes, a los catorce días del mes de agosto de dos mil veintiséis, siendo las 12 horas, con 50 minutos (12:50), de la tarde, de forma presencial, se reunieron en el Aula 02 de Escuela de Posgrado, el Jurado Calificador, designado por Resolución N° 107-2025/UNTUMBES-VRACAD-FCA-D, **Dr. Carlos Alberto Canepa La Cotera** (Presidente), **Mg. Víctor Guzmán Tripul** (Secretario), **Dr. Javier Querevalu Ortiz**, (Vocal), reconociendo en la misma resolución además, al **Dr. Javier Querevalu Ortiz**, como **Asesor** se procedió a evaluar, calificar y deliberar la sustentación de la tesis, "**Efecto de temperaturas de escaldado sobre la calidad bromatológica de la harina elaborada con residuos de langostino (*Litopenaeus vannamei*) para alimentación de pollos Broiler**", para optar el Título Profesional de Ingeniero Agroindustrial presentado por el **Bach. Frank Kevin Olivos Villar**, Concluida la sustentación y absueltas las preguntas, por parte del sustentante y después de la deliberación, el jurado según el artículo N° 75 del Reglamento de Tesis para Pregrado y Posgrado de la Universidad Nacional de Tumbes, declara al: **Bach. FRANK KEVIN OLIVOS VILLAR**, Aprobado, por Unanimidad, con el calificativo Buena.

Se hace conocer al sustentante, que deberá levantar las observaciones finales hechas al informe final de tesis, que el jurado le indica.

En consecuencia, queda Apto para continuar con los trámites correspondientes a la obtención del Título Profesional de Ingeniero Agroindustrial, de conformidad con lo estipulado en la Ley Universitaria N° 30220, el Estatuto, Reglamento General, Reglamento General de Grados y Títulos y Reglamento de Tesis de la Universidad Nacional de Tumbes.

Siendo las Catorce horas y Cuarenta minutos del mismo día, se dio por concluida la ceremonia académica, procediendo a firmar el acta en presencia del público asistente.

Tumbes, 14 de Agosto

Dr. Carlos Alberto Canepa La Cotera DNI N° <u>00364276</u> CODIGO ORCID <u>0000-0002-4615-1493</u> Presidente	Mg. Víctor Guzmán Tripul DNI N° <u>18030530</u> CODIGO ORCID <u>0000-0002-5304-0407</u> Secretario
Dr. Javier Querevalu Ortiz DNI N° <u>03584037</u> CODIGO ORCID <u>0000-0001-5411-3586</u> Vocal	

C.C. - JURADOS (03) -ASESOR Y(CO)-INTERESADO-ARCHIVO (Decanato)
S. Acad.

INFORME DE ORIGINALIDAD - TURNITIN



Página 1 de 145 - Portada

Identificador de la entrega trn:oid::3117:627514177

Frank Kevin Olivos Villar

Archivo_tesis_OlivosVillar

 Asesor de Tesis

Detalles del documento

Identificador de la entrega

trn:oid::3117:627514177

Fecha de entrega

21 sept 2026, 9:11 GMT-5

Fecha de descarga

21 sept 2026, 9:42 GMT-5

Nombre del archivo

Archivo_tesis_OlivosVillar.docx

Tamaño del archivo

33.6 MB

138 páginas

21.969 palabras

122.054 caracteres

Dr. Ing. Javier Querevalu Ortiz
Asesor
Orcid:0000-0001-5411-3586



Página 1 de 145 - Portada

Identificador de la entrega trn:oid::3117:627514177

7% Similitud general

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para ca...

Filtrado desde el informe

- Coincidencias menores (menos de 15 palabras)

Fuentes principales

- 6%  Fuentes de Internet
- 3%  Publicaciones
- 5%  Trabajos entregados (trabajos del estudiante)

Marcas de integridad

N.º de alertas de integridad para revisión

Los algoritmos de nuestro sistema analizan un documento en profundidad para buscar inconsistencias que permitirían distinguirlo de una entrega normal. Si advertimos algo extraño, lo marcamos como una alerta para que pueda revisarlo.

Una marca de alerta no es necesariamente un indicador de problemas. Sin embargo, recomendamos que preste atención y la revise.


Dr. Ing. Javier Querevalu Ortiz
Asesor
Orcid:0000-0001-5411-3586

Fuentes principales

- 6%  Fuentes de Internet
- 3%  Publicaciones
- 5%  Trabajos entregados (trabajos del estudiante)

Fuentes principales

Las fuentes con el mayor número de coincidencias dentro de la entrega. Las fuentes superpuestas no se mostrarán.

1	Internet	www.researchgate.net	<1%
2	Trabajos del estudiante	Pontificia Universidad Catolica del Ecuador - PUCE on 2022-10-04	<1%
3	Internet	repositorio.espm.edu.ec	<1%
4	Internet	repositorio.unas.edu.pe	<1%
5	Trabajos del estudiante	Universidad Técnica Nacional de Costa Rica on 2022-08-16	<1%
6	Internet	ve.scielo.org	<1%
7	Internet	bbalitvet.litbang.pertanian.go.id	<1%
8	Internet	silوtips	<1%
9	Internet	riunet.upv.es	<1%
10	Trabajos del estudiante	Universidad Nacional de Tumbes on 2026-01-26	<1%
11	Internet	mspace.lib.umanitoba.ca	<1%


Dr. Ing. Javier Querevalu Ortiz
Asesor
Orcid:0000-0001-5411-3586

12	Internet	repositorio.ulvr.edu.ec	<1%
13	Internet	sophiapublisher.com	<1%
14	Publicación	Chitra Sivakumar, Catherine Rui Jin Findlay, Chithra Karunakaran, Jitendra Paliwa...	<1%
15	Internet	cannalib.eu	<1%
16	Trabajos del estudiante	UNIV DE LAS AMERICAS on 2018-07-02	<1%
17	Internet	revistas.utm.edu.ec	<1%
18	Internet	repo.sibdi.ucr.ac.cr:8080	<1%
19	Internet	www.real-statistics.com	<1%
20	Internet	repositorio.uni.edu.pe	<1%
21	Internet	tel.archives-ouvertes.fr	<1%
22	Publicación	Abun Abun, Kiki Haetami, Rahmad Fany Ramdhan. "Effect of Microencapsulated F...	<1%
23	Internet	revistasepam.espm.edu.ec	<1%
24	Trabajos del estudiante	Universidad Nacional Agraria La Molina on 2024-05-16	<1%
25	Trabajos del estudiante	Universidad Santo Tomas on 2019-05-18	<1%

Dr. Ing. Javier Querevalu Ortiz
Asesor
Orcid:0000-0001-5411-3586

26	Internet	ciad.repositorioinstitucional.mx	<1%
27	Internet	investigacion.upb.edu.co	<1%
28	Internet	payfo.ihatuey.cu	<1%
29	Trabajos del estudiante	Universidad Científica del Sur on 2023-12-03	<1%
30	Internet	digi.usac.edu.gt	<1%
31	Internet	www.investigarmqr.com	<1%
32	Trabajos del estudiante	Universidad Nacional de Tumbes on 2026-01-04	<1%
33	Trabajos del estudiante	Universidad Anahuac México Sur on 2025-01-20	<1%
34	Trabajos del estudiante	Universidad TecMilenio on 2024-01-27	<1%
35	Internet	psasir.upm.edu.my	<1%
36	Trabajos del estudiante	Pontificia Universidad Católica del Ecuador - PUCE on 2022-10-04	<1%
37	Internet	periodicos.udesc.br	<1%
38	Internet	www.revistaespacios.com	<1%
39	Trabajos del estudiante	USIL-D.A. ECONOMIA (Y.Morales) on 2025-12-03	<1%

Dr. Ing. Javier Querevalu Ortiz
Asesor
Orcid:0000-0001-5411-3586

40	Trabajos del estudiante	Universidad Nacional de Tumbes on 2022-10-13	<1%
41	Internet	repositorio.unfv.edu.pe	<1%
42	Trabajos del estudiante	Politécnico Colombiano Jaime Isaza Cadavid on 2020-07-17	<1%
43	Internet	alicia.concytec.gob.pe	<1%
44	Internet	docta.ucm.es	<1%
45	Internet	repositorio.uladech.edu.pe	<1%
46	Trabajos del estudiante	ITESM: Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey on 2023-12-15	<1%
47	Trabajos del estudiante	Universidad Cooperativa de Colombia on 2023-11-29	<1%
48	Internet	repositorio.lamolina.edu.pe	<1%
49	Internet	repositorio.ug.edu.ec	<1%
50	Internet	repositorio.unap.edu.pe	<1%
51	Internet	repositorio.unsch.edu.pe	<1%
52	Internet	kupdf.net	<1%
53	Internet	repositorio.utc.edu.ec	<1%

Dr. Ing. Javier Querevalu Ortiz
Asesor
Orcid:0000-0001-5411-3586

54	Internet	José I. Yerena-Yamallel, Javier Jiménez-Pérez, Oscar A. Aguirre-Calderón, Eduardo ...	<1%
55	Internet	congresos.cio.mx	<1%
56	Internet	library.wur.nl	<1%
57	Internet	repositorio.uch.edu.pe	<1%
58	Internet	repositorio.untumbes.edu.pe	<1%


Dr. Ing. Javier Querevalu Ortiz
Asesor
Orcid:0000-0001-5411-3586

DEDICATORIA

A mis padres, Jhonny Olivos y Nancy Villar por ser el soporte y motivación en esta investigación, apoyarme en cada etapa desde mi iniciación hasta el final en esta casa universitaria.

A mis hermanos, Lenin Olivos y Hellen Olivos por mantener a flote mi estabilidad emocional y realizar momentos divertidos en momentos de crisis.

A todos los Buenos Docentes de la Universidad Nacional de Tumbes, que aportaron su conocimiento para formar a cada uno de los universitarios de la escuela de Agroindustrias, ya que, sin ello, yo tendría una perspectiva diferente de la Vida y de la Agroindustria.

AGRADECIMIENTO

A mi asesor el Dr. Javier Querevalú Ortiz por el apoyo en el desarrollo de toda la etapa investigativa desde que fue proyecto hasta culminar en un Informe de tesis detallado y de alto valor.

Al Dr. Héctor Sánchez Suárez por el completo apoyo al permitirme la entrada y uso de las áreas y equipos para el desarrollo cualitativo del proyecto de investigación, dotarme de sus conocimientos y guiarme en los procedimientos correspondientes.

INDICE

RESUMEN	21
ABSTRACT	22
I. INTRODUCCIÓN	23
II. REVISIÓN DE LITERATURA	25
2.1. ANTECEDENTES	25
2.2. CAMARÓN O LANGOSTINO (<i>Litopenaeus Vannamei</i>)	27
2.3. MELANOSIS Y DEGRADACIÓN ENZIMÁTICA	28
2.4. PRODUCCIÓN DE LANGOSTINO EN TUMBES	28
2.5. SUBPRODUCTOS Y COMPOSICIÓN PROXIMAL DEL LANGOSTINO	29
2.6. ESCALDADO Y MÉTODOS DE SECADO	32
2.6.1. Escaldado	32
2.6.2. Métodos de secado	32
2.7. CALIDAD BROMATOLÓGICA	33
2.8. PRINCIPALES LÍNEAS DE POLLOS DE ENGORDE	34
2.9. FUENTES PRINCIPALES Y ALTERNATIVAS DE PROTEÍNAS	35
2.10. FACTORES ANTINUTRICIONALES	37
2.11. LA QUITINA Y DIGESTIBILIDAD AVIAR	39
III. MATERIALES Y MÉTODOS	40
3.1. LUGAR DE EJECUCIÓN	40
3.2. MATERIALES, EQUIPOS E INSUMOS	40
3.2.1. Equipos y Materiales de Campo y Procesamiento	40
3.2.2. Equipos y Materiales de Laboratorio (Bromatología)	41
3.3. METODOLOGÍA PARA LA OBTENCIÓN DE HARINA DE RESIDUOS DE LANGOSTINO	41
3.3.1. Construcción de secador solar casero	41
3.3.2. Obtención y transporte de la Materia Prima	42
3.3.3. Procesamiento y obtención de la harina residual de langostino	42
3.4. METODOLOGÍA PARA LA DETERMINACIÓN DE HUMEDAD	44
3.4.1. Monitoreo de la cinética de secado y determinación de humedad diaria	44
3.4.2. Monitoreo de los parámetros meteorológicos	45
3.4.3. Determinación de humedad de la harina (Método por Termobalanza) ...	46
3.5. METODOLOGÍA PARA DETERMINACIÓN DE CENIZAS	47
3.6. CARACTERIZACIÓN BROMATOLÓGICA DE LA HARINA RESIDUAL	48

3.7. FACTOR DE CORRECCIÓN PARA EL CÁLCULO DE LA PROTEÍNA VERDADERA.....	49
3.9.1. Determinación del Color.....	51
3.9.2. Determinación del Olor	51
3.9.3. Determinación de la Textura (Apariencia Física)	51
3.10. FORMULACIONÓDE LAS HIPÓTESIS.....	51
3.10.1. Sobre efecto de la temperatura.....	51
3.10.2. Sobre el efecto del procesamiento.....	52
3.11. PROCESAMIENTO DE DATOS Y ANÁLISIS ESTADÍSTICO	52
3.11.1. Análisis para la Hipótesis 1 (Efecto de la Temperatura)	52
3.11.2. Análisis para la Hipótesis 2 (Efecto del Escaldado frente al Testigo).....	53
3.12. MATRIZ DEL DISEÑO EXPERIMENTAL (DBCA).....	53
3.13. METODOLOGÍA PARA LA FORMULACIÓN DEL BALANCEADO	54
3.13.1. Determinación de Calcio y Fósforo	55
3.13.2. Determinación del perfil de aminoácidos.....	55
3.13.3. Determinación de los límites de inclusión de fibra dietética en la matriz de formulación	56
3.13.4. Determinación de la Energía Metabolizable (EM)	57
3.13.5. Análisis proximal teórico del alimento balanceado	58
IV. RESULTADOS	59
4.1. MONITOREO DE LAS CONDICIONES AMBIENTALES DE SECADO	59
4.2. MONITOREO DE CINÉTICA DE SECADO	60
4.3. DETERMINACIÓN DE TIEMPO DE SECADO	64
4.4. RENDIMIENTO DEL PROCESO DE OBTENCIÓN DE HARINA.....	64
4.4.1. Rendimiento de harina en base seca	65
4.5. EVALUACIÓN ORGANOLÉPTICA DE LAS MUESTRAS Y LA HARINA....	66
4.6. ANÁLISIS PROXIMAL CON CORRECCIÓN DE PROTEÍNA	67
4.7. CARACTERIZACIÓN BROMATOLÓGICA DE LA HARINA	69
4.7.1. Contenido de Proteína Bruta y análisis estadístico	69
4.7.2. Contenido de Grasa y análisis estadístico	70
4.7.3. Contenido de Humedad final.....	72
4.7.4. Contenido de cenizas y análisis estadístico	72
4.7.5. Contenido de Fibra y análisis estadístico	74
4.8. CONTRASTACIÓN DE HIPÓTESIS.....	75
4.8.1. Sobre el efecto de la temperatura de escaldado	75
4.8.2. Sobre el efecto del tratamiento (Escaldado vs Testigo)	76

4.9.	DETERMINACIÓN DEL TRATAMIENTO ÓPTIMO	77
4.10.	FORMULACIÓN DEL ALIMENTO BALANCEADO PARA POLLOS BROILER	77
4.10.1.	Cuadro de requerimiento de Cobb 500	77
4.10.2.	Determinación de calcio y fosforo	78
	Adaptado de: Belandria y Morillo (2013)	79
4.10.3.	Determinación de perfil de aminoácidos	79
4.10.4.	Determinación de energía metabolizable (EM)	79
4.11.	DETERMINACIÓN DEL ANÁLISIS PROXIMAL TEÓRICO DEL BALANCEADO PARA POLLOS DE ENGORDE (ETAPA DE CRECIMIENTO).....	81
4.11.1.	Porcentajes de inclusión de ingredientes	81
4.11.2.	Determinación de humedad	81
4.11.3.	Análisis proximal del alimento balanceado	82
V.	DISCUSIÓN	83
5.1.	SOBRE EL PORCENTAJE DE HUMEDAD INICIAL	83
5.2.	SOBRE EL RENDIMIENTO DE LA HARINA EN BASE SECA	83
5.3.	SOBRE LA CALIDAD ORGANOLÉPTICA DE LAS HARINAS DE CABEZA DE CAMARÓN.....	84
5.4.	SOBRE EL CONTENIDO DE CENIZAS	84
5.5.	SOBRE EL CONTENIDO DE FIBRA.....	86
5.6.	SOBRE EL CONTENIDO DE LA GRASA (EXTRACTO ETÉREO)	87
5.7.	SOBRE EL CONTENIDO DE PROTEÍNA	88
5.7.1.	Sobre la corrección de proteína	89
5.8.	SOBRE EL PORCENTAJE DE INCLUSIÓN DE LA HARINA DE CABEZA DE CAMARÓN.....	90
VI.	CONCLUSIONES.....	91
VII.	RECOMENDACIONES	93
VIII.	REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	95
IX.	ANEXOS	101

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Producción de Langostino en la Región Tumbes 2010 - 2020	29
Tabla 2: Aplicaciones de algunos subproductos del langostino	30
Tabla 3: Análisis proximal de las harinas de camarón	31
Tabla 4: Principales minerales en las harinas de camarón	31
Tabla 5: Aminoácidos en las harinas de cefalotórax y exoesqueleto de camarón. (g/100g de proteína)	31
Tabla 6: Requerimientos nutricionales de cobb500	35
Tabla 7: Efectos de los factores antinutritivos de las legumbres	38
Tabla 8: Métodos de referencia oficiales empleados por SAT Perú para el análisis proximal de la harina de residuos de langostino	49
Tabla 9: Matriz para la hipótesis 01	53
Tabla 10: Matriz para la hipótesis 02	53
Tabla 11: Monitoreo diario de las condiciones climatológicas ambientales y de la superficie de secado para los tres lotes experimentales	60
Tabla 12: Monitoreo de la cinética de secado de la primera repetición (sem. 01)	61
Tabla 13: Monitoreo de la cinética de secado de la segunda repetición (sem. 02)	62
Tabla 14: Monitoreo de la cinética de secado de la primera repetición (sem. 03)	63
Tabla 15: Rendimiento (%) en harina de la repetición 1	64
Tabla 16: Rendimiento (%) en harina de la repetición 2	65
Tabla 17: Rendimiento (%) en harina de la repetición 3	65
Tabla 18: rendimiento de harina de cabezas de camarón en base seca (%)	65
Tabla 19: Evaluación organoléptica de las harinas residuales - semana 01	66
Tabla 20: Evaluación organoléptica de las harinas residuales - semana 02	67
Tabla 21: Evaluación organoléptica de las harinas residuales - semana 03	67
Tabla 22: Composición proximal en base húmeda (con proteína corregida) de la harina de residuos de langostino sometida a diferentes temperaturas de escaldado	68
Tabla 23: Composición proximal en base seca de la harina de residuos de langostino sometida a diferentes temperaturas de escaldado	68
Tabla 24: Efecto de la temperatura de escaldado sobre el contenido de proteína bruta en la harina de residuos de langostino	69

Tabla 25: Efecto de la temperatura de escaldado sobre el contenido de grasa en la harina de residuos de langostino.	71
Tabla 26: Contenido de humedad (%) de la harina residual de Camarón (L. vannamei)	72
Tabla 27: Efecto de la temperatura de escaldado sobre el contenido de cenizas en la harina de residuos de langostino.	73
Tabla 28: Efecto de la temperatura de escaldado sobre el contenido de fibra en la harina de residuos de langostino.....	74
Tabla 29: Análisis proximal de la harina residual a 100 °C (semana 02).	77
Tabla 30: Requerimiento nutricional para las aves de la genética Cobb 500 en la etapa de crecimiento.....	78
Tabla 31: Determinación de los minerales principales (g/100 g de alimento) mediante el factor de corrección	79
Tabla 32: Perfil de aminoácidos de la harina residual de cabeza de camarón	79
Tabla 33: Determinación de la cantidad de energía metabolizable de la harina de cabeza de camarón.....	80
Tabla 34: Composición proximal, perfil de aminoácidos y contenido mineral de la harina de cabeza de camarón optimizada (100 °C).....	80
Tabla 35: Porcentajes de inclusión de materias primas en la formulación del alimento balanceado para pollos de engorde (Cobb 500).	81
Tabla 36: Determinación de la humedad final del alimento formulado para pollos de engorde (Cobb 500)	82
Tabla 37: Composición proximal del balanceado formulado para pollos de engorde Cobb 500	82
Tabla 38: Contenido de humedad inicial de los residuos de langostino (Litopenaeus vannamei) post-escaldado a diferentes temperaturas.....	83

INDICE DE FIGURAS

Figura 1: Analisis proximal de harina de cabeza de camarón.....	56
Figura 2: Cinética de secado de la harina residual en la semana 01 bajo diferentes tratamientos térmicos de escaldado.	61
Figura 3: Cinética de secado de la harina residual en la semana 02 bajo diferentes tratamientos térmicos de escaldado.	62
Figura 4: Cinética de secado de la harina residual en la semana 03 bajo diferentes tratamientos térmicos de escaldado.	63
Figura 5: Comportamiento del contenido de proteína bruta (%) en función del incremento de la temperatura de escaldado.	70
Figura 6: Comportamiento del contenido de grasa (%) en función del incremento de la temperatura de escaldado.	71
Figura 7: Comportamiento del contenido de cenizas (%) en función del incremento de la temperatura de escaldado.	73
Figura 8: Comportamiento del contenido de fibra (%) en función del incremento de la temperatura de escaldado	75

INDICE DE ANEXOS

Anexo 1: Análisis proximal (%) en base húmeda, proteína corregida y base seca	101
Anexo 2: Determinación de humedad por triplicado	102
Anexo 3: Corrección de porcentaje de proteína	102
Anexo 4: Cinética de secado por triplicado por Día	103
Anexo 5: Determinación de porcentaje de cenizas por triplicado	106
Anexo 6: Análisis Estadístico (DBCA) para %Grasa (ANOVA, tukey y Dunnett)	108
Anexo 7: Análisis Estadístico (DBCA) para %Proteína Bruta (ANOVA, Tukey y Dunnett)	110
Anexo 8: Análisis Estadístico (DBCA) para %Fibra (ANOVA)	112
Anexo 9: Análisis Estadístico (DBCA) para %Cenizas (ANOVA)	113
Anexo 10: Análisis Proximal proporcionado por laboratorio SAT Perú	114
Anexo 11: Lugar de ejecución	126
Anexo 12: Equipos de laboratorio	128
Anexo 13: Secador solar	129
Anexo 14: Procedimiento para obtener harina de cabeza de camarón	130
Anexo 15: Monitoreo de parámetros climatológicos	135
Anexo 16: Determinación de humedad y cenizas de harina residual	135
Anexo 17: Ficha técnica Fosfato dicalcico	138
Anexo 18: Ficha técnica Bicarbonato de Sodio	139
Anexo 19: Ficha técnica Carbonato de Calcio	140
Anexo 20: Ficha técnica Sal Marina	141
Anexo 21: Ficha técnica L-treonina	142
Anexo 22: Ficha Técnica L-metionina	143
Anexo 23: Composición proximal de Ingredientes para balanceado (%)	144
Anexo 24: Formulación en Excel para Pollos Cobb 500 (Etapa Crecimiento)	144

RESUMEN

El presente trabajo de investigación tuvo como objetivo principal determinar los efectos de diferentes temperaturas de escaldado sobre la calidad bromatológica de la harina elaborada a partir de residuos de langostino (*Litopenaeus vannamei*) destinada a la alimentación de pollos Broiler. Se buscó optimizar las prácticas artesanales mediante tecnologías accesibles, como el secado solar además de desarrollar un alimento balanceado maximizando la inclusión de esta harina. La metodología consistió en someter la materia prima fresca a escaldado progresivo (80 °C a 100 °C), evaluando posteriormente su perfil nutricional (proteína bruta, extracto etéreo, fibra y cenizas) y humedad, además de compararlos con un tratamiento control. Los resultados estadísticos indicaron que existen variaciones en la calidad bromatológica entre tratamientos térmicos y con el tratamiento control, se determinó que el escaldado a 100 °C durante 5 minutos fue el tratamiento óptimo, incrementando significativamente la proteína bruta y la grasa, sin cambios adversos en fibra y cenizas. Este proceso maximizó la pérdida de humedad inicial, inactivó la carga enzimática y bacteriana, evitó el oscurecimiento y olores amoniacales, y promovió la liberación eficiente de astaxantina. Adicionalmente, el secado solar en condiciones favorables (30 a 34 °C) alcanzó una humedad óptima de estabilización (6% a 9%) en un periodo de 4 días. Se concluyó que, bajo estos parámetros, la harina obtenida presenta una calidad fisicoquímica que permite un porcentaje máximo de inclusión del 13.01% en dietas para pollos Broiler, garantizando el cumplimiento de los requerimientos de metionina y los límites de fibra cruda.

Palabras clave: Calidad bromatológica, residuos de langostino, *Litopenaeus vannamei*, escaldado, secado solar, pollos Broiler.

ABSTRACT

The main objective of this research was to determine the effects of different scalding temperatures on the bromatological quality of meal made from shrimp waste (*Litopenaeus vannamei*) intended for Broiler chicken feed. The study sought to optimize artisanal practices through accessible technologies, such as solar drying, in addition to developing a balanced feed maximizing the inclusion of this meal. The methodology consisted of subjecting the fresh raw material to progressive scalding (80 °C to 100 °C), subsequently evaluating its nutritional profile (crude protein, ether extract, fiber, and ashes) and moisture, as well as comparing them with a control treatment. Statistical results indicated variations in bromatological quality among thermal treatments and the control treatment; it was determined that scalding at 100 °C for 5 minutes was the optimal treatment, significantly increasing crude protein and fat without adverse changes in fiber and ashes. This process maximized initial moisture loss, inactivated the enzymatic and bacterial load, prevented darkening and ammonia odors, and promoted the efficient release of astaxanthin. Additionally, solar drying under favorable conditions (30 to 34 °C) reached an optimal stabilization moisture (6% to 9%) in a period of 4 days. It was concluded that, under these parameters, the obtained meal presents a physicochemical quality that allows a maximum inclusion rate of 13.01% in Broiler chicken diets, guaranteeing compliance with methionine requirements and crude fiber limits.

Keywords: Bromatological quality, shrimp waste, *Litopenaeus vannamei*, scalding, solar drying, Broiler chickens.

I. INTRODUCCIÓN

La industria acuícola e hidrobiológica en la región de Tumbes, es una fuente importante de desarrollo económico, destacando el procesamiento primario del langostino de *Litopenaeus vannamei*. Sin embargo, esta actividad genera un volumen considerable de subproductos (cefalotórax y exoesqueleto). En el año 2023, las empresas procesadoras en el Perú exportaron 19 027 TM de cola de langostino congelada (PRODUCE, 2023), lo que representa una producción paralela de aproximadamente 10 244 TM de cabezas de langostino. A pesar de esta gran oferta local, existe un aprovechamiento casi nulo en la región; los residuos suelen derivarse a plantas en otras regiones del país, limitando el desarrollo económico de los productores locales e incrementando los costos logísticos de las plantas procesadoras.

Uno de los mayores desafíos en el procesamiento de este subproducto para la obtención de harina es el control de los parámetros térmicos. La cocción previa es sustancial para reducir la carga microbiológica e inactivar enzimas de pardeamiento (polifenol oxidasa) que causan la melanización, y enzimas digestivas (proteasas y lipasas) causantes de la descomposición y precursor de oxidación de grasas. Sin embargo los pequeños procesadores artesanales utilizan leña como material comburente, dificultando el control de la temperatura de cocción, mientras que los medianos y grandes procesadores artesanales no utilizan ningún tipo de tratamiento térmico, perjudicando la calidad de la harina obtenida. Se sabe que incrementar la temperatura y el tiempo de cocción favorece una menor pérdida de humedad durante el secado debido a la gelatinización de las proteínas (Andrade et al., 2006); causa de ello, en la presente investigación se evalúan las variaciones bromatológicas de la materia prima sin tratamiento térmico (tratamiento control) y la materia prima sometida a un escaldado de 80, 90 y 100 °C por 5 min estableciendo en total un diseño experimental de cuatro tratamientos

La valorización de estos residuos resulta de vital importancia para la seguridad alimentaria nacional, específicamente en la avicultura. En el Perú, el consumo de carne de ave alcanzó los 56.3 kg per cápita en 2022 (Map Global Media, 2023). Ante la fluctuación de precios de mercado (Clements, 2024) y el alto costo de fuentes proteicas convencionales como la torta de soya la cual presenta factores anti nutricionales y deficiencia de aminoácidos como metionina y cistina (Castro &

Avilia, s.f.), la harina de residuos de langostino se presenta como una alternativa altamente viable. Este insumo es rico en proteínas (>45%), grasa (>10%) y minerales como calcio y fósforo, mencionar también que es alto en fibra principalmente de quitina, la cual es un limitante en la inclusión como balanceado para pollos Broiler.

El conocimiento actual sobre el procesamiento de este subproducto evidencia la variabilidad nutricional dependiente de la especie, las partes utilizadas y los métodos de secado. Morillo y Belandria (2013) demostraron diferencias significativas en la composición proximal, reportando que la harina de cefalotórax contiene 50.72% de proteína bruta y 12.03% de grasa, superando a la del exoesqueleto (46.20% y 1.13%, respectivamente). Respecto a los parámetros de cocción, Gonzales & Moreno (2018) determinaron que no existen diferencias significativas en la pérdida de nutrientes en las aguas de cocción a 90 °C entre 5 y 10 minutos. Por su parte, Pizarro, Baldovino & Osorio (2007) establecieron que una cocción a 95 °C por 10 minutos, seguida de un secado a 75 °C, conserva un alto contenido proteico y lipídico. Asimismo, Pérez et al. (2023) concluyeron que un tratamiento de escaldado a 80 °C por 5 minutos optimiza la economía del proceso logrando un 42.9% de proteína en residuos de *L. vannamei*. En cuanto al secado, Meléndez (2010) comparó el secado solar con el de bujías incandescentes, encontrando que este último conservaba mayor proteína (47% vs 42%); mientras que Oliveira et al. (2020) obtuvieron una harina de 32.6% de proteína bruta secando los residuos al sol durante tres días a 36 °C, demostrando la viabilidad de métodos de bajo costo.

A partir de lo expuesto, surge la necesidad de optimizar las prácticas artesanales mediante tecnologías accesibles, como la implementación de un secador solar adaptado, y definir parámetros térmicos eficientes. El objetivo principal es determinar los efectos que se producen en la calidad bromatológica de la harina tratadas térmicamente y la no tratada, brindando información certera para que los productores artesanales y criadores avícolas de la región Tumbes puedan formular dietas balanceadas, reducir costos de crianza, mitigar el impacto ambiental de los residuos hidrobiológicos, optimizar procesos y mejorar el producto final.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. ANTECEDENTES

En el trabajo de Pérez et al (2023), procesaron harina de exoesqueleto de langostino de la especie *vannamei* teniendo como variables independientes a la temperatura y tiempo de cocción & velocidad de aire, realizó un escaldado a dos diferentes temperaturas (80 y 95 °C) y dos diferentes tiempos (5 y 15 min), esto se hizo con una proporción de 0.5 – 2 (materia prima – agua) además se realizaron cuatro puntos medios en los parámetros es decir (87.5 °C y 10 min) para estimar el error experimental, los tratamientos se repitieron dos veces.

En el proceso del secado se evaluó simultáneamente durante el procedimiento, se registró la pérdida de humedad en intervalos de 10 minutos mediante una balanza digital de 0.1 g de precisión, y se realizó hasta que las muestras alcanzaron un peso constante, esto correspondió a tener dos niveles de temperatura (40 y 50 °C) y tres niveles de velocidad del aire (1.0; 1.5 y 2.0 m/s), se repitieron tres veces.

De acuerdo con los resultados, la temperatura y la velocidad del aire no mostraron un efecto significativo ($p > 0,05$) sobre el contenido de humedad final y el tiempo de secado y con respecto a los tratamientos de temperatura y tiempo, se seleccionó el tratamiento a 80 °C y 5 min, esta es la condición que presenta el menor nivel de los factores con un valor de 42.9% de proteína vs 44.2% de proteína en el tratamiento de 80°C y 10 min, lo que se traduce en economía para el proceso.

En el trabajo de Oliveira et al, 2020, obtuvieron harina de residuos de langostino para evaluar efectos en pollos de engorde, la proporción fue de 760 g/kg de cabeza y 240 g/kg de cascara, estos desechos fueron secados al sol por tres días, una temperatura promedio de 36 °C y una humedad relativa de 72%, se molió a tamaño de 1mm de partícula y se almacenó.

Se obtuvo un rendimiento de 23%, es decir se perdió un 77% de humedad y otros, una proteína bruta de 326 g/kg, extracto etéreo de 39 g/kg y una energía bruta de 9.98 MJ/kg, 411 g/kg de minerales, siendo la mayoría de calcio y fosforo, en relación de 5:1, 122 g/kg y 23.10 g/kg respectivamente, con lo que

respecta a los aminoácidos los que se encontraron en mayor proporción son: fenilalanina, ac. Glutámico y ac. Aspártico, mientras que la metionina, histidina y cisteína presentaron concentraciones bajas.

Morillo y Belandria (2013), determino la composición proximal de muestras de residuos de langostino obtenidas de dos plantas procesadoras del estado de zulia, Venezuela. Ambas muestras fueron separadas en cefalotórax y exoesqueleto, sometido a un secado de 60 a 70 °C en un tiempo de 48 a 72 horas. Se obtuvieron cinco muestras por tipo de harina (cefalotórax y exoesqueleto) obteniendo los siguientes resultados, la harina de cabeza de langostino obtuvo diferencias significativas con respecto a la proteína y la grasa de la harina de concha de camarón, en proteína 50.72% vs 46.20%, en grasas 12.03% vs 1.13%, además se determinó la cantidad de astaxantina obteniéndose 38.59 y 55.71 ug/g en exoesqueleto y cabeza de langostino respectivamente.

En el estudio de Gonzales & Moreno (2018), realizó la obtención de harina de cabeza de camarón proveniente de la empresa CAMANICA S.A, primeramente, realizó una preselección, puso a coacción a una temperatura de 90°C, a dos tiempos de exposición: 5 y 10 min, realizó el secado y posterior molienda.

Realizó el análisis bromatológico de las aguas de cocción de 5 y de 10min, determinando que no existe diferencia significativa en los nutrientes perdidos como proteínas o calcio, el agua de cocción por 10min tuvo un resultado de 2.22% de proteína, mientras que el agua de cocción de 5min, tuvo un resultado de 2.14 % de proteína, igualmente con la acidez total, 2.52% el de 10min vs 1.15% el de 5min.

En el análisis bromatológico de la harina de cabeza y cutícula de camarón obtuvo un 2.2% de humedad, 39.41% de proteína, 2.13% de grasa y 4.62% de calcio.

Pizarro, Baldovino & Osorio (2007) obtuvieron harina de cabeza de camarón modificando cuatro parámetros (temperatura de cocción, tiempo, temperatura de secado y tiempo de secado), con la finalidad de encontrar el tratamiento más favorable para mantener el mayor contenido de grasa y proteína, además de alcanzar un nivel bajo de humedad, Se tiene 4 factores, temperatura - tiempo

de cocción, y temperatura - tiempo de secado para ello se eligió el mejor diseño experimental “general factorial 2k, cada factor tiene dos niveles, se estudiaron 16 tratamientos con una sola repetición es decir 32 unidades experimentales. Se determinó que el mejor tratamiento es una temperatura y un tiempo de cocción de 95 °C y 10 min respectivamente, y una temperatura y tiempo de secado de 75 °C y 5 h. Con estos parámetros se obtiene una harina con un grado de humedad menor al 10%, este parámetro determina además la calidad del producto, también conserva un alto contenido de proteína y grasa, lo cual le permite conservar su sabor característico.

Meléndez (2010), analizó el efecto en el secado de cabeza de langostinos con dos métodos diferentes, y lo explica en su tesis, los dos métodos (secado por radiación solar y secado por bujías) tuvo como predecesor una cocción de 95 °C por 10 min, estas tenían como temperatura de evaluación de secado, 65 y 75 °C, con un tiempo de 18 y 8 horas respectivamente, el secador de bujías consistió en un cajón con 8 bujías (focos incandescentes) de 100 W. Estas materias secas fueron molidas y almacenadas para su posterior análisis bromatológico, según resultados el tratamiento de secado por bujías fue el favorable al obtener el porcentaje de humedad considerable para una harina y la mayor proporción en proteínas y grasa, teniendo un nivel promedio de proteína de 47% para el secador de bujía y de 42% para el secador solar, habiendo diferencias significativas en el nivel de grasa, teniendo un promedio de 6% para el secador solar y de 2.6% para el secador de bujías, con respecto al nivel de humedad hay diferencias significativas, teniendo un valor de 10% para el secador de bujías y de 3% para el secador solar.

2.2. CAMARÓN O LANGOSTINO (*Litopenaeus Vannamei*)

Esta especie es originaria del océano pacífico, abarca desde aguas mexicanas hasta el norte del Perú, se caracterizan por tener tres partes bien diferenciadas como son el cefalotórax, abdomen, este normalmente con seis segmentos y cola, de tonos claros a oscuros amarillentos. (Instituto Mexicano de Investigación en Pesca y Acuicultura Sustentable, 2018), su dieta se basa en otras especies vulnerables que conviven en el mar, se mantienen estables a 28 °C y llegan a medir hasta 30 cm en menos de 1 año. (Falconi, 2019).

Su consumo aporta muchos beneficios, permite desarrollar músculos sanos, baja el grado de colesterol y aumenta los contenidos de omega 3, contiene además hierro en su composición permitiendo el no desarrollo de anemias, así como calcio y fosforo, que influyen en el estado de los dientes y huesos. (Ministerio de la Producción [PRODUCE],2023)

2.3. MELANOSIS Y DEGRADACIÓN ENZIMÁTICA

La melanosis es un proceso bioquímico post-mortem que afecta severamente la calidad de los subproductos del langostino. Este fenómeno de pardeamiento es desencadenado por la polifenoloxidasa (PFO), una enzima responsable de oxidar los fenoles a quinonas, las cuales se polimerizan formando pigmentos oscuros en el cefalotórax y el exoesqueleto. Paralelamente, la degradación enzimática involucra la acción de enzimas digestivas endógenas, como proteasas y lipasas, que aceleran la descomposición orgánica y actúan como precursores de la oxidación de lípidos. Si no se aplican métodos de control térmico inmediatos, estas reacciones enzimáticas disminuyen drásticamente el valor nutricional y comercial de la harina obtenida. (Gonçalves & Ribeiro, 2008; Zamorano et al., 2009)

2.4. PRODUCCIÓN DE LANGOSTINO EN TUMBES

Tumbes tuvo las condiciones climatológicas propicias para que se iniciara su explotación acuícola en el año 1977, le siguió contralmirante villar en 1987 y el distrito de cabuyal en 2003. En este último año se realizaron siembras intensivas con fuentes científicas ecuatorianas y chinas, desarrollando rendimientos de 8 a 12 toneladas por hectárea por campaña, y 0.164 a 1.6 toneladas por hectárea por campaña en siembras semintensivas.

En la Tabla 1, podemos ver que la producción de *litopenaeus vannamei* ha sido fluctuante a través del tiempo, debido al mejoramiento de la crianza en todos los sistemas de cultivo, desde el año 2010 a 2019 hubo un aumento considerable de su producción debido al mejoramiento en el control de enfermedades, teniendo un pico de 46 693 toneladas en el año 2019, teniendo como principales importadores a USA y EUA. (Aleman, 2021).

Tabla 1: Producción de Langostino en la Región Tumbes 2010 - 2020

Año	Volumen (TM)
2010	12727.3
2011	13163.9
2012	17569.4
2013	15572.0
2014	17835.3
2015	18008.6
2016	19081.1
2017	24464.7
2018	35578.3
2019	46693.7
2020	18933.07

Nota: volumen hasta agosto del 2020.

Fuente: PRODUCE, 2020

2.5. SUBPRODUCTOS Y COMPOSICIÓN PROXIMAL DEL LANGOSTINO

Las plantas procesadoras de langostino se enfocan en la obtención de colas de alto contenido cárnico, eliminando el cefalotórax y en obtener presentaciones como pyd, pud. En estas etapas se retira todo o parcialmente el exoesqueleto, generando más residuos.

La industria langostinera actualmente no saca provecho sobre los residuos de la producción de cola de langostino y valores agregados. Normalmente son derivados a empresas que producen y comercializan harina de pescado, pero no solamente la harina existe como único aprovechamiento de estos residuos, sino, también los siguientes compuestos: Astaxantina, Quitina y Quitosán.

Tabla 2: Aplicaciones de algunos subproductos del langostino

Subproducto	Aplicación
Quitina	Implementación de polímeros Biodegradables
	Agricultura
	Materiales porosos Biodegradables
Astaxantina	Área Farmacéutica
	Área Cosmética
	Área Alimenticia
Quitosán	Industria Alimenticia
	Industria Farmacéutica
Harina	Industria Alimenticia
	Agricultura

Fuente: Superintendencia de Industria y Comercio, (2013)

Las partes más utilizadas para el aprovechamiento del langostino son el cefalotórax y el exoesqueleto, el cefalotórax es la parte cefálica y torácica unida en una sola pieza en esta última conviven el corazón, branquias y el aparato digestivo, (Mujica,2005) y el exoesqueleto es el recubrimiento del individuo, tiene en su composición (proteínas, carbohidratos complejos como quitina y quitosano, minerales como carbonato de calcio), es por ellos las diferencias en sus composiciones al obtener harina por separado.

La fracción de cenizas en los subproductos de crustáceos está constituida principalmente por carbonato de calcio y compuestos estructurales fosfatados provenientes del exoesqueleto. Para la formulación del alimento balanceado, resulta indispensable cuantificar ambos minerales. Al respecto, Salas - Duran et al.(2015) reportaron que para una biomasa con 27.48% de cenizas, los contenidos de calcio y fósforo fueron de 9.03% y 2.66%, respectivamente, estableciendo una relación Ca:P de 3.4:1. Por otra parte, Belandria y morillo (2013) evaluaron harina de cabeza de camarón como se muestra en la tabla 4, obteniendo 16.73% de cenizas, 3.40% de calcio y 1.29% de fósforo, lo que

representa una relación Ca:P de 2.6:1. En contraste, estudios como el de Brito et al. (2020) registraron niveles drásticamente más altos de cenizas (41.10%), con 12.20% de calcio y 2.31% de fósforo, generando una proporción de 5.3:1; este último comportamiento se considera atípico para el cefalotórax y es característico de harinas elaboradas puramente a partir de exoesqueletos de camarón.

Tabla 3: Análisis proximal de las harinas de camarón

Harinas	Proteínas (%)	Grasa (%)	Humedad (%)	Cenizas (%)
<i>Cabeza de Camarón</i>	50.72 ± 3,10	12.03 ± 3,45	7.70 ± 1,47	16.73 ± 1,49
<i>Concha de Camarón</i>	46.20 ± 1,75	1.13 ± 0,25	7.74 ± 0,28	20.22 ± 1,33

Fuente: Belandria y morillo,2013

Tabla 4: Principales minerales en las harinas de camarón

Harinas	Calcio (g/100g)	Fósforo (g/100g)
<i>Cabeza de Camarón</i>	3.4	1.29
<i>Concha de Camarón</i>	3.55	1.35

Fuente: Belandria y morillo,2013

Tabla 5: Aminoácidos en las harinas de cefalotórax y exoesqueleto de camarón. (g/100g de proteína)

Aminoácidos	cefalotórax (g/100g)	exoesqueleto (g/100g)
Ác. Aspártico	8.91	6.82
Ác. Glutámico	24.54	14.93
Serina	2.16	2.10
Histidina	6.50	4.43
Glicina	2.35	1.86
Alanina	3.17	4.23
Arginina	19.22	5.89
Tirosina	3.56	2.81
Valina	4.22	3.10
Metionina	4.35	0.65
Triptófano	8.19	5.77

Fenilalanina	6.71	2.83
Isoleucina	1.21	3.37
Lisina	6.98	6.19

Fuente: Belandria y morillo, 2013

2.6. ESCALDADO Y MÉTODOS DE SECADO

2.6.1. Escaldado

En la industria agroalimentaria, los tratamientos térmicos son operaciones unitarias fundamentales para la estabilización de materias primas. El escaldado, aplicado a temperaturas entre 70 °C y 100 °C por tiempos breves, tiene como objetivo principal la inactivación de la polifenoloxidasas y la reducción de la carga microbiológica superficial sin alterar excesivamente la matriz nutricional. Físicamente, el calor induce la desnaturalización y gelatinización de las proteínas del tejido; este cambio estructural disminuye la capacidad de retención de agua de las miofibrillas, facilitando la liberación de humedad durante la fase posterior de secado y mejorando el rendimiento global del proceso de deshidratación. (Fellows, 2017; Andrade et al., 2007; Pérez et al., 2023)

2.6.2. Métodos de secado

La finalidad del secado es reducir la cantidad de agua disponible del elemento a tratar, y esto lo hace mediante la transferencia del calor, permitiendo que el agua se evapore, se necesitara más energía mientras más presión exista. Existen diferentes métodos de secado, la elección dependerá de los objetivos que el operador desee obtener.

a) Por conducción

Este método se desarrolla en traspaso de calor de contacto, es decir, sin aumento o disminución de masa, ocurre en líquidos, sólidos o gaseosos. (concepto, s.f)

b) Por convección

Disminución de humedad de un producto por medio del contacto con algún fluido a alta temperatura.

c) Secadores por radiación

eliminación de agua a través de radiación infrarroja.

d) Por vacío

La presión al ser reducida, la temperatura de evaporación del agua también es reducida. Permitiendo una evaporización más rápida en productos que son termosensibles.

e) Secadores de alta frecuencia por dielectricidad

Retiro de la humedad de un producto por medio de la transferencia de calor de una corriente eléctrica. Fuente: FIS (s.f)

f) Secado por radiación solar

El secado solar es un método de conservación que utiliza la transferencia de energía térmica para evaporar el agua libre del producto, disminuyendo su actividad de agua (A_w) a niveles que inhiben la proliferación microbiana. En el procesamiento artesanal, el uso de secadores solares protegidos (con celosías) permite un secado indirecto que resguarda la materia prima de la contaminación ambiental y la incidencia directa de rayos UV, los cuales pueden degradar compuestos termosensibles como la astaxantina. Aunque los tiempos de deshidratación son prolongados en comparación con los secadores convectivos industriales, representa una tecnología económicamente viable y sostenible para obtener harinas con un porcentaje de humedad seguro (menor al 10-15%). (*Mujumdar, 2014; Oliveira et al., 2020; Meléndez, 2010*)

2.7. CALIDAD BROMATOLÓGICA

La calidad bromatológica determina la viabilidad de un insumo para su inclusión en dietas de alimentación animal, permite cuantificar las fracciones nutricionales fundamentales: la proteína bruta, esencial para el desarrollo de tejido muscular; el extracto etéreo, que aporta energía metabolizable; las cenizas, indicadoras del contenido de macro y microminerales (calcio y fósforo); y la humedad, que define la estabilidad en anaquel. La precisión en la determinación de estos parámetros, regida por metodologías estandarizadas internacionalmente, es imperativa para garantizar formulaciones dietéticas exactas y evitar desbalances nutricionales en los animales de producción. (Nielsen, 2010; AOAC, 1990; Pizarro, Baldovino & Osorio, 2007)

2.8. PRINCIPALES LÍNEAS DE POLLOS DE ENGORDE

Es incorrecto hablar de razas, ya que estos son híbridos, un cruce de razas y son denominados por el nombre de la empresa, normalmente el cruce es entre las razas roe island red en las líneas madres, estas líneas aportan características fenotípicas que hace del pollo de esta línea un ave con un alto rendimiento de canal y de crecimiento con una caja torácica destacable mientras que de la madre adquieren características reproductivas.

Existen parámetros de producción que las destacan de otras líneas de aves como son, alto grado de conversión alimenticia, buenas características físicas, bajo grado de infección por enfermedades, las líneas más conocidas son las Hubbard, ave Cobb, ave Ross y Arbor Acres. (Pontifica Universidad Católica de Chile, s.f.)

a) Línea Ross

Línea de ave caracterizada por su alto rendimiento de carcasa, baja conversión alimenticia y alta velocidad de transformación de pienso en musculo, es por lo que es Ross 308 una línea conocida a través de los diferentes continentes. regularme los pollos salen al mercado a los 43 a 45 días de vida. En el manual de rendimiento de ROSS, indica que para una vida de 43 días el pollo ross308 macho tiene una ganancia de peso de 3333 g con un consumo acumulado de 5116 g de alimento balanceado, mientras que para el pollo ross408 macho tiene un peso de 3289 g con un consumo acumulado de 5143 g. (ROSS, 2022 & 2019)

b) Línea Cobb

Esta línea se destaca por ser un ave con menores tiempo para alcanzar su peso comercial, muchos de los diferentes pisos que existen no le afecta, poca variabilidad en su uniformidad, adaptable a diferentes condiciones de temperaturas. Se confirma que es la línea más reconocida en el mundo, con características como: altas tasas de conversión y crecimiento,

controlable en ambientes cerrados como abiertos. (COBB, 2008)

Tabla 6: Requerimientos nutricionales de cobb500

ESPECIFICACIONES MINIMAS RECOMENDADAS					
		Inicio	Crecimiento	Finalización 1	Finalización 2
CANTIDAD	DE	250 g	1000 g		
ALIMENTO/ave		0.55 lb	2.20 lb		
PERIODO	DE				
ALIMENTACION (días)		0 – 10	11 – 22	23 - 42	43+
Proteína bruta %		21 – 22	19 – 20	18 - 19	17- 18
Energía Metabolizable (Kcal/kg)		3035	3108	3180	3203
Lisina %		1.32	1.19	1.05	1.00
Metionina %		0.5	0.48	0.43	0.41
Met + cis %		0.98	0.89	0.82	0.78
Triptófano %		0.20	0.19	0.19	0.18
Treonina %		0.86	0.78	0.71	0.68
Arginina %		1.38	1.25	1.13	1.08
Valina %		1.00	0.91	0.81	0.77
Calcio%		0.90	0.84	0.76	0.76
Fosforo disponible %		0.45	0.42	0.38	0.38
Sodio %		0.16 – 0.23	0.16 – 0.23	0.15 – 0.23	0.15 – 0.23
Cloruro %		0.17 – 0.35	0.17 – 0.35	0.15 – 0.35	0.15 – 0.35
Potasio %		0.60 – 0.95	0.60 – 0.85	0.60 – 0.80	0.60 – 0.80
Acido linoleico %		1.00	1.00	1.00	1.00

FUENTE: Cobb500 (2012)

2.9. FUENTES PRINCIPALES Y ALTERNATIVAS DE PROTEÍNAS

a) Harina de Soya

La harina de soja contiene alrededor de 50% de proteína, fibra soluble e insoluble, vitaminas del grupo B y minerales (hierro), haciéndola una de las más asequible en el mercado. (Agrosur, s.f), obtenida de granos seleccionados, con o sin extracción de aceite.

b) Harina de Torta de Soya

Pasta o harina de soya como también es llamada, es el subproducto obtenido del procesamiento del grano de soja, alto en proteínas, cuando se le es extraído los aceites que le contiene se desarrolla este producto, que es el residuo, aun alto en humedad, y aminoácidos esenciales como la lisina, dependiendo si se le deja la cascarilla o no, se obtienen diferentes porcentajes de proteína, 48% si se extrae y 44% si no se extrae. (Contextoganadero, 2016). El grano de soya crudo contiene factores anti nutricionales que son inactivados a temperaturas altas, esto se resuelve tras la extracción de aceite y la desolventización, obteniendo lo que es la torta de soya segura para la inclusión de animales. (italcol, s.f)

c) Harina de pescado

Esta harina de alto valor nutricional, usado para dietas de animales pecuarios, de digestibilidad eficiente, ácidos grasos destacables, y alto en proteínas no menor a 72% pero mayor que 60%, extracto etéreo de 5 a 12%, baja en humedad. Estas características le permiten ser estable y una mayor vida de anaquel (Sociedad Nacional de Pesquería, s.f)

d) Harina de huesos

La harina de hueso se destaca por el alto contenido de calcio, fosforo y otros minerales, la presencia de estos la hace valiosa para animales con requerimiento específicamente de calcio como los cachorros y los animales en pleno desarrollo. Contiene metionina y lisina como aminoácidos destacables en su composición proteica, esenciales para el desarrollo fisiológico y motriz de animales pecuarios. (Aniprotein, s.f)

e) Harina de plumas

Normalmente se obtiene esta harina de las plumas de las aves, alto contenido en proteína no menor al 81%, se ha determinado que también es alto en α -queratina, componente no digerible basado en la presencia de pelos de ave en los órganos digestivos de quien la consumen. (Contextoganadero, 2023)

f) Harina de sangre

Harina obtenida por la deshidratación de la sangre animal sacrificado, derivado de la industria cárnica con alto porcentaje de proteína, en este proceso la temperatura es clave al obtener una harina de calidad, ideal obtenerlo en temperaturas inferiores, con lo cual se desarrolla una buena digestibilidad de la harina de sangre, además de resistir la degradación dentro del rumen. (Ricci, 2012)

g) Harina de cabeza de camarón

La harina de cabeza de camarón se obtiene del prensado y secado de cabezas y exoesqueletos de camarón en proporciones ya definidas, estas se obtienen de plantas que procesan langostino entero.

Este producto es alto en Proteína además de Colina, Astaxantina y Quitina. (Proexpacsa, 2021)

2.10. FACTORES ANTINUTRICIONALES

Los factores anti nutricionales (FAN) son metabolitos generados a partir del mecanismo de defensa de las plantas normalmente de legumbres, ataques como plagas de insectos o estrés generados por factores externos, además también se utilizan para atraer polinizadores. (Kumar et al., 2022).

Los factores anti nutricionales son mayormente perjudiciales al disminuir la digestibilidad de algunos aminoácidos como minerales, aumenta la conversión alimenticia al perder nutrientes o impedir que se absorban, además de que

algunos componentes de los FAN son tóxicos, provocando síntomas perjudiciales en los animales.

Sin embargo, existen componentes que son tóxicos, desagradables y/o anti nutricionales para el consumo humano debido a que impiden la absorción de nutrientes, inhibir el metabolismo o reducir la digestión. (Enneking y Wink, 2000) y se denominan "factores anti nutricionales" (FAN) o "compuestos anti nutricionales" (CAN).

Tabla 7: Efectos de los factores antinutritivos de las legumbres.

Factor antinutritivo	Efectos positivos	Efectos negativos
<i>Inhibidores de tripsina y quimotripsina</i>	<i>Antinflamatorios y anticancerígenos</i>	<i>Menor digestibilidad de proteínas</i>
<i>Inhibidor de α-amilasa</i>	<i>Menor índice glucémico</i>	<i>Menor digestión de carbohidratos</i>
<i>Lectinas (hemaglutininas)</i>	<i>Ciertos efectos antitumorales, prebióticos, reducción de obesidad y de glucosa en sangre</i>	<i>Menor absorción de nutrientes. Inflamación del epitelio intestinal. Aumento gradual de patologías autoinmunes.</i>
<i>Compuestos fenólicos: Taninos</i>	<i>Componentes bioactivos: antioxidantes (unión a radicales libres), anticancerígenos</i>	<i>Menor digestibilidad proteica. Descenso de la biodisponibilidad de minerales</i>
<i>Saponinas</i>	<i>Descenso del riesgo de enfermedades cardiovasculares, descenso colesterol en sangre. Efecto anti carcinogénico, antiinflamatorio</i>	<i>Irritación epitelio intestinal Disminución absorción de nutrientes</i>

Ácido fítico	Disminución de la absorción de metales pesados. Propiedades antioxidantes. Anticancerígeno.	Disminución biodisponibilidad de minerales.
Oligosacáridos	Efecto prebiótico: disminución de niveles de glucosa y colesterol en sangre.	Flatulencia, distensión abdominal y heces más líquidas
Glucósidos cianógenos		Efecto tóxico del cianuro.

Fuente: Larrea & Martínez (2023).

2.11. LA QUITINA Y DIGESTIBILIDAD AVIAR

El exoesqueleto del langostino está compuesto por una matriz de carbonato de calcio, proteínas y quitina. Esta última es un polisacárido estructural lineal (compuesto por unidades de N-acetilglucosamina) que actúa fisiológicamente como fibra dietética insoluble. En la nutrición de pollos de engorde (Broilers), la quitina representa un factor antinutricional limitante, dado que las aves carecen de una secreción endógena suficiente de enzima quitinasa en su tracto gastrointestinal. En consecuencia, altas tasas de inclusión de harina de exoesqueleto sin un procesamiento adecuado pueden generar una disminución en la digestibilidad de la proteína y un incremento desfavorable en el índice de conversión alimenticia. (Khempaka et al., 2014; Hossain & Blair, 2007)

III. MATERIALES Y MÉTODOS

La presente investigación se desarrolló bajo un enfoque cuantitativo y experimental, empleando un Diseño de Bloques Completamente al Azar (DBCA) para evaluar el efecto de la temperatura de escaldado en la calidad bromatológica de la harina de residuos de Camarón (*Litopenaeus vannamei*) y el estudio se centró en la manipulación de la temperatura (80 °C, 90 °C y 100 °C) frente a un grupo testigo (S/T), ejecutando todos los procedimientos por triplicado para garantizar la validez estadística.

3.1. LUGAR DE EJECUCIÓN

La fase experimental de la presente investigación se distribuyó estratégicamente de acuerdo con los requerimientos técnicos de cada operación. La etapa de secado se llevó a cabo en un área aledaña a los galpones de la Universidad Nacional de Tumbes, seleccionada específicamente por su exposición directa y prolongada a la radiación solar, lo que garantizó el aprovechamiento máximo de las horas luz. Las operaciones complementarias de procesamiento se desarrollaron en las instalaciones del Laboratorio de Alimentos de la Facultad de Ciencias Agrarias (FCA-UNTUMBES).

En cuanto a la caracterización química, los análisis de humedad y cenizas se ejecutaron en el Laboratorio de Alimentos de la FCA-UNTUMBES. Por su parte, la determinación de los parámetros de proteína bruta, extracto etéreo (grasa) y fibra cruda se delegó al laboratorio especializado SAT PERU, ubicado en el distrito de Lince, Lima, con el fin de asegurar resultados certificados bajo estándares de alta precisión.

3.2. MATERIALES, EQUIPOS E INSUMOS

3.2.1. Equipos y Materiales de Campo y Procesamiento

- a) **Equipos de medición:** Termómetro digital para alimentos, termohigrómetro, y balanza digital electrónica de 100 kg de capacidad.
- b) **Equipos:** Secador solar de diseño artesanal y molino de martillos.
- c) **Materiales:** Baldes plásticos con tapa (20 L y 5 L), celosía de 50x50 cm, espumadera de metal y cucharón de metal.

- d) **Insumos y acondicionamiento:** Láminas PET de color negro (1x1 m²), hielo, bolsas de cierre hermético, rótulos impresos y cuaderno de campo.

3.2.2. Equipos y Materiales de Laboratorio (Bromatología)

- a) **Instrumentos de precisión:** Balanza analítica OHAUS y determinador de humedad digital marca OHAUS (Serie MB).
- b) **Equipos de análisis térmico:** Estufa de secado marca memmert y mufla para incineración marca hobersal.
- c) **Materiales de laboratorio:** 12 crisoles de porcelana, desecador, pinzas metálicas, placas Petri y rotuladores resistentes al calor.
- d) **Implementos de seguridad:** Guantes, guardapolvo y mascarillas.

3.3. METODOLOGÍA PARA LA OBTENCIÓN DE HARINA DE RESIDUOS DE LANGOSTINO

3.3.1. Construcción de secador solar casero

Para la etapa de deshidratación, se construyó un secador solar de madera con diseño artesanal, acondicionado con malla tipo celosía en todos sus flancos para mitigar el ingreso de vectores y agentes contaminantes. La estructura se diseñó con una base elevada a 60 cm del suelo y una cámara de procesamiento de 50 cm de altura, consolidando una altura total de 110 cm. Las dimensiones del equipo fueron de 400 cm de longitud y 100 cm de ancho, proporcionando un área superficial de 4m². Esta configuración permitió una capacidad operativa máxima de 20 kg de residuos de langostino en estado fresco, estableciendo una densidad de carga máxima de 5kg/m² de cabezas de langostino para asegurar un secado uniforme. Asimismo, sobre la base de la estructura se acondicionaron cuatro láminas plásticas de color negro (1 m² cada una), seleccionadas específicamente por su elevado coeficiente de

absortividad térmica, optimizando así la transferencia de calor hacia la materia prima.

3.3.2. Obtención y transporte de la Materia Prima

La investigación se ejecutó utilizando como insumo el 100% de residuos de cabeza de langostino de la especie *Litopenaeus vannamei*. Se recolectaron un total de 20 kg de materia prima por repetición, los cuales fueron suministrados por un acopiador especializado en desechos y subproductos de origen marino ubicado en la Cruz, distrito de la provincia de Tumbes.

De manera previa a la recepción, se realizó el acondicionamiento técnico del vehículo de transporte y de los recipientes de carga. Con el fin de garantizar la estabilidad de los residuos y evitar procesos de degradación durante el traslado hacia la Facultad de Ciencias Agrarias, se aseguró la continuidad de la cadena de frío mediante el uso de una mezcla refrigera de agua y hielo (tipo cremolada). Este método permitió mantener el producto uniformemente a una temperatura inferior a los 4 °C.

La logística de traslado se estandarizó distribuyendo 20 kg de residuos y 10 kg de mezcla frigorífica, estableciendo una relación de 2:1 (materia prima:mezcla). Esta configuración garantizó la integridad térmica de los desechos hasta su ingreso a las instalaciones de la FCA.

3.3.3. Procesamiento y obtención de la harina residual de langostino

La materia prima se sometió a una selección manual exhaustiva, en la cual se descartaron piezas dañadas, muestras con avanzado grado de melanosis o signos de descomposición, así como cualquier tipo de materia extraña. Posteriormente, se procedió al pesaje en una balanza electrónica, garantizando la eliminación

previa de hielo y el escurrido total del agua para asegurar la obtención de un peso real y un cálculo de rendimiento exacto.

Los residuos se distribuyeron en cuatro recipientes, asignando cada uno a un tratamiento específico y pesándolos para obtener el peso en FRESCO, un grupo testigo (sin tratamiento térmico) que pasó directamente al secador y tres tratamientos que pasaron a ser escaldados (80, 90 y 100 °C). El proceso de escaldado se ejecutó empleando agua potable en una relación en peso de 1:4 (materia prima: agua) durante un tiempo constante de 5 minutos. Este parámetro temporal se fundamentó en la metodología de Gonzales & Moreno (2018), quienes indican que tiempos de exposición superiores incrementan la lixiviación y pérdida de nutrientes.

Al finalizar el tratamiento térmico, la materia prima fue escurrida y pesada para determinar el rendimiento en COCIDO. Inmediatamente después, las muestras se dispusieron en el secador solar, debidamente identificadas con rótulos impresos. Se cuantificó el contenido de humedad inicial (día 1) y se realizaron mediciones diarias para monitorear la cinética de secado, hasta alcanzar un porcentaje de humedad inferior al 9%; este valor se estableció como parámetro crítico para garantizar la estabilidad fisicoquímica y microbiológica de la harina de origen marino. El proceso de secado se completó en un periodo de tres días en los tratamientos escaldados bajo condiciones óptimas, mientras que el tratamiento sin escaldado, extendiéndose a cuatro días ante la dificultad para eliminar el agua y por tener la mayor humedad al inicio del secado.

Finalmente, los residuos secos fueron pesados para obtener el peso en SECO y procesados en un molino de martillos hasta alcanzar un tamaño de partícula de 1 mm, posteriormente se pesó nuevamente para determinar la pérdida de “finos” que son partículas con un diámetro muy ínfimo que se pierden por las corrientes del aire y otros factores, obteniendo así el peso en HARINA. El producto final se envasó en bolsas de polietileno con cierre hermético para prolongar su vida útil, reducir la oxidación de

las grasas e impidiendo la reabsorción de humedad, procediendo al rotulado correspondiente para asegurar su correcta trazabilidad e identificación.

3.4. METODOLOGÍA PARA LA DETERMINACIÓN DE HUMEDAD

3.4.1. Monitoreo de la cinética de secado y determinación de humedad diaria

La determinación del contenido de humedad durante el proceso de secado se efectuó siguiendo los lineamientos del método oficial **AOAC 930.15 (1990)**, basado en la cuantificación de la pérdida de masa por desecación en estufa. El procedimiento se ejecutó bajo las siguientes etapas:

- a) **Acondicionamiento de los recipientes:** Se utilizaron placas Petri debidamente identificadas y codificadas. Para garantizar la precisión, se asignaron muestras por triplicado para cada uno de los cuatro tratamientos evaluados. Estas fueron sometidas a un proceso de secado previo en estufa a 105 °C durante 20 minutos con el fin de eliminar cualquier rastro de humedad superficial, siendo posteriormente enfriadas y pesadas en una balanza analítica.
- b) **Muestreo diario y preparación:** El monitoreo se realizó diariamente a las 09:00 horas, iniciando con la medición de la humedad inicial (día del escaldado). Para cada evaluación, se recolectaron de manera aleatoria tres unidades (cabezas de langostino) por cada tratamiento. Las muestras se colocaron en las placas previamente taradas y se registró el peso inicial de cada unidad experimental.
- c) **Deshidratación en estufa:** Las placas Petri con las muestras se introdujeron en la estufa a una temperatura constante de 105 °C. El proceso de secado se mantuvo hasta que las muestras alcanzaron un peso constante, asegurando la evaporación total del agua libre presente en el tejido del crustáceo.

- d) **Pesaje final y cálculo:** Una vez concluido el tiempo de estufa, las muestras se trasladaron al desecador para su enfriamiento hasta temperatura ambiente. Finalmente, se registró el peso de la muestra deshidratada y se determinó el porcentaje de humedad mediante la diferencia gravimétrica de masas.
- e) **Almacenamiento:** Tras la determinación de humedad, las muestras deshidratadas se preservaron en bolsas con cierre hermético, debidamente rotuladas, para su posterior adición al proceso de molido.

La determinación de humedad estará definida por la siguiente formula:

$$\%(humedad) = \frac{W_f - W_i}{W_i} \times 100$$

$$W_f = \text{Peso de la muestra final}$$

$$W_i = \text{Peso de la muestra inicial}$$

3.4.2. Monitoreo de los parámetros meteorológicos

Para evaluar la variabilidad de las condiciones ambientales durante el periodo de secado solar, se procedió a la cuantificación sistemática de tres variables meteorológicas clave. Las mediciones fueron realizadas diariamente durante la fase de máxima incidencia solar (12:00 h) para asegurar la uniformidad de los datos:

- a) **Temperatura ambiente máxima (T° amb):** Valor máximo registrada mediante el uso de un termohigrómetro digital, con el fin de determinar las condiciones térmicas del entorno circundante al sistema de secado.
- b) **Temperatura de la superficie de secado (T° manta):** Medida directamente sobre la superficie de la manta mediante un termómetro infrarrojo (láser), proporcionando datos precisos sobre la transferencia de calor absorbida por el producto.

- c) **Humedad relativa (HR):** Obtenida a partir de la memoria registradas por el termohigrómetro digital durante las 24h, tanto máxima como mínima.

3.4.3. Determinación de humedad de la harina (Método por Termobalanza)

La determinación del contenido de humedad se realizó mediante el método de secado por radiación infrarroja/halógena, utilizando un determinador de humedad digital marca OHAUS (Serie MB). Este procedimiento, basado en el principio de termogravimetría, se ejecutó de acuerdo con las siguientes etapas:

- a) Configuración del equipo: Se procedió a la nivelación y calibración del determinador de humedad. Se configuraron los parámetros de ensayo en el panel digital, estableciendo una temperatura de secado de 105 °C a 110°C y un criterio de parada automático, el cual finaliza la prueba cuando no se detecta pérdida de peso significativa en un lapso determinado.
- b) Acondicionamiento y tara: Se colocó un platillo de aluminio desechable en el soporte del equipo y se procedió a realizar la tara para asegurar que el peso del recipiente no interfiriera con la medición de la muestra.
- c) Distribución de la muestra: Se distribuyeron aproximadamente de 2 a 5 g de harina de residuos de langostino de manera uniforme sobre la superficie del platillo. Esta disposición se realizó buscando una capa delgada y homogénea para garantizar una exposición óptima a la fuente de calor y evitar errores por una deshidratación incompleta en el centro de la muestra.
- d) Ejecución del análisis: Una vez cerrada la cámara de calefacción, se inició el proceso de deshidratación. El equipo realizó el pesaje continuo de forma automática mientras se aplicaba el calor, monitoreando la pérdida de masa en tiempo real.

- e) Registro de resultados: El proceso concluyó automáticamente al alcanzar el peso constante. El porcentaje de humedad final se obtuvo directamente de la lectura digital del equipo, registrando los datos para cada unidad experimental procesada por triplicado.

3.5. METODOLOGÍA PARA DETERMINACIÓN DE CENIZAS

3.5.1. Determinación de cenizas (Método AOAC 923.03)

La cuantificación del contenido de cenizas totales se realizó mediante el método gravimétrico por incineración en mufla, siguiendo los lineamientos de la **AOAC (1990)**. El procedimiento se desarrolló bajo las siguientes etapas técnicas:

- a) **Preparación de los crisoles:** Se utilizaron crisoles de porcelana debidamente identificados, los cuales fueron sometidos a un proceso de higienización y secado previo en estufa a 105 °C para eliminar trazas de humedad. Posteriormente, se redujo la temperatura y se registró su peso inicial en una balanza de precisión analítica.
- b) **Pesaje de la muestra:** Se procedió a tarar los recipientes y a pesar aproximadamente 2 a 5 g de harina de residuos de camarón por cada tratamiento. Los datos de peso de muestra y peso de crisol fueron registrados rigurosamente para los cálculos posteriores.
- c) **Incineración:** Los crisoles se introdujeron en la mufla a una temperatura de 600 °C. El proceso de incineración se mantuvo hasta la obtención de cenizas blancas o grisáceas de peso constante, indicando la combustión completa de los compuestos carbonosos.
- d) **Enfriamiento y determinación final:** Al finalizar el tiempo de incineración en la mufla, los crisoles se trasladaron al desecador para su enfriamiento a temperatura ambiente. Finalmente, se pesaron las muestras incineradas para determinar el porcentaje de cenizas mediante la relación entre el residuo inorgánico remanente

y el peso inicial de la muestra, el peso inicial de la muestra fue corregido respecto a la humedad inicial que tenía cada tratamiento, teniendo así el peso inicial de la muestra seca.

El porcentaje de cenizas estará determinado por la siguiente formula:

$$\%(cenizas) = \frac{W_f - W_c}{W_i - W_c} \times 100$$

$$W_f = \text{Peso de la muestra final}$$

$$W_i = \text{Peso de la muestra inicial (sin humedad)}$$

$$W_c = \text{Peso del crisol}$$

3.6. CARACTERIZACIÓN BROMATOLÓGICA DE LA HARINA RESIDUAL

La determinación de los componentes proximales (fibra cruda, grasa y proteína) se delegó al laboratorio especializado **SAT Perú** (Lince, Lima), utilizando metodologías oficiales estandarizadas (ver tabla 8).

Para el muestreo, se homogeneizaron y extrajeron muestras de **200 g** de harina residual de langostino por cada unidad experimental, cubriendo la totalidad de los tratamientos y sus respectivas repeticiones. Las muestras fueron dispuestas en envases herméticos, debidamente codificadas y rotuladas para garantizar la cadena de custodia y la trazabilidad del ensayo desde su origen en Tumbes hasta su recepción analítica.

Tabla 8: Métodos de referencia oficiales empleados por SAT Perú para el análisis proximal de la harina de cabeza de langostino.

Componente	Método de Referencia	Principio Analítico / Descripción
Fibra cruda	AOAC 962.09, 22nd Ed. (2023)	<i>Fiber (crude) in Animal Feed and Pet Food.</i> Digestión ácida y alcalina consecutiva.
Grasa (Extracto etéreo)	AOAC 920.39, 22nd Ed. (2023)	<i>Fat (crude) or Ether Extract in Animal Feed.</i> Extracción continua por solventes orgánicos (Método Soxhlet - Validado).
Proteína bruta	AOAC 984.13, 22nd Ed. (2023)	<i>Protein (crude) in Animal Feed and Pet Food.</i> Método Kjeldahl utilizando catalizador de cobre.

3.7. FACTOR DE CORRECCIÓN PARA EL CÁLCULO DE LA PROTEÍNA VERDADERA

El resultado del análisis de proteína bruta, determinado convencionalmente mediante la cuantificación de nitrógeno total (Método Kjeldahl), tiende a estar sobreestimado en las harinas de origen marino con exoesqueleto. Esta desviación analítica es consecuencia directa de la presencia de quitina, un polímero estructural que aporta nitrógeno no proteico (NNP) a la matriz.

Para corregir esta interferencia, se aplicó la metodología propuesta por Sudwischer et al. (2025), quienes establecen que la molécula de quitina contiene un **6.89%** de nitrógeno estructural en su composición. En consecuencia, al multiplicar este valor (expresado en su forma decimal, **0.0689**) por el factor universal de conversión de nitrógeno a proteína (**6.25**), se obtiene una constante de corrección equivalente a **0.4306**. Esta constante permite aislar y descontar la fracción de NNP del balance de materia final.

Para la aplicación práctica de este factor, se adoptó el postulado de Finke (2007), el cual determina que la cuantificación de la fibra cruda en los artrópodos es cuantitativamente homologable a su contenido de quitina. Dicha equivalencia ha sido corroborada específicamente para subproductos de langostino por Sangkaew y Koh (2021), quienes demostraron una correlación directa y

estadísticamente significativa entre la fibra cruda evaluada y el contenido real de quitina, además según Sangkaew y Koh (2021), se determinó que la diferencia de la fibra cruda 15.6% y la quitina 14.7 es de 0.9% para residuos de *litopenaeus vannamei*. Por lo tanto, se validó el uso de la fibra cruda como estimador directo para la corrección de la proteína verdadera, aplicando la siguiente ecuación:

$$\%PB \text{ verdadera} = \%PB - 0.4306 * \%Fibra$$

3.8. ESTANDARIZACIÓN DE RESULTADOS A BASE SECA (BS)

Para eliminar el sesgo introducido por el contenido de humedad remanente en las muestras el cual varía en función de la eficiencia del secado solar y las condiciones ambientales de cada bloque experimental, todos los resultados de los análisis proximales (proteína, grasa, cenizas y fibra) fueron expresados en **Base Seca (BS)**. Esta normalización permite realizar una comparación equitativa y precisa del valor nutricional entre los diferentes tratamientos térmicos, independientemente de su humedad final.

El cálculo se ejecutó aplicando el factor de conversión estandarizado para cada macronutriente mediante la siguiente ecuación:

$$Nutriente_{BS} = \frac{Nutriente_{BH} \times 100}{100 - \%Humedad}$$

3.9. EVALUACIÓN ORGANOLÉPTICA DE LOS TRATAMIENTOS

Para determinar las características físicas y sensoriales de los diferentes tratamientos de harina de cabeza de camarón (T0, T1, T2 y T3) de cada semana de procesamiento, se llevó a cabo una evaluación organoléptica descriptiva. Este análisis se ejecutó sin el uso de equipos instrumentales, basándose en la apreciación sensorial directa de las muestras bajo condiciones ambientales controladas para garantizar la reproducibilidad de las observaciones.

Las muestras correspondientes a cada tratamiento se dispusieron en recipientes transparentes (placas petri o envases cristal) sobre una superficie blanca y plana, bajo iluminación de luz blanca fría (tipo fluorescente o LED).

Esto se realizó con el objetivo de evitar sombras o distorsiones visuales generadas por luces cálidas. Se evaluaron cualitativamente tres parámetros fundamentales:

3.9.1. Determinación del Color

Se realizó mediante inspección visual directa frente a un fondo neutro (blanco). Se observó la tonalidad y la intensidad de la pigmentación de las muestras, buscando identificar la preservación térmica de los carotenoides (astaxantina) o el oscurecimiento por reacciones de pardeamiento (Melanización).

3.9.2. Determinación del Olor

Se evaluó mediante percepción olfativa directa inmediatamente después de abrir cada recipiente que contenía cada muestra. El objetivo fue diferenciar las notas aromáticas deseadas (olor característico a crustáceo) frente a la presencia de compuestos nitrogenados volátiles indicativos de degradación proteica (olor amoniacal).

3.9.3. Determinación de la Textura (Apariencia Física)

Se analizó visualmente y mediante manipulación táctil. Se determinó la capacidad de flujo libre de las partículas para clasificar la muestra según la textura evaluada.

3.10. FORMULACIONÓDE LAS HIPÓTESIS

3.10.1. Sobre efecto de la temperatura

Hipótesis Nula (H_0): La variación de la temperatura de escaldado (80 °C, 90 °C y 100 °C) no genera diferencias significativas en los parámetros de calidad bromatológica (proteína bruta, extracto etéreo, fibra cruda y cenizas) de la harina de residuos de langostino.

Hipótesis Alternativa (H_1): La variación de la temperatura de escaldado genera diferencias significativas en al menos uno de los parámetros de calidad bromatológica de la harina de residuos de langostino.

3.10.2. Sobre el efecto del procesamiento

Hipótesis Nula (H_0): No existen diferencias significativas en la composición proximal de la harina de residuos de langostino sometida a pretratamiento térmico (escaldado) en comparación con la harina obtenida sin tratamiento térmico (testigo).

Hipótesis Alternativa (H_1): La aplicación de un pretratamiento térmico (escaldado) produce mejoras y diferencias significativas en la composición proximal de la harina de residuos de langostino frente a la materia prima sin tratar (testigo).

3.11. PROCESAMIENTO DE DATOS Y ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Para el procesamiento de los datos obtenidos en los ensayos proximales, se empleó un enfoque estadístico diferenciado según la naturaleza de las hipótesis planteadas, debido a que las repeticiones se ejecutaron en lotes independientes bajo condiciones de frescura variables que nos hizo diferir en el % de los macronutrientes, se utilizó un **Diseño de Bloques Completamente al Azar (DBCA)**..

3.11.1. Análisis para la Hipótesis 1 (Efecto de la Temperatura)

En este modelo, los niveles de temperatura de escaldado se definieron como el factor de estudio, mientras que los lotes de producción (repeticiones) se establecieron como bloques para reducir la varianza del error experimental. Se aplicó un Análisis de Varianza (ANOVA) y, ante la existencia de significancia estadística ($p < 0.05$), se procedió con la **prueba de comparación de medias de Tukey** al 95% de confianza para determinar cuáles temperaturas difieren entre sí.

3.11.2. Análisis para la Hipótesis 2 (Efecto del Escaldado frente al Testigo)

Con el fin de contrastar la eficacia del pretratamiento térmico frente a la materia prima sin procesar, se aplicó la **prueba de Dunnett**. Este análisis permitió comparar de manera específica cada nivel de temperatura (80, 90 y 100 °C) contra el grupo control (S/T), validando si la aplicación de calor genera una mejora significativa en la calidad bromatológica respecto al método tradicional sin cocción.

Toda la gestión estadística se realizó mediante el software Microsoft Excel, utilizando el complemento especializado **Real Statistics Resource Pack**. Los resultados se presentaron mediante tablas de resumen de varianza y gráficos de barras con letras de significancia para facilitar la interpretación técnica de los hallazgos.

3.12. MATRIZ DEL DISEÑO EXPERIMENTAL (DBCA)

Tabla 9: Matriz para la hipótesis 01

Bloques (Lotes/Rep.)	T1 (80 °C)	T2 (90 °C)	T3 (100 °C)
Bloque 1	Unidad Exp. 1	Unidad Exp. 2	Unidad Exp. 3
Bloque 2	Unidad Exp. 4	Unidad Exp. 5	Unidad Exp. 6
Bloque 3	Unidad Exp. 7	Unidad Exp. 8	Unidad Exp. 9

Tabla 10: Matriz para la hipótesis 02

Bloques (Lotes/Rep.)	T0 (Testigo S/T)	T1 (80 °C)	T2 (90 °C)	T3 (100 °C)
Bloque 1	Unidad Exp. 1	Unidad Exp. 2	Unidad Exp. 3	Unidad Exp. 4
Bloque 2	Unidad Exp. 5	Unidad Exp. 6	Unidad Exp. 7	Unidad Exp. 8
Bloque 3	Unidad Exp. 9	Unidad Exp. 10	Unidad Exp. 11	Unidad Exp. 12

3.13. METODOLOGÍA PARA LA FORMULACIÓN DEL BALANCEADO

Tras concluir las etapas de procesamiento, el análisis proximal y estadístico, se procedió a la selección del mejor tratamiento para la obtención de harina de cabeza de langostino con el perfil nutricional óptimo para su integración en la formulación de una dieta experimental, esta cuenta con una condición de frescura máxima, proteína y grasa elevados, y cenizas y fibra a niveles bajos.

El proceso de formulación se desarrolló mediante hojas de cálculo en Microsoft Excel, empleando el método de balanceo por tanteo de ingredientes para satisfacer las demandas nutricionales específicas del ave. El objetivo principal del modelo fue maximizar el nivel de inclusión de la harina de cabeza de langostino, respetando en todo momento sus limitaciones técnicas y nutricionales. Para la ejecución precisa de este procedimiento, se establecieron los siguientes criterios operativos:

Requerimientos Nutricionales del Ave: El balanceo se realizó tomando como base la guía oficial de la línea Cobb 500, la cual define las exigencias de energía metabolizable (EM), proteína, aminoácidos esenciales, calcio, fósforo, sodio, cloro y ácido linoleico para la etapa de crecimiento.

Matriz Nutricional de los Ingredientes: Los aportes nutricionales de los insumos complementarios (tales como el maíz, la harina de soya y aceite de soya) se extrajeron de las Tablas Brasileñas para Aves y Cerdos (Rostagno et al., 2017), los demás orígenes de los ingredientes se detallan en los anexos.

Datos Específicos de la Harina de Cabeza de Camarón: Para representar este insumo en la matriz, se utilizaron los valores reales obtenidos en el análisis proximal de laboratorio de la harina producida en esta investigación. Dado que el análisis proximal no abarca todos los parámetros exigidos por la línea Broiler, los valores complementarios (como perfiles específicos de aminoácidos y determinación de calcio - fósforo) se estimaron mediante la revisión de literatura y estudios previos de otros autores.

Restricción Operativa de Fibra Cruda: Debido a su origen artrópodo, la harina de cabeza de camarón presenta una concentración elevada de quitina, lo que incrementa significativamente su aporte de fibra cruda. Aunque los manuales de requerimientos de la línea Cobb 500 no prescriben niveles específicos de fibra, fue necesario incorporar este parámetro como una restricción matemática dentro de la formulación para controlar los límites de inclusión y prevenir efectos adversos en la digestibilidad.

3.13.1. Determinación de Calcio y Fósforo

A partir de la literatura consultada, se determina que la relación Ca:P para cabezas completas oscila de manera estable entre 2.6:1 y 3.4:1. Por consiguiente, para el desarrollo de la matriz de formulación en esta investigación, se adoptaron los criterios composicionales de Belandria y morillo (2013), debido a que evaluaron el 100% del cefalotórax y reportaron un porcentaje de cenizas homólogo al obtenido experimentalmente en este estudio (18.09%).

Se procedió a determinar el factor de corrección, dividiendo la cantidad de calcio (3.40 %) y fósforo (1.29 %) entre las cenizas (16.73%), esto nos ayuda a determinar la cantidad de calcio y fósforo en (g/100g alimento o %) para cualquier porcentaje de ceniza, en nuestro caso (18.09%).

3.13.2. Determinación del perfil de aminoácidos

Para la caracterización del perfil de aminoácidos de la harina de cabeza de langostino, se tomó como referencia el estudio de Fanimó et al. (2004), debido a la correspondencia de la especie y a que detalla los aminoácidos esenciales requeridos para la línea genética de pollos de engorde Cobb 500. Dado que los valores originales del artículo se encuentran expresados en base tal como se ofrece (g / 100 g de alimento), fue necesario normalizar dichos datos a base proteica (g/100 g de proteína). Finalmente, teniendo la concentración de los aminoácidos sobre la cantidad de proteína, se determinaron los aportes definitivos de

aminoácidos expresados en gramos por cada 100 gramos de ingrediente para su posterior integración en la matriz de formulación.

Figura 1: Analisis proximal de harina de camarón y pescado

	Shrimp meal	Fish meal
Dry matter	92.30	96.10
Crude protein	39.45	64.50
Crude fibre	12.30	0.08
Ether extract	9.00	7.00
Ash	24.00	9.60
Calcium	15.77	3.00
Phosphorus	0.45	2.00
Methionine	0.80	1.09
Lysine	1.66	4.14
Arginine	1.60	3.61
Tryptophane	0.40	0.56
Threonine	1.42	2.38
Aspartic acid	3.38	5.19
Serine	1.42	2.40
Glutamic acid	4.52	7.75
Proline	1.34	3.27
Glycine	1.96	5.38
Alanine	1.92	4.14
Cysteine	0.40	0.90
Valine	1.98	3.00
Isoleucine	1.50	2.10
Leucine	2.18	4.14
Tyrosine	1.84	1.66
Phenylalanine	4.36	2.24
Histidine	0.64	1.55

Fuente: Fanimó et al. (2004)

3.13.3. Determinación de los límites de inclusión de fibra dietética en la matriz de formulación

Las guías nutricionales oficiales para la línea genética Cobb 500 establecen con precisión los requerimientos de energía metabolizable y perfiles de aminoácidos esenciales; sin embargo, no prescriben restricciones específicas para el nivel de fibra cruda (FC) en la dieta. Dado que el ingrediente experimental evaluado en este estudio, la harina de cabeza de langostino, posee una fracción fibrosa intrínseca de alta insolubilidad atribuida a la presencia de quitina en su exoesqueleto, resultó imperativo establecer el control de la fibra cruda.

Históricamente, la fibra dietética en avicultura ha sido considerada un factor antinutricional o un simple diluyente energético. No obstante, investigaciones recientes en fisiología digestiva aviar demuestran que la

ausencia total de fibra compromete el desarrollo del tracto gastrointestinal, mientras que los excesos deprimen el consumo y la digestibilidad de los nutrientes. Para resolver esta brecha técnica, se adoptó el criterio establecido por Mateos et al. (2012), quienes determinaron que las aves de corral requieren una cantidad mínima de fibra para el correcto desarrollo funcional de la molleja, la estimulación de los movimientos antiperistálticos y el aumento en la secreción de ácido clorhídrico y enzimas endógenas.

Con base en dicha evidencia, y para optimizar la digestibilidad de la matriz proteica de la HCC, se estableció una restricción operativa, fijando un rango de inclusión de fibra cruda total en la dieta con un límite biológico óptimo de entre el 2.0% y el 3.5%.

3.13.4. Determinación de la Energía Metabolizable (EM)

Para la estimación de la Energía Metabolizable (EM) de la harina de cabeza de langostino, se empleó la ecuación de predicción propuesta por Janssen (1989), la cual se formula en base seca (MS) de la siguiente manera:

$$EM_{BS} \left(\frac{kcal}{kg} \text{ en MS} \right) = 36.21x PB + 85.44x EE + 37.26 x ELN$$

EM= energía metabolizable, PB=Proteína Bruta, EE= Extracto Etéreo, ELN = Extracto libre de Nitrógeno, todos los parámetros en base seca.

En el desarrollo del modelo matemático para este ingrediente, se optó por omitir el aporte calórico del Extracto Libre de Nitrógeno (ELN). Esta decisión metodológica se fundamenta en que, en los subproductos de crustáceos, la fracción de carbohidratos solubles (NFE/ELN) y la fibra estructural se encuentran asociadas principalmente al polímero de la quitina; este compuesto posee una baja digestibilidad y un aprovechamiento energético prácticamente nulo en el tracto gastrointestinal del pollo de engorde.

Finalmente, el valor obtenido se multiplicó por la Materia seca del alimento (91.80% o 0.918) para reajustar la densidad energética comercial del ingrediente (*as-fed*).

$$EM \left(\frac{kcal}{kg} \right) = EM_{BS} * 0.918$$

3.13.5. Análisis proximal teórico del alimento balanceado

Una vez definidos los niveles de inclusión y consolidados los aportes porcentuales de macro y micronutrientes en la matriz de formulación, se procedió a determinar el análisis proximal teórico de la ración. Para el cálculo de la humedad final de la mezcla, se aplicó un balance de masa parcial mediante un promedio ponderado; este procedimiento cuantificó la humedad intrínseca aportada por cada ingrediente en función de su participación en la masa total de la dieta, expresando el resultado final en porcentaje (%).

$$H_{final} = \frac{\sum_{i=1}^n (H_i \times I_i)}{100}$$

H_i : %Humedad del ingrediente

I_i : %inclusion

IV. RESULTADOS

4.1. MONITOREO DE LAS CONDICIONES AMBIENTALES DE SECADO

En la Tabla 11 se detallan las condiciones climatológicas registradas durante el proceso de secado de las tres repeticiones. La temperatura ambiental medida al mediodía (T° max) se mantuvo en un rango cálido, fluctuando entre los 30.8 °C y 34.2°C a lo largo de todos los ensayos. Estas condiciones de temperatura ambiente sostenida proporcionaron una base térmica favorable para el inicio de la evaporación superficial del agua en la materia prima, mientras tanto la manta que es la superficie donde reposan los residuos actuó como un receptor de radiación, logrando picos de temperatura significativamente superiores, alcanzando máximas de hasta 71 °C.

Durante las primeras 48 horas del proceso de deshidratación, la temperatura registrada sobre las láminas de absorción térmica fue significativamente menor en comparación con el periodo final de secado (días 3, 4 y 5). Esta diferencia técnica se debió a que, durante la fase inicial, el secador se mantuvo protegido por la malla tipo celosía. A partir del tercer día, se procedió a la remoción de dicha cobertura, permitiendo el paso total de la radiación solar sobre el producto. Esta acción permitió elevar la temperatura operativa hasta alcanzar picos de **71 °C**, optimizando la transferencia de calor.

Se observó la presencia de vectores este fenómeno fue más pronunciado en las unidades experimentales del grupo testigo (S/T), las cuales, al no haber recibido tratamiento térmico previo, resultaban más atractivas para los insectos.

Respecto a la humedad relativa, se observó una variabilidad entre 40% y 80%, donde los picos más alto de HR fueron los días que coincidieron con lluvia, perjudicando el secado.

Tabla 11: Monitoreo diario de las condiciones climatológicas ambientales y de la superficie de secado para los tres lotes experimentales.

Repetición	Día	T° mediodía (°C)	T° manta (°C)	HR max (%)	HR min (%)
Repetición 01	Día 01	33.5	45	72	56
	Día 02	31.2	47	68	41
	Día 03	32.7	70	68	44
	Día 04	31.4	67	70	42
	Día 05	33.7	69	74	66
	Día 06	33.1	71	62	45
Repetición 02	Día 01	32.5	47	70	54
	Día 02	32.6	44	69	50
	Día 03	30.9	68	67	46
	Día 04	33.0	69	80	45
	Día 05	34.2	69	71	48
	Día 06	33.1	71	62	45
Repetición 03	Día 01	32.4	40	78	49
	Día 02	32.8	43	65	40
	Día 03	31.5	68	80	65
	Día 04	30.8	70	65	55
	Día 05	32.5	70	64	48
	Día 06	33.1	71	62	45

4.2. MONITOREO DE CINÉTICA DE SECADO

En la Tabla 12, 13 y 14, se presentan el monitoreo diario de la cinética de secado de los tres lotes evaluados (Semanas 01, 02 y 03). La materia prima inicia el proceso de secado teniendo la mayor humedad inicial la muestra sin tratamiento (S/T) y menor humedad inicial las muestras que pasaron por tratamiento térmico, esto se evidencia en las tres semanas. Durante los primeros dos días, los lotes sometidos a tratamientos térmicos (80°C, 90°C y 100°C) presentaron caídas de humedad más aceleradas en comparación con las muestras sin tratamiento (S/T). Como caso representativo, en el Día 3 de la Semana 02, el tratamiento a 80°C registró una humedad del 34.42%, mientras que la muestra S/T se mantuvo en 58.12%.

Tabla 12: Monitoreo de la cinética de secado (%humedad) de la primera repetición (sem. 01)

	DIA	S/T	80°C	90°C	100°C
DIA DE COCCIÓN	14/04/2026	80.64	77.17	76.81	75.58
DIA 2	15/04/2026	77.83	72.54	72.26	72.24
DIA 3	16/04/2026	58.8	47.91	43.67	43.93
DIA 4	17/04/2026	22.62	12.25	13.23	11.82
DIA 5	18/04/2026	24.37	14.93	15.11	14.68
DIA 5 (tarde)	18/04/2026	19.33	7.37	7.33	7.83
DIA 6 (tarde)	19/04/2026	8.85			

Figura 2: Cinética de secado (%) de la harina residual en la semana 01 bajo diferentes tratamientos térmicos de escaldado.

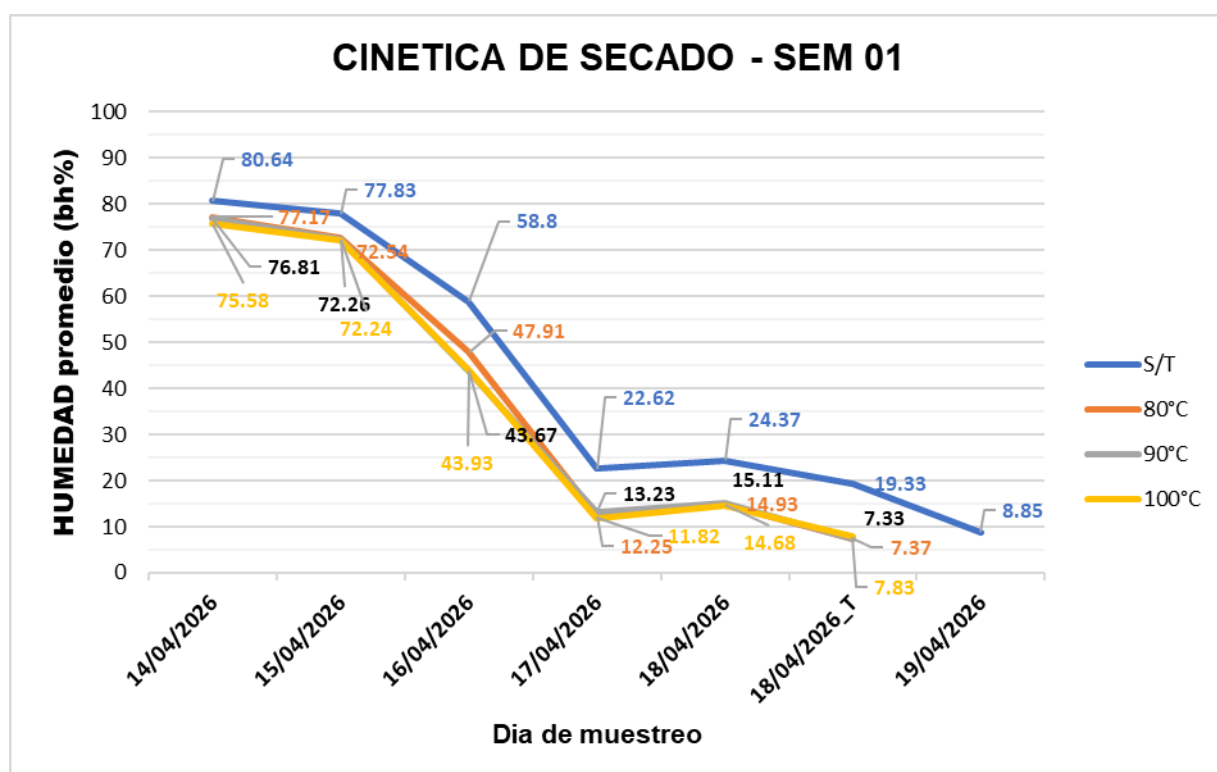


Tabla 13: Monitoreo de la cinética de secado (% humedad) de la segunda repetición (sem. 02)

	DIA	S/T	80°C	90°C	100°C
DIA DE COCCIÓN	21/04/2026	77.8	76.43	75.02	75.2
DIA 2	22/04/2026	68.76	59.8	64.18	62.96
DIA 3	23/04/2026	58.12	34.42	42.51	34.58
DIA 4	24/04/2026	33.69	15.78	17.34	15.23
DIA 4 (tarde)	24/04/2026_T	23.43	8.2	8.39	8.2
DIA 5 (tarde)	25/04/2026	7.23			

Figura 3: Cinética de secado (%) de la harina residual en la semana 02 bajo diferentes tratamientos térmicos de escaldado.

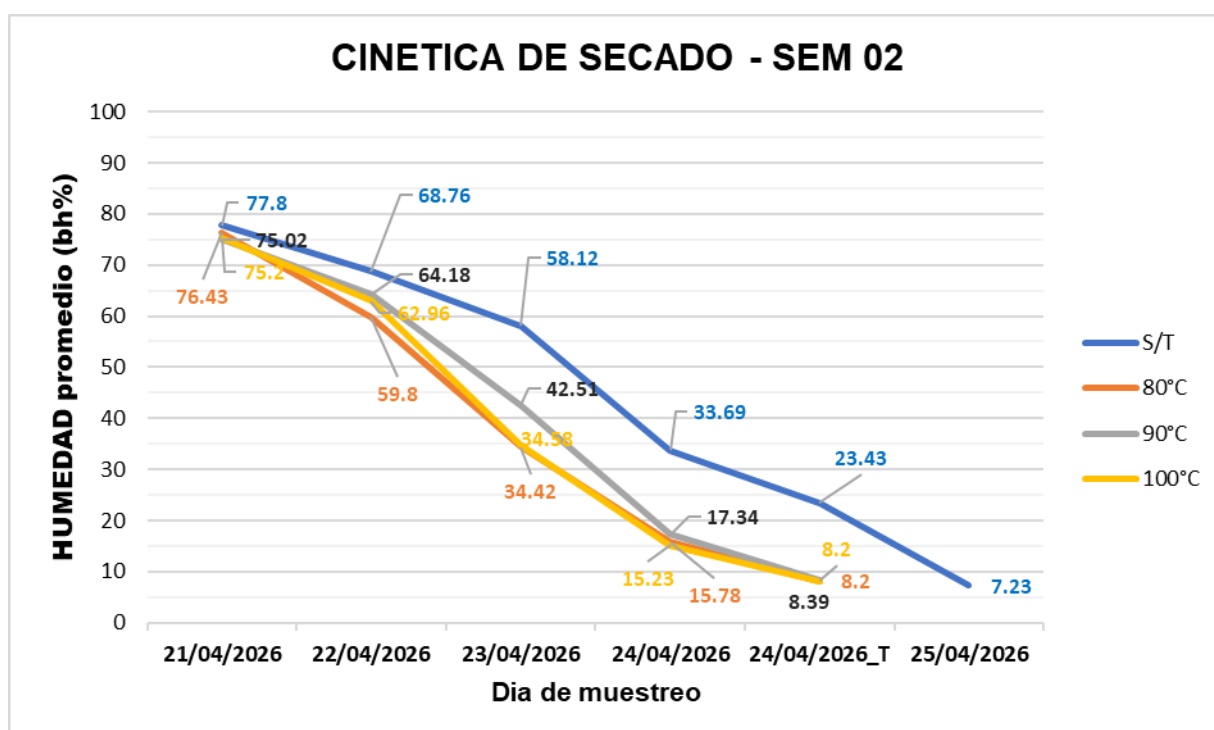
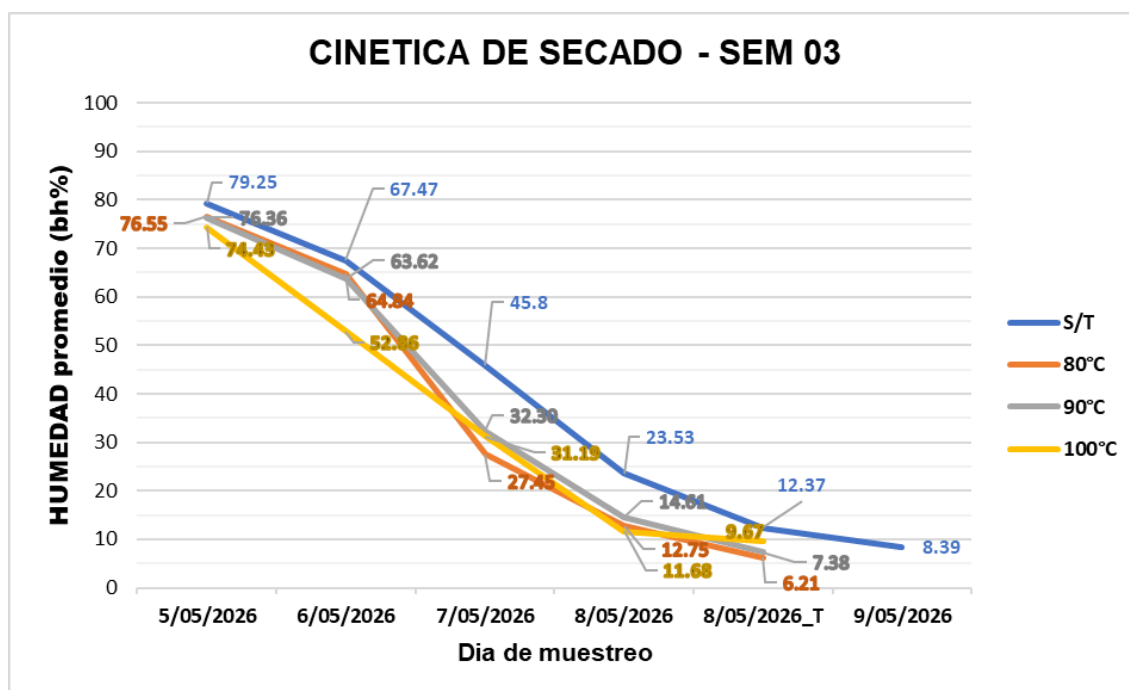


Tabla 14: Monitoreo de la cinética de secado (%humedad) de la primera repetición (sem. 03)

	DIA	S/T	80°C	90°C	100°C
DIA DE COCCIÓN	5/05/2026	79.25	76.55	76.36	74.43
DIA 2	6/05/2026	67.47	64.84	63.62	52.86
DIA 3	7/05/2026	45.8	27.45	32.30	31.19
DIA 4	8/05/2026	23.53	12.75	14.61	11.68
DIA 4 (tarde)	8/05/2026_T	12.37	6.21	7.38	9.67
DIA 5 (tarde)	9/05/2026	8.39			

Figura 4: Cinética de secado (%) de la harina residual en la semana 03 bajo diferentes tratamientos térmicos de escaldado.



4.3. DETERMINACIÓN DE TIEMPO DE SECADO

El tiempo de secado se estableció en 4 días tomando como referencia la prueba de la Semana 01, ya que para el Día 5 se registró un incremento en el porcentaje de humedad respecto al Día 4. Por otro lado, la muestra sin tratamiento (S/T) requirió 5 días de secado; este tiempo prolongado se atribuye a su mayor contenido de humedad inicial, como consecuencia de no haber pasado por un proceso previo de coagulación de las proteínas mediante calor.

4.4. RENDIMIENTO DEL PROCESO DE OBTENCIÓN DE HARINA

En la tabla 15, 16 y 17 se detallan el rendimiento de harina obtenido en esta investigación, que osciló globalmente entre **11.67% y 18.32%**. Sin embargo, es necesario comparar los rendimientos en **base seca** es decir sin la presencia de la humedad, para no inflar un rendimiento por un exceso de esta (ver tabla 18).

Tabla 15: Rendimiento (%) en harina de la repetición 1

ESTADO	S/T	80 °C	90°C	100 °C	TOTAL
FRESCO (kg)	5.2	4.8	4.8	5.15	19.95
COCIDO (kg)	5.2	3	2.9	3.2	14.30
% en pérdida de peso	0.00%	37.50%	39.58%	37.86%	
SECO (kg)	0.8	0.61	0.6	0.72	2.73
HARINA (kg)	0.76	0.57	0.56	0.67	2.56
RENDIMIENTO (%)	14.62	11.88	11.67	13.01	
HUMEDAD prom (%)	8.85	7.37	7.33	7.83	
RENDIMIENTO base seca (%)	13.32	11.00	10.81	11.99	

Tabla 16: Rendimiento (%) en harina de la repetición 2

ESTADO	S/T	80 °C	90°C	100 °C	TOTAL
FRESCO (kg)	4.75	5	5	4.85	19.60
COCIDO (kg)	4.75	3.3	3.9	3.65	15.60
% en perdida en peso	0.00%	34.00%	22.00%	24.74%	
SECO (kg)	0.91	0.742	0.907	0.853	3.41
HARINA (kg)	0.87	0.7	0.862	0.815	3.25
RENDIMIENTO (%)	18.32	14.00	17.24	16.80	
HUMEDAD prom (%)	7.23	8.2	8.39	8.2	
RENDIMIENTO base seca (%)	16.99	12.85	15.79	15.43	

Tabla 17: Rendimiento (%) en harina de la repetición 3

ESTADO	S/T	80 °C	90°C	100 °C	TOTAL
FRESCO (kg)	5	5	5	5	20.00
COCIDO (kg)	5	3.437	3.5	3.313	15.25
% perdida en peso	0.00%	31.26%	30.00%	33.74%	
SECO (kg)	0.698	0.745	0.766	0.818	3.03
HARINA (kg)	0.668	0.715	0.736	0.788	2.91
RENDIMIENTO (%)	13.35	14.30	14.72	15.76	
HUMEDAD prom (%)	8.39	6.21	7.38	9.67	
RENDIMIENTO base seca (%)	12.23	13.41	13.63	14.24	

4.4.1. Rendimiento de harina en base seca

Tabla 18: rendimiento de harina de cabezas de camarón en base seca (%)

	S/T	80 °C	90 °C	100°C
SEMANA 01	13.32	10.81	10.81	11.81
SEMANA 02	16.99	12.85	15.79	15.43
SEMANA 03	12.23	13.41	13.63	14.24
Promedio	14.18	12.36	13.41	13.82
S.D	2.494	1.371	2.498	1.842

4.5. EVALUACIÓN ORGANOLÉPTICA DE LAS MUESTRAS Y LA HARINA

Durante la etapa de recepción y selección manual de los residuos hidrobiológicos, se determinó el grado de frescura mediante una evaluación organoléptica rigurosa, considerando parámetros de olor, color y textura de los tejidos. Este análisis permitió establecer un orden jerárquico de calidad sensorial entre los bloques evaluados, donde la **Repetición 2** evidenció una frescura superior, seguida por la **Repetición 3** y, finalmente, la **Repetición 1**.

Es relevante destacar que el rendimiento final de la harina presentó una **correlación directa** con este parámetro de frescura, siguiendo la misma tendencia decreciente ($\text{Rendimiento}_2 > \text{Rendimiento}_3 > \text{Rendimiento}_1$).

Las harinas tornaron diferentes coloraciones, desde marrón oscuro hasta anaranjado ligero, donde las muestras sin tratamiento térmico tomaron coloraciones negruzcas y en los tratamientos escaldados coloraciones anaranjadas con leves variaciones entre tratamientos, el olor fue neutro a ligeramente marino en los tratamientos escaldados, por el contrario, el grupo control manifestó un olor amoniacal, indicativo de una mayor degradación proteica.

Tabla 19: Evaluación organoléptica de las harinas residuales - semana 01

Tratamientos	T0	T1	T2	T3
Color	Marrón	anaranjado oscuro	Anaranjado	Anaranjado claro
Olor	amoniacal	Neutro	Característico a crustáceo	característico a crustáceo
Textura	grumosa	Granular	granular	Granular

Tabla 20: Evaluación organoléptica de las harinas residuales - semana 02

Tratamientos	T0	T1	T2	T3
Color	Marrón	Marrón claro	Anaranjado	Anaranjado
Olor	amoniacal	Neutro	Característico a crustáceo	característico a crustáceo
Textura	grumosa	Granular	granular	Granular

Tabla 21: Evaluación organoléptica de las harinas residuales - semana 03

Tratamientos	T0	T1	T2	T3
Color	Marrón	anaranjado oscuro	Anaranjado	Anaranjado
Olor	amoniacal	Neutro	Característico a crustáceo	característico a crustáceo
Textura	grumosa	Granular	granular	Granular

4.6. ANÁLISIS PROXIMAL CON CORRECCIÓN DE PROTEÍNA

Para evaluar la calidad nutricional de los tratamientos, se determinó inicialmente la composición proximal de las muestras obtenido por el laboratorio SAT Perú. Debido a la presencia de nitrógeno no proteico proveniente de la quitina en el exoesqueleto del langostino, se aplicó un factor de corrección (0.4306) basado en el contenido de fibra para obtener el valor real de proteína bruta. En la Tabla 22 se presentan los valores promedio de la composición proximal en base húmeda.

Tabla 22: Composición proximal en base húmeda (con proteína corregida) de la harina de residuos de langostino sometida a diferentes temperaturas de escaldado.

NUTRIENTE	ST	80 °C	90°C	100 °C
Humedad	8.16 ± 0.83	7.26 ± 1.00	7.70 ± 0.60	8.57 ± 0.97
proteína	41.64 ± 2.80	45.11 ± 4.06	46.70 ± 3.95	47.05 ± 3.31
Grasa	9.00 ± 0.69	3.87 ± 1.30	4.19 ± 1.29	5.02 ± 1.22
Fibra	11.61 ± 1.36	13.31 ± 1.62	13.76 ± 2.88	13.17 ± 1.21
Cenizas	18.62 ± 4.39	19.77 ± 4.14	19.74 ± 3.42	20.03 ± 2.28

Con el objetivo de estandarizar los resultados y eliminar la variabilidad generada por el contenido de humedad residual tras el secado, los datos nutricionales fueron transformados a base seca. La Tabla 23 expone el comportamiento de la fracción proteica, lipídica, mineral y fibrosa en base seca frente a los diferentes gradientes térmicos de escaldado (80 °C, 90 °C y 100 °C) en comparación con la materia prima sin tratamiento (S/T).

Tabla 23: Composición proximal en base seca de la harina de residuos de langostino sometida a diferentes temperaturas de escaldado.

NUTRIENTE	ST	80 °C	90°C	100 °C
proteína	45.32 ± 2.76	48.67 ± 4.80	50.61 ± 4.63	51.46 ± 3.55
grasa	9.80 ± 0.66	4.17 ± 1.42	4.54 ± 1.42	5.49 ± 1.33
fibra	12.65 ± 1.59	14.35 ± 1.66	14.90 ± 3.04	14.41 ± 1.41
cenizas	20.30 ± 4.95	21.30 ± 4.41	21.37 ± 3.59	21.90 ± 2.40

4.7. CARACTERIZACIÓN BROMATOLÓGICA DE LA HARINA

Se realizó el análisis estadístico de todos los macronutrientes en base seca.

4.7.1. Contenido de Proteína Bruta y análisis estadístico

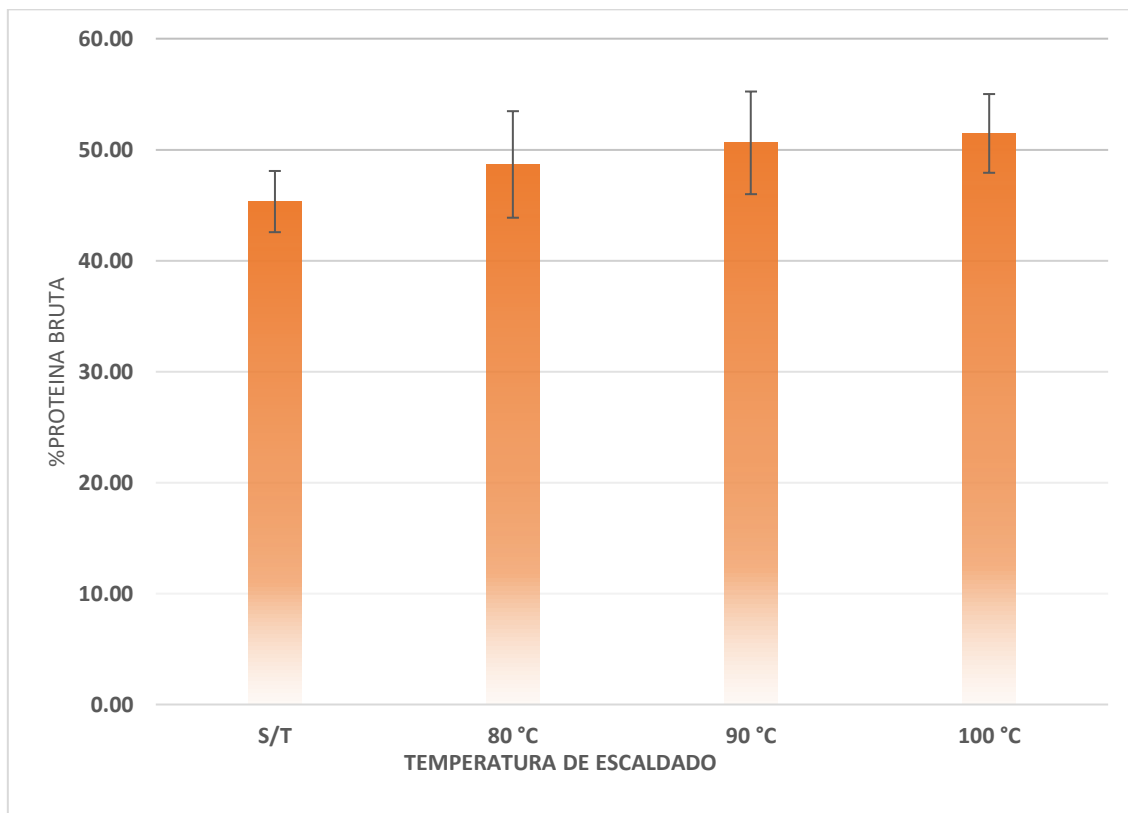
En la Tabla 24 y la Figura 5 se exponen los resultados obtenidos para el contenido de proteína bruta (%) en la harina elaborada a partir de residuos de langostino (*Litopenaeus vannamei*) sometida a diferentes temperaturas de escaldado (80 °C, 90 °C y 100 °C), en comparación con la materia prima testigo sin tratamiento térmico (S/T).

Tabla 24: Efecto de la temperatura de escaldado sobre el contenido de proteína bruta en la harina de residuos de langostino.

Tratamiento	Temperatura de escaldado (°C)	Proteína Bruta (%)
T0 (S/T)	Ninguna	45.32 ± 2.76 (*)
T1	80	48.67± 4.80 ^a (*)
T2	90	50.61± 4.63 ^{ab} (**)
T3	100	51.46± 3.55 ^b (**)

Nota. Los valores expresan el promedio de tres repeticiones ± desviación estándar. Las letras en superíndice (a, b) dentro de la misma columna indican diferencias estadísticas significativas ($p < 0.05$) entre los tratamientos térmicos de escaldado (80 °C, 90 °C y 100 °C) según la prueba de Tukey. Los símbolos entre paréntesis indican los resultados de la prueba de Dunnett ($p < 0.05$) para la comparación múltiple frente al grupo testigo; donde el símbolo (**) señala una diferencia estadística significativa con respecto al tratamiento control T0 (S/T).

Figura 5: Comportamiento del contenido de proteína bruta (%) en función del incremento de la temperatura de escaldado.



Nota. Las barras representan el valor promedio y las líneas verticales ("bigotes") indican la dispersión de los datos mediante la desviación estándar.

4.7.2. Contenido de Grasa y análisis estadístico

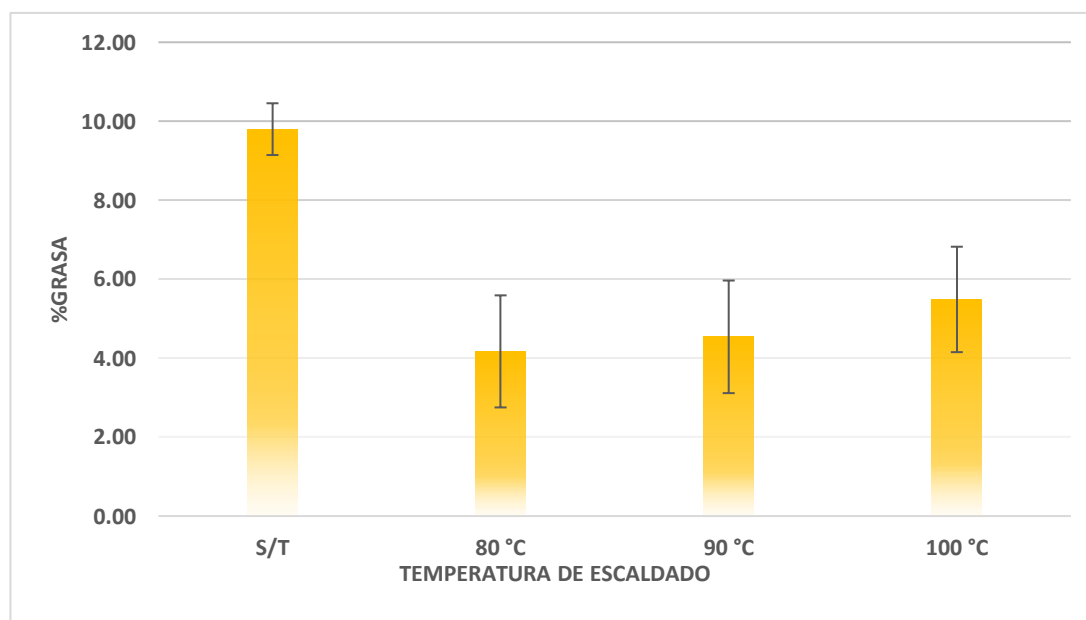
En la Tabla 25 y la Figura 6 se exponen los resultados obtenidos para el contenido de grasa (%) en la harina elaborada a partir de residuos de langostino (*Litopenaeus vannamei*) sometida a diferentes temperaturas de escaldado (80 °C, 90 °C y 100 °C), en comparación con la materia prima testigo sin tratamiento térmico (S/T).

Tabla 25: Efecto de la temperatura de escaldado sobre el contenido de grasa en la harina de residuos de langostino.

<i>Tratamiento</i>	<i>Temperatura de escaldado (°C)</i>	<i>Grasa(%)</i>
T0 (S/T)	<i>Ninguna</i>	9.80± 0.66 (*)
T1	80	4.17±1.42 ^a (**)
T2	90	4.54±1.43 ^a (**)
T3	100	5.49±1.34 ^b (**)

Nota. Los valores expresan el promedio de tres repeticiones ± desviación estándar. Las letras en superíndice (a, b) dentro de la misma columna indican diferencias estadísticas significativas ($p < 0.05$) entre los tratamientos térmicos de escaldado (80 °C, 90 °C y 100 °C) según la prueba de Tukey. Los símbolos entre paréntesis indican los resultados de la prueba de Dunnett ($p < 0.05$) para la comparación múltiple frente al grupo testigo; donde el símbolo (**) señala una diferencia estadística significativa con respecto al tratamiento control T0 (S/T).

Figura 6: Comportamiento del contenido de grasa (%) en función del incremento de la temperatura de escaldado.



4.7.3. Contenido de Humedad final.

En la Tabla 26 se detallan los resultados del contenido de humedad final de la harina de residuos de langostino para los tres bloques experimentales (repetición 01, 02 y 03). Las mediciones se realizaron por triplicado empleando el método termogravimétrico con un determinador de humedad **OHAUS**.

Tabla 26: Contenido de humedad (%) de la harina residual de Camarón (*L. vannamei*)

	S/T	80 °C	90 °C	100 °C
R1 (%)	8.85±0.18	7.37±0.33	7.33±0.06	7.83±0.30
R2 (%)	7.23±0.36	8.20± 0.19	8.39±0.08	8.20±0.12
R3 (%)	8.39±0.07	6.21± 0.11	7.38±0.24	9.67±0.23

De manera integral, la mayoría de los tratamientos lograron un contenido de humedad inferior al **9%**, cumpliendo con el parámetro crítico establecido para garantizar la estabilidad fisicoquímica y evitar la degradación microbiológica de la harina de origen marino. La desviación estándar (σ) se mantuvo por debajo de **0.36** en la mayoría de las unidades experimentales, lo que confirma la precisión del equipo **OHAUS** y la homogeneidad del secado solar casero.

4.7.4. Contenido de cenizas y análisis estadístico

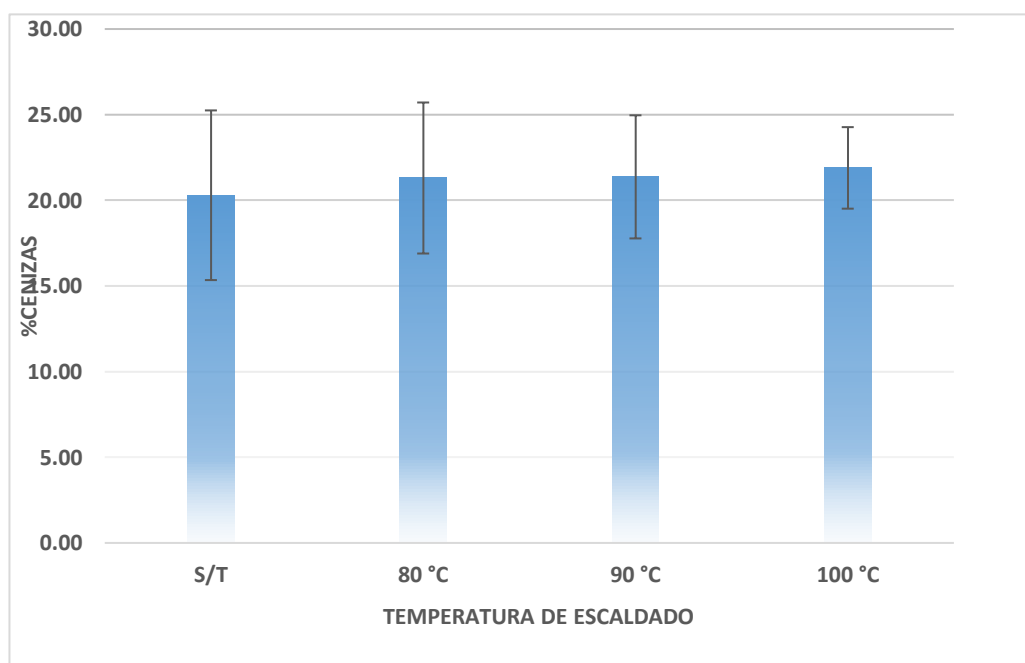
En la Tabla 27 y la Figura 7 se exponen los resultados obtenidos para el contenido de cenizas (%) en la harina elaborada a partir de residuos de langostino (*Litopenaeus vannamei*) sometida a diferentes temperaturas de escaldado (80 °C, 90 °C y 100 °C), en comparación con la materia prima testigo sin tratamiento térmico (S/T).

Tabla 27: Efecto de la temperatura de escaldado sobre el contenido de cenizas en la harina de residuos de langostino.

Tratamiento	Temperatura de escaldado (°C)	Cenizas(%)
T0 (S/T)	<i>Ninguna</i>	20.30± 4.95 (*)
T1	80	21.30±4.41 ^a (*)
T2	90	21.37±3.59 ^a (*)
T3	100	21.89±2.38 ^a (*)

Nota. Los valores expresan el promedio de tres repeticiones ± desviación estándar. Letras iguales en superíndice (a) dentro de la misma columna indican la ausencia de diferencias estadísticas significativas ($p > 0.05$) entre los tratamientos térmicos de escaldado (80 °C, 90 °C y 100 °C) según la prueba de Tukey. Asimismo, el símbolo (*) entre paréntesis indica que no existen diferencias estadísticas significativas ($p > 0.05$) frente al grupo testigo control T0 (S/T) de acuerdo con la prueba de Dunnett.

Figura 7: Comportamiento del contenido de cenizas (%) en función del incremento de la temperatura de escaldado.



4.7.5. Contenido de Fibra y análisis estadístico

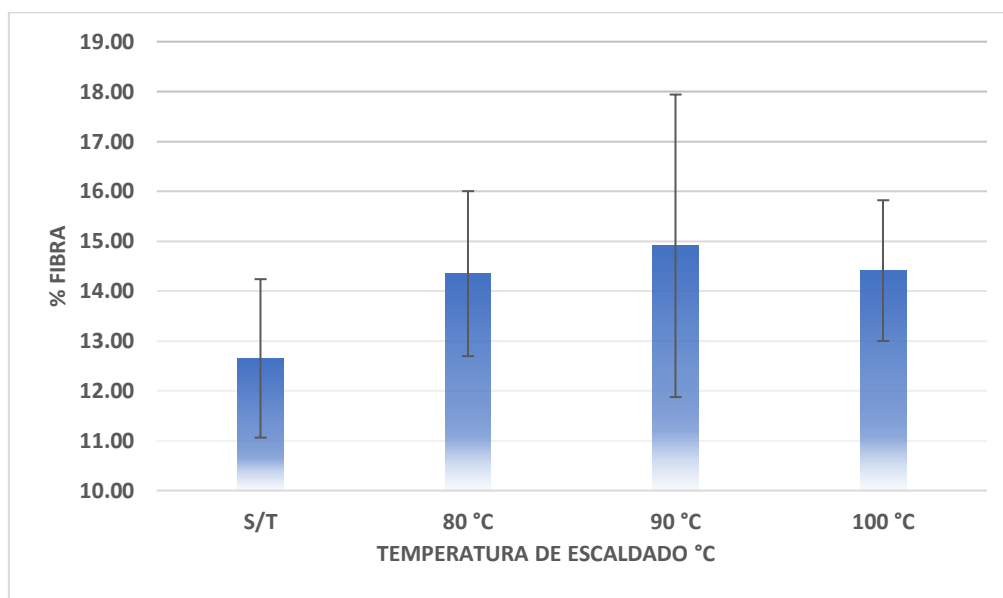
En la Tabla 28 y la Figura 8 se exponen los resultados obtenidos para el contenido de fibra (%) en la harina elaborada a partir de residuos de langostino (*Litopenaeus vannamei*) sometida a diferentes temperaturas de escaldado (80 °C, 90 °C y 100 °C), en comparación con la materia prima testigo sin tratamiento térmico (S/T).

Tabla 28: Efecto de la temperatura de escaldado sobre el contenido de fibra en la harina de residuos de langostino.

Tratamiento	Temperatura de escaldado (°C)	Fibra(%)
T0 (S/T)	<i>Ninguna</i>	12.65± 1.59 (*)
T1	80	14.35±1.65 ^a (*)
T2	90	14.91±3.03 ^a (*)
T3	100	14.41±1.41 ^a (*)

Nota. Los valores expresan el promedio de tres repeticiones ± desviación estándar. Letras iguales en superíndice (a) dentro de la misma columna indican la ausencia de diferencias estadísticas significativas ($p > 0.05$) entre los tratamientos térmicos de escaldado (80 °C, 90 °C y 100 °C) según la prueba de Tukey. Asimismo, el símbolo (*) entre paréntesis indica que no existen diferencias estadísticas significativas ($p > 0.05$) frente al grupo testigo control T0 (S/T) de acuerdo con la prueba de Dunnett.

Figura 8: Comportamiento del contenido de fibra (%) en función del incremento de la temperatura de escaldado



4.8. CONTRASTACIÓN DE HIPÓTESIS

4.8.1. Sobre el efecto de la temperatura de escaldado

Para evaluar la hipótesis referente al efecto de la temperatura, se analizó el comportamiento de los parámetros bromatológicos en base seca a través del análisis de varianza (ANOVA) y la prueba de comparación múltiple de Tukey ($\alpha = 0.05$).

Los resultados estadísticos revelaron la existencia de diferencias significativas en el contenido de proteína bruta ($p < 0.05$), identificando un incremento significativo entre el tratamiento a 80 °C ($48.67 \pm 4.80\%$) y el tratamiento a 100 °C ($51.46 \pm 3.55\%$). Asimismo, el extracto etéreo (grasa) mostró variaciones estadísticas significativas ($p < 0.05$), concentrándose un mayor porcentaje graso a 100 °C ($5.49 \pm 1.34\%$) en comparación con los tratamientos de 80 °C y 90 °C. Por el contrario, los componentes de fibra cruda y cenizas no evidenciaron diferencias estadísticas significativas ($p > 0.05$) entre las temperaturas evaluadas.

Decisión estadística: Dado que se encontraron diferencias estadísticas significativas en al menos uno de los parámetros de calidad bromatológica (específicamente en proteína bruta y extracto etéreo), **se rechaza la Hipótesis Nula (H_0) y se acepta la Hipótesis Alternativa (H_1)**. Se concluye que la variación de la temperatura de escaldado genera diferencias significativas en la composición bromatológica de la harina de residuos de langostino (*Litopenaeus vannamei*).

4.8.2. Sobre el efecto del tratamiento térmico (Escaldado vs Testigo)

La evaluación del impacto del pretratamiento térmico frente a la materia prima en estado natural se realizó mediante la prueba de comparación múltiple de Dunnett ($\alpha = 0.05$), utilizando como grupo control al tratamiento T0 (S/T).

El análisis estadístico demostró que el procesamiento por escaldado produce cambios altamente significativos ($p < 0.05$) en la matriz lipídica, logrando una reducción drástica del contenido de grasa desde un $9.80 \pm 0.66\%$ en el testigo hasta rangos de 4.17% a 5.49% en las muestras procesadas. De igual manera, se determinó un incremento estadísticamente significativo en el contenido de proteína bruta para los tratamientos lixiviados a $90\text{ }^{\circ}\text{C}$ y $100\text{ }^{\circ}\text{C}$ frente al control. Los valores de fibra y cenizas permanecieron estables y sin diferencias significativas respecto al testigo.

Decisión estadística: Debido a las variaciones y mejoras nutricionales demostradas (reducción de la fracción grasa y concentración de la fracción proteica), **se rechaza la Hipótesis Nula (H_0) y se acepta la Hipótesis Alternativa (H_1)**. Se concluye que la aplicación del pretratamiento térmico de escaldado produce modificaciones y diferencias significativas en la composición proximal de la harina de residuos de langostino en comparación con la harina obtenida sin tratamiento.

4.9. DETERMINACIÓN DEL TRATAMIENTO ÓPTIMO

Al evaluar el comportamiento composicional entre los diferentes lotes y tratamientos térmicos, se determinó que la harina **sometida a un escaldado 100 °C x 5 min**, presentó el perfil nutricional y tecnológico óptimo. Bajo estas condiciones específicas.

Tabla 29: *Análisis proximal de la harina residual a 100 °C (semana 02).*

NUTRIENTE	100 °C
Humedad	8.2
Proteína	50.82
Grasa	6.33
Fibra	11.8
Cenizas	18.09

4.10. FORMULACIÓN DEL ALIMENTO BALANCEADO PARA POLLOS BROILER

4.10.1. Cuadro de requerimiento de Cobb 500

El manual de Cobb 500 nos muestras los requerimientos mínimos para lo cual se debe alimentar un pollo en su fase de crecimiento que va desde los 11 a 22 días, estos requerimientos se muestran en la tabla 30.

Tabla 30: Requerimiento nutricional para las aves de la genética Cobb 500 en la etapa de crecimiento

ESPECIFICACIONES MÍNIMAS RECOMENDADAS		
		CRECIMIENTO
CANTIDAD DE ALIMENTO/ave		1000g
		2.20lb
PERIODO DE ALIMENTACION (días)		11-22
Proteína bruta %		19-20
Energía (Kcal/kg)	Metabolizable	3108
Lisina %		1.19%
Metionina %		0.48%
Met + cis %		0.89%
Tryptófano %		0.19%
Treonina %		0.78%
Arginina %		1.25%
Valina %		0.91%
Calcio%		0.84%
Fosforo disponible %		0.42%
Sodio %		0.16 – 0.23
Cloruro %		0.17 – 0.35
Potasio %		0.60 – 0.95
Acido linoleico %		1

4.10.2. Determinación de calcio y fosforo

Al aplicar los factores de corrección, se determinó que existe una relación de Ca:P de 2.64:1.

Tabla 31: Determinación de los minerales principales (g/100 g de alimento) mediante el factor de corrección

MINERAL	Factor de corrección	g /100g de alimento
Calcio	0.203	3.67
Fosforo	0.077	1.39
% Ceniza		
18.09		

Adaptado de: Belandria y Morillo (2013)

4.10.3. Determinación de perfil de aminoácidos

Fue determinante el perfil de aminoácidos, nos permitió balancear minuciosamente cada uno de ellos para el correcto desarrollo del ave, los datos se exponen en la tabla 32.

Tabla 32: Perfil de aminoácidos de la harina residual de cabeza de camarón

AMINOACIDO	%Aminoácido*	g aminoa/100g de alimento
Lisina	4.20%	2.13
Metionina	2.03%	1.03
Met + cis	3.04%	1.54
Triptófano	1.01%	0.51
Treonina	3.60%	1.83
Arginina	4.06%	2.06
Valina	5.02%	2.55

Adaptado de: Fanimó et al. (2004)

4.10.4. Determinación de energía metabolizable (EM)

Se obtuvo un valor de 2316 kcal/kg, gracias a su alto nivel de grasa y proteína, que nos permitió llegar a la Energía requerida por el ave, en este apartado se omitieron los demás componentes (fibra y ELN), por no contener energía metabolizable.

Tabla 33: Determinación de la cantidad de energía metabolizable de la harina de cabeza de camarón.

NUTRIENTE	valor (%)	Ms (%)	EM en bs (kcal)	EM en bh (kcal)
Humedad	8.2	91.8		
Proteína	50.82	55.36		
Grasa	6.33	6.90	2594	2381
Fibra	11.8	12.85		
Cenizas	18.09	19.71		

Adaptado de: Janssen (1989)

Se obtuvo el análisis proximal completo y necesario de la harina de cabeza de camarón como se detalla en la tabla 34, para el balanceo de los nutrientes en las tablas de calculo

Tabla 34: Composición proximal, perfil de aminoácidos y contenido mineral en % de la harina de cabeza de camarón optimizada (100 °C).

Humedad	8.2
Proteína	50.82
Lisina	2.13
Metionina	1.03
Met + cis	1.54
Triptófano	0.51
Treonina	1.83
Arginina	2.06
Valina	2.55
grasa	6.33
fibra	11.80
cenizas	18.09
calcio	3.67
fosforo	1.39
EM	2381 kcal

4.11. DETERMINACIÓN DEL ANÁLISIS PROXIMAL TEÓRICO DEL BALANCEADO PARA POLLOS DE ENGORDE (ETAPA DE CRECIMIENTO)

4.11.1. Porcentajes de inclusión de ingredientes

Se determinó la proporción en los que deben ser agregados los ingredientes (tabla 35) para obtener la composición nutricional como se muestran en la tabla 37

Tabla 35: Porcentajes de inclusión de materias primas en la formulación del alimento balanceado para pollos de engorde (Cobb 500).

INGREDIENTES	% de inclusión
maíz amarillo	62.26%
harina de soya	20.02%
aceite de palma	2.77%
Sal (NaCl)	0.18%
bicarbonato de Sodio	0.35%
harina de cabeza de camarón	13.01%
fosfato dicalcico 18.5%	0.62%
carbonato de calcio 38%	0.44%
L- metionina	0.21%
L- Treonina	0.14%
	100.0%

4.11.2. Determinación de humedad

Se calculó la humedad final del alimento balanceado, en función a su porcentaje de inclusión y su humedad declarada, teniendo un %humedad de 11.56%, lo ideal para mantener la inocuidad y estabilidad del balanceado durante su vida de anaquel.

Tabla 36: Determinación de la humedad final del alimento formulado para pollos de engorde (Cobb 500)

Ingrediente	% inclusión	Humedad	humedad final
maíz amarillo	62.26%	13%	11.56%
harina de soya	20.02%	12%	
harina de cabeza de camarón	13.0%	8.20%	
Otros	4.72%	0%	

4.11.3. Análisis proximal del alimento balanceado

Tabla 37: Composición proximal del Alimento balanceado formulado para pollos de engorde Cobb 500

Parámetro	Valor (%)
HUMEDAD	11.56%
PROTEINA	20.07%
lisina	0.88%
metionina	0.53%
met + cis	0.79%
treonina	0.80%
triptófano	0.21%
arginina	1.06%
valina	0.89%
CALCIO	0.84%
FOSFORO	0.42%
SODIO	0.18%
CLORO	0.18%
AC.	1.53%
LINOLEICO	
FIBRA	3.56%

V. DISCUSIÓN

5.1. SOBRE EL PORCENTAJE DE HUMEDAD INICIAL

La materia prima que fue escaldada presentó menor porcentaje de humedad inicial respecto al tratamiento control, el cual en todas las repeticiones mantuvo la mayor humedad, dentro de los tratamientos térmicos se observó la disminución de la humedad al aumentar la temperatura de escaldado de 80 °C a 100°C, debido mayormente a la desnaturalización y coagulación de la proteína, que al apretar el musculo libera mayor cantidad de agua ligada a los tejidos tal como menciona Pizarro et al. (2007), también menciona que se dio el efecto contrario, es decir un aumento de la humedad al aumentar el tiempo de escaldado.

Tabla 38: *Contenido de humedad inicial de los residuos de langostino (Litopenaeus vannamei) post-escaldado a diferentes temperaturas.*

S/T	80°C	90°C	100°C
79.23 ± 1.42	76.72 ± 0.40	76.06 ± 0.93	75.07 ± 0.59

Sin embargo, al finalizar el secado todas mostraron humedades similares

5.2. SOBRE EL RENDIMIENTO DE LA HARINA EN BASE SECA

El rendimiento expresado en base seca significativamente superior registrado en la **Semana 02 (máximo de 16.99%)** en comparación con la Semana 01(máximo de 13.32%), puede atribuirse a un mayor contenido de materia seca inicial en ese lote específico debido a alta frescura con la que se mantuvo hasta su procesamiento. Según **Nirmal y Benjakul (2011)**, la frescura de los residuos hidrobiológicos es inversamente proporcional a la actividad enzimática y la degradación proteica; un lote con menor tiempo de post-captura retiene mejor sus sólidos durante el procesamiento, también **Boran y Köse (2007)** señalan que el tratamiento térmico en medio acuoso provoca la solubilización de proteínas sarcoplásmicas y lípidos polares, por ello la cantidad de proteína y grasa es mayor en la semana 02 y 03, respecto a la semana 01, donde la materia prima fue mayormente degradada por enzimas y bacterias.

El rendimiento en base seca oscilo 10.81 % a 16.99% a partir de 100% de cabezas de langostino, el cual estuvo por debajo del rendimiento reportado por Oliveira et al (2020), el cual fue de 23%, pero hay que tener en cuenta que el 24% de la materia prima agregada por el autor fue exoesqueleto, el cual hace subir el rendimiento, ya que este no pierde componentes por lixiviado, igualmente Salas-Duran et al. (2015), obtuvo un rendimiento de 15% a partir de materia prima conformada mayormente de cefalotórax. Esta fluctuación entre repeticiones se encuentra estrechamente vinculada a la jerarquía de frescura y calidad organoléptica determinada en la recepción de la materia prima (Repetición 2 > Repetición 3 > Repetición 1). De acuerdo con **Huss (1995)**, una menor frescura intrínseca acelera los procesos de autólisis celular, lo que provoca una pérdida de materia orgánica volátil y lixiviable durante las operaciones de escaldado, incrementando proporcionalmente la concentración relativa de la fracción mineral inorgánica remanente en la muestra, sin embargo entre grupos se observa un ligero incremento conforme se incrementa la temperatura de escaldado, esto puede deberse al lixiviado de grasa a bajas temperaturas (80°C) y a la rápida coagulación de las proteínas a altas temperaturas (90 y 100°C).

5.3. SOBRE LA CALIDAD ORGANOLÉPTICA DE LAS HARINAS DE CABEZA DE CAMARÓN

Se obtuvo una coloración marrón en todas las harinas sin tratamiento térmico, evidenciando el pardeamiento enzimático causado por la polifenol oxidasa, además contiene un olor amoniacal debido a la descomposición proteolítica, con una textura grumosa debido al hepatopáncreas emulsionada, mientras que las demás tomaron características de harinas comerciables, causado por el escaldado.

5.4. SOBRE EL CONTENIDO DE CENIZAS

A nivel descriptivo, el porcentaje de cenizas se mantuvo estable y sin fluctuaciones marcadas a través de los diferentes gradientes térmicos. El tratamiento testigo (S/T) registró un valor basal de 20.30% $\pm$ 4.95%, mientras que los tratamientos térmicos presentaron valores muy cercanos: 21.30% $\pm$

4.41% a 80 °C (T1), $21.37\% \pm 3.59\%$ a 90 °C (T2) y $21.89\% \pm 2.38\%$ a 100 °C (T3), donde Andrade et al. (2007), Perez-Cervera et al.(2023), Martínez-León et al. (2019), Meléndez (2010) y Salas-Duran et al.(2015) obtuvieron niveles de cenizas similares a los obtenidos en esta investigación los cuales fueron 22.60%, 23.0%, 22.3%, 26.4% y 27.48% respectivamente, lo que demuestra que el alimento es altamente rico en minerales

Este comportamiento constante se fundamenta en la naturaleza inorgánica y estructural de este parámetro. El contenido de cenizas en los residuos de langostino está compuesto casi en su totalidad por carbonato de calcio y fósforo incrustados en la matriz de quitina del exoesqueleto. Al ser componentes termoestables y altamente insolubles en agua, el proceso de escaldado por inmersión no genera pérdidas por lixiviación ni degradación química de los minerales. La leve tendencia al alza es únicamente un efecto matemático de concentración relativa, originado por la pérdida de otros componentes solubles (como la grasa y/o proteínas) durante la cocción.

Al evaluar las barras de error, se observa una dispersión considerable, con desviaciones estándar que oscilan entre 2.38% y 4.95%. Esta alta variabilidad interna responde directamente a la proporción de caparazón (exoesqueleto) frente a restos de carne o vísceras en las unidades experimentales, ya que el caparazón concentra casi la totalidad del material mineral de la especie.

El Análisis de Varianza (ANOVA) ratificó la estabilidad de este nutriente. La prueba de comparación de medias de Tukey ($p > 0.05$) determinó que no existen diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos térmicos de 80 °C, 90 °C y 100 °C, asignándoles a todos la misma literal (a). De igual forma, la prueba de Dunnett ($p > 0.05$) confirmó mediante el símbolo (*) que la aplicación de calor no alteró significativamente el contenido mineral frente a la materia prima en estado natural (S/T), garantizando que el aporte micromineral de la harina se mantiene intacto independientemente de la temperatura de procesamiento.

5.5. SOBRE EL CONTENIDO DE FIBRA

A nivel descriptivo, se determinó que el porcentaje de fibra bruta mantuvo una alta homogeneidad en todos los niveles evaluados. El tratamiento testigo (S/T) partió con un valor de $12.65\% \pm 1.59\%$, y tras el procesamiento térmico, los niveles se situaron en $14.35\% \pm 1.65\%$ a $80\text{ }^{\circ}\text{C}$ (T1), $14.91\% \pm 3.03\%$ a $90\text{ }^{\circ}\text{C}$ (T2) y $14.41\% \pm 1.41\%$ a $100\text{ }^{\circ}\text{C}$ (T3), estos valores coinciden ligeramente con los obtenidos por los autores Martínez-León et al (2019), Goncalves et al. (2022) y Andrade et al. (2007) donde obtuvieron 10.5%, 16% (quitina) y 11.10% respectivamente.

Esta estabilidad composicional demuestra la resistencia estructural del residuo hidrobiológico. En el caso de los crustáceos, la fibra bruta cuantifica fundamentalmente la presencia de quitina, un biopolímero estructural que forma el caparazón. La quitina es químicamente inerte, termoestable a las temperaturas de ebullición del agua e insoluble en medios acuosos neutros. Por lo tanto, el choque térmico del escaldado es incapaz de hidrolizar o solubilizar sus cadenas poliméricas, manteniendo el componente fibroso estructuralmente intacto.

La evaluación de las desviaciones estándar refleja márgenes de error entre 1.41% y 3.03%. Al igual que en las cenizas, esta dispersión es un reflejo inherente de la materia prima, vinculada a las diferentes concentraciones de macronutrientes debido a la frescura en los diferentes lotes de residuos recibidos.

A nivel inferencial, el Análisis de Varianza (ANOVA) demostró que el factor temperatura no ejerce un efecto sobre este parámetro. La prueba de Tukey ($p > 0.05$) agrupó a los tratamientos de $80\text{ }^{\circ}\text{C}$, $90\text{ }^{\circ}\text{C}$ y $100\text{ }^{\circ}\text{C}$ bajo la misma literal (a), indicando la ausencia de diferencias significativas entre ellos. Paralelamente, la prueba de Dunnett ($p > 0.05$) corroboró con el símbolo (*) que ninguno de los tratamientos térmicos difiere significativamente del grupo control (S/T). Esto permite concluir que el pretratamiento de escaldado preserva de forma integral la matriz de quitina de la harina final.

5.6. SOBRE EL CONTENIDO DE LA GRASA (EXTRACTO ETÉREO)

A nivel descriptivo, se evidencio una reducción significativa en el contenido de grasa tras someter la materia prima al proceso de escaldado. El tratamiento control (sin tratamiento térmico) registró el valor más elevado, con un $9.80\% \pm 0.66\%$. Tras la aplicación de los tratamientos térmicos, se evidenció un descenso marcado en la fracción lipídica: $4.17\% \pm 1.42\%$ ($80\text{ }^{\circ}\text{C}$, T1) y $4.54\% \pm 1.43\%$ ($90\text{ }^{\circ}\text{C}$, T2), seguido de un ligero incremento en el tratamiento a $100\text{ }^{\circ}\text{C}$ (T3), alcanzando un $5.49\% \pm 1.34\%$.

Al comparar estos resultados con los obtenidos por Andrade et al. (2007) en *Penaeus vannamei*, se observa que dicho autor reportó valores superiores (8.90%) frente al máximo registrado tratado térmicamente en la presente investigación (5.49%). Esta divergencia podría atribuirse a las diferencias en el método de secado; el uso de un horno de convección (Tesco) en el estudio de referencia redujo significativamente el tiempo de procesamiento a 5 – 7 horas, minimizando así la degradación lipídica por oxidación y favoreciendo una mayor retención de grasa en comparación con el método empleado en este estudio cual fue secado por radiación solar que obtuvo un tiempo promedio de 4 días.

Este comportamiento descendente de la grasa del tratamiento control demuestra que el escaldado actúa como un mecanismo eficaz de desgrase parcial. Durante la inmersión térmica, la transferencia de calor provoca la fusión de los lípidos superficiales y la ruptura de los adipocitos presentes en la hepatopáncreas, facilitando su lixiviación hacia el agua de descarte. Por otro lado, según (Sriket et al., 2007) el ligero incremento de grasa observado a $100\text{ }^{\circ}\text{C}$ se debe a un fenómeno de bloqueo térmico: a esta temperatura extrema, las proteínas se desnaturalizan y coagulan casi instantáneamente, creando una matriz estructural densa que atrapa parte de los glóbulos de grasa en el interior del tejido antes de que puedan ser lixiviados.

Por otra parte, la evaluación analítica revela desviaciones estándar en los tratamientos térmicos que oscilan entre 1.34% y 1.43% . Esta variabilidad interna es atribuible a la heterogeneidad anatómica de la muestra residual, dado que la concentración de lípidos varía significativamente dependiendo de la cantidad de

hepatopáncreas (altamente graso) frente a tejido muscular o exoesqueleto presente en cada lote procesado.

El Análisis de Varianza (ANOVA) y las pruebas posteriores confirmaron estas observaciones. Al profundizar con la prueba de comparación de medias de Tukey ($p < 0.05$), se determinó que los niveles de grasa a 80 °C y 90 °C son estadísticamente iguales (literal a), pero difieren significativamente del tratamiento a 100 °C (literal b). De manera complementaria y más relevante para el objetivo del proceso, la prueba de Dunnett ($p < 0.05$) validó que todos los tratamientos térmicos (señalados con *) lograron una reducción de grasa significativamente superior respecto al grupo control (S/T). Esto demuestra que cualquier temperatura de escaldado evaluada es estadísticamente útil para obtener una harina más magra y menos susceptible a la rancidez oxidativa

5.7. SOBRE EL CONTENIDO DE PROTEÍNA

A nivel cuantitativo se obtuvo una variación de proteína bruta en base seca de 45.32 ± 2.76 hasta 51.46 ± 3.55 , similar a lo obtenido por perez-cervera et al. (2023), quien obtuvo valores desde los 42.9 ± 0.38 hasta 46.0 ± 0.63 en materia seca (Dry weight) más bajos de los obtenidos en esta investigación, puede deberse a la materia prima que uso el autor la cual fue exoesqueleto de camarón, Goncalves et al. (2022), obtuvo un nivel de proteína de 47.8% y Belandria y morillo (2008), un nivel de proteína de 50.72% a partir de cabezas de camarón, teniendo ambos autores similitud al rango obtenido en esta investigación.

A nivel descriptivo, se determinó un incremento progresivo y lineal en el porcentaje de proteína bruta a medida que aumentó la temperatura del proceso. Este comportamiento ascendente demuestra el impacto positivo del escaldado sobre la conservación del valor nutricional del residuo hidrobiológico. El choque térmico inicial logra la desnaturalización e inactivación inmediata de las enzimas proteolíticas (principalmente proteasas endógenas concentradas en la hepatopáncreas del crustáceo), las cuales, en ausencia de calor (como ocurre en el tratamiento testigo), degradan las cadenas de aminoácidos y se pierde por

volatilización en forma de amoníaco y aminas biógenas, reduciendo drásticamente el contenido de nitrógeno durante las etapas de secado.

Por otra parte, la evaluación analítica de las barras de error revela una dispersión en los tratamientos térmicos, registrando desviaciones estándar que oscilan entre 3.55% y 4.80%. Esta variabilidad interna es completamente atribuible a la heterogeneidad intrínseca de la muestra residual, donde la proporción de tejido muscular adherido, exoesqueleto y contenido visceral varía de manera natural entre los lotes procesados.

El Análisis de Varianza (ANOVA) confirmó la existencia de diferencias significativas causadas por el factor temperatura. Al profundizar con la prueba de comparación de medias de Tukey ($p < 0.05$), se determinó que el incremento proteico es estadísticamente significativo al alcanzar los 100 °C (T3, literal *b*) en comparación con los 80 °C (T1, literal *a*), posicionando a los 90 °C (T2, literal *ab*) como un estado de transición termo-dependiente. De manera complementaria, la prueba de Dunnett ($p < 0.05$) validó el impacto real del escaldado frente a la materia prima en su estado natural; este análisis reveló que, mientras el tratamiento a 80 °C no logra diferenciarse estadísticamente del testigo, la aplicación de temperaturas de 90 °C y 100 °C genera un incremento proteico significativamente superior al grupo control (S/T). Esto demuestra que se requiere un umbral térmico mínimo de 90 °C para asegurar una ventaja nutricional estadísticamente sólida en la harina final.

5.7.1. Sobre la corrección de proteína

Fue necesario la corrección, ya que la determinación de proteína del laboratorio lo hace por nitrógeno total incluyendo el nitrógeno no proteico de la quitina, arrojando un dato sobrevalorado.

5.8. SOBRE EL PORCENTAJE DE INCLUSIÓN DE LA HARINA DE CABEZA DE CAMARÓN

El nivel máximo de inclusión de harina de cabeza de camarón en la formulación de dietas para pollos de engorde de la línea Cobb 500 alcanzó un **13.01%**. Los principales factores limitantes para incrementar esta proporción fueron el contenido de fibra y del aminoácido metionina, cuyos valores se ajustaron a los umbrales nutricionales máximos permisibles.

Al contrastar este insumo con la harina de soya la principal fuente proteica convencional de la ración, se evidenció que la harina de cabeza de camarón presenta concentraciones de fibra y metionina que prácticamente duplican a las de la oleaginosa. Por otro lado, pese al alto contenido intrínseco de calcio y fósforo de la materia prima marina, este aporte no bastó para satisfacer la totalidad de los requerimientos minerales de la especie, haciendo indispensable la suplementación mediante compuestos carbonatados y fosfatados.

En el balance final de la dieta, la fracción mineral aportada por la harina de camarón representó aproximadamente el 57% del total, correspondiendo el resto a las fuentes sintéticas añadidas. Resulta relevante destacar, además, que el aporte específico de calcio de la harina de camarón superó en 14 veces al proporcionado por la harina de soya.

VI. CONCLUSIONES

Al aumentar la temperatura de escaldado progresivamente de 80 °C hasta 100°C, se determinó que existe un aumento en la proteína bruta, un aumento de la grasa, pero no existen cambios significativos en la fibra y ceniza, además se concluyó que el escaldado a 100 °C durante 5 minutos constituye el mejor tratamiento térmico evaluado, esta temperatura maximiza la pérdida de humedad inicial y modifica la fracción lipídica del hepatopáncreas, diferenciándolo del tratamiento control como eliminando su consistencia pastosa por ende evitando la obstrucción de martillos y zarandas durante la molienda. Además, garantiza el mayor rendimiento en base seca y una mayor retención de proteína y grasa, al tiempo que inactiva la carga enzimática y bacteriana, evita el oscurecimiento y olores amoniacales, y promueve una liberación eficiente de la astaxantina.

El secado por radiación solar en condiciones ambientales favorables (30 a 34 °C y humedad relativa del 40 al 70%) es un método eficiente para alcanzar una humedad final de estabilización de entre 6% y 9%. El tiempo óptimo de secado para las cabezas previamente cocidas es de 4 días (un día menos que el requerido para cabezas crudas). Prolongar la exposición solar resulta contraproducente, ya que induce la oxidación lipídica y degrada la calidad del pigmento (astaxantina). Bajo estos parámetros de humedad y mediante un almacenamiento en envases impermeables y herméticos, se asegura una vida útil del producto de hasta 6 meses.

Bajo los parámetros de procesamiento óptimos (materia prima fresca, escaldado a 100 °C por 5 min y 4 días de secado solar), la harina residual de cabeza de camarón obtenida presenta una calidad fisicoquímica que permite un porcentaje máximo de inclusión del **13.01%**. Esta proporción representa el límite técnico viable para evitar exceder los umbrales máximos tolerables de fibra cruda y satisfacer, de manera ajustada, el requerimiento del aminoácido esencial metionina.

La frescura de la materia prima es un factor determinante en el rendimiento y la composición nutricional de la harina. El procesamiento de cabezas de Langostino con degradación bacteriana y enzimática previa provoca pérdidas nutricionales de hasta un 40% por lixiviación durante la etapa de escaldado. Consecuentemente, la

pérdida de proteínas y grasas genera un aumento relativo (por efecto de concentración) en los niveles de cenizas y fibra del producto final.

VII. RECOMENDACIONES

EN CUANTO A LA OPTIMIZACIÓN DE LOS PROCESOS TÉRMICOS Y DE SECADO:

Innovación en el tratamiento térmico: Se sugiere investigar la sustitución del escaldado tradicional en agua por un tratamiento con vapor de agua directo sobre la materia prima. Este método permitiría reducir la carga microbiana y liberar la astaxantina de manera eficiente, evitando la lixiviación de proteínas y grasas, lo que podría superar sustancialmente el perfil nutricional de las harinas tratadas por inmersión.

Mejora tecnológica del secado: Es pertinente explorar métodos de deshidratación alternativos o implementar mejoras de diseño en el secador solar para reducir de forma drástica los tiempos de exposición. Una deshidratación acelerada mitigaría la oxidación lipídica, preservaría una mayor concentración de astaxantina y garantizaría la máxima inocuidad del producto final.

Evaluación de viabilidad económica: Se recomienda desarrollar un análisis de costos para determinar si el incremento en el gasto energético al elevar la temperatura de escaldado de 90 °C a 100 °C (durante 5 minutos) está justificado financieramente a escala industrial, considerando que a nivel estadístico esta diferencia solo resultó significativa para la retención de grasa.

EN CUANTO AL CONTROL DE CALIDAD Y CARACTERIZACIÓN FÍSICOQUÍMICA:

Evaluación cuantitativa de la frescura: Se propone realizar estudios detallados que correlacionen el nivel de frescura del cefalotórax crudo con el rendimiento y el perfil de macronutrientes de la harina. Para ello, se deben utilizar marcadores bioquímicos específicos: Nitrógeno Volátil Total (BVT/TVB-N) e histaminas para evaluar la degradación proteica, así como el índice de peróxidos y el índice de acidez para la fracción lipídica.

Correlación entre quitina y fibra: Resulta necesario realizar análisis analíticos específicos para cuantificar los niveles de quitina propios de los exoesqueletos de

esta especie. Esto permitirá establecer una relación matemática exacta con los valores reportados de fibra cruda.

Análisis de digestibilidad: Se aconseja ejecutar pruebas de digestibilidad (*in vivo* o *in vitro*) para comparar las harinas de cefalotórax obtenidas con y sin tratamiento térmico. Esto determinará la verdadera biodisponibilidad de los nutrientes y la calidad real del ingrediente para el metabolismo animal.

EN CUANTO A LA APLICACIÓN ZOOTÉCNICA Y COMERCIAL:

Se recomienda dar continuidad a esta investigación mediante evaluaciones experimentales a nivel zootécnico. Incluir la harina residual de camarón formulada en dietas comerciales para pollos de engorde (Broilers) y gallinas ponedoras permitirá validar estadísticamente sus ventajas competitivas, pigmentantes y de rendimiento en la industria avícola

VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

Aleman, D. (2021). PLAN REGIONAL DE ACUICULTURA DE TUMBES 2022 – 2030. Gobierno Regional de Tumbes. <https://rnia.produce.gob.pe/wp-content/uploads/2023/07/PRA-TUMBES-VERSION-REVISADA-FINAL-FINAL.pdf>

Andrade,R., Chavez, M. & Naar, V. (2007). EVALUACIÓN DE LAS ETAPAS DE COCCIÓN Y SECADO EN LA OBTENCIÓN DE HARINA DE CABEZAS DE CAMARÓN DE CULTIVO (*Penaeus* Sp). *DYNA*, 74(153), 181-186. Retrieved January 08, 2025, from http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0012-73532007000300020&lng=en&tling=es.

Aniprotein (s.f). Harina de hueso. Rescatado de: <https://aniprotein.com/producto/harina-de-hueso/>

AOAC (1990). Official Methods of Analysis. Association of Oficial Analytical Chemists. Washington DC.

Belandria, J. C., y Morillo, N. J. (2013). Perfil de aminoácidos y contenido de pigmentos en las harinas de residuos de camarón. *Zootecnia Tropical*, 31(1), 24–34.

Bessada, S., Barreira, J., & Oliveira, M. (2019). Pulses and food security: Dietary protein, digestibility, bioactive and functional properties. *Trends in Food Science and Technology*, 93, 53– 68. <https://doi.org/10.1016/J.TIFS.2019.08.022>

Boran, G., & Köse, S. (2007). *Storage quality of fish meal produced from different by-products of fish processing industry*. *International Journal of Food Science & Technology*, 42(8), 937-945.

Brito, C. O., Ribeiro Junior, V., Del Vesco, A. P., Tavernari, F. de C., Calderano, A. A., Silva, C. M., Maciel, J. T. de L., y de Azevedo, M. S. P. (2020). Metabolizable energy and nutrient digestibility of shrimp waste meal obtained from extractive fishing for broilers. *Animal Feed Science and Technology*, 263, artículo 114467.

Carranco, M., Calvo, C., Arellano, L., Perez, F., Ávila, E & Fuente. B. (2003). Inclusión de la harina de cabezas de camarón penaeus sp. en raciones para gallinas ponedoras. efecto sobre la concentración de pigmento rojo de yema y calidad de huevo. *Interciencia*, 28(6), 328-333. Recuperado de http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0378-18442003000600004&lng=es&tlng=es

Castro, E & Avila, L. (s.f). Aminoácidos esenciales: Rol y Determinación de Lisina, Metionina y Cistina, Determinación de Lisina disponible. FAO

Chila, R., Altamirano, J., Vivas, R., Oviedo, L., & Cárdenas, G. (2020). Evaluación de harina de residuos de camarón sobre desempeño, características carcasa y rendimiento económico en Pollos de Engorde. *Polo del Conocimiento: Revista científico-profesional*, 5(1), 653-669.

Clements, M (2024). Profiles of the world's 511 leading poultry companies. *WATTPoultry*. 63(5). p42.

COBB(2008). Guía de manejo del pollo de Engorde.

Cobb500 (2012). Suplemento informativo sobre rendimiento y nutrición de pollos de engorde. https://eliasnutri.wordpress.com/wp-content/uploads/2012/04/cobb500_bpn_supp_spanish.pdf

CONtexto Ganadero (01 de agosto de 2016). La torta de soya, una gran fuente de Proteína para el Ganado. <https://www.contextoganadero.com/ganaderia-sostenible/la-torta-de-soya-una-gran-fuente-de-proteina-para-el-ganado>

CONtexto Ganadero (01 de marzo de 2023). Las propiedades de la harina de plumas en la alimentación animal. <https://www.contextoganadero.com/ganaderia-sostenible/las-propiedades-de-la-harina-de-plumas-en-la-alimentacion-animal>

Enneking, D., & Wink, M. (2000). Towards the elimination of anti-nutritional factors in grain legumes. In R. Knight (Ed.), *Linking research and marketing opportunities for pulses in the 21st century* (pp. 671–683). Netherlands: Kluwer Academic Publishers.

Falconi, W. 2019. CULTIVO DE LANGOSTINO BLANCO (*Litopenaeus Vannamei*).
Universidad Nacional San Luis

Gonzaga. <https://repositorio.unica.edu.pe/server/api/core/bitstreams/89b62245-c730-4ef3-85a6-881e187cb76b/content>

Fanimo, A. O., Oduguwa, B. O., Oduguwa, O. O., Ajasa, O. Y., & Jegede, O. (2004). Feeding value of shrimp meal for growing pigs. *Archivos de Zootecnia*, 53(201), 77-85.

Fellows, P. J. (2017). *Food processing technology: principles and practice* (4th ed.). Woodhead Publishing.

FIS (s.f). ¿Cuáles son los tipos de Secado de la Industria? <https://www.fis.com.mx/cuales-son-los-tipos-de-secados-en-la-industria/>

Gonçalves, A. A., & Ribeiro, J. L. (2008). Melanosis in crustaceans: A review. *LWT - Food Science and Technology*, 41(1), 9-16.

González, M & Moreno, E (2018) *Evaluación del aprovechamiento de cabeza y cutícula de camarón Litopenaeus Vannamei generados en la empresa CAMANICA Zona Franca S.A., Chinandega, Nicaragua*. Ingeniería tesis, Universidad Nacional Agraria.

Hossain, S. M., & Blair, R. (2007). Chitin-containing by-products in poultry diets. *World's Poultry Science Journal*, 63(1), 47-60.

Huisman, J. & G.H. Tolman. 1992. Antinutritional factors in the plant proteins of diets for non-ruminants. pp. 3-31. In: Garnsworthy, P.C., W. Haresing and D.J.A. Cole (Eds.). Recent advances in animal nutrition. Butterworth Heinemann, U.K.

Huss, H. H. (1995). *Quality and quality changes in fresh fish*. FAO Fisheries Technical Paper - 348. Roma, Italia.

Instituto Mexicano de Investigación en Pesca y Acuicultura Sustentable (16 de marzo de 2018). *Acuicultura Camarón blanco del Pacífico*. <https://www.gob.mx/imipas/acciones-y-programas/acuicultura-camaron-blanco-del-pacifico>

Italcol. (s.f). Línea: materias primas - Torta de soya. <https://italcol.com/producto/torta-de-soya/>

Janssen, W. M. (1989). *European Table of Energy Values for Poultry Feedstuffs* (3rd ed.). Wageningen, Netherlands: European Federation of Branches of the World's Poultry Science Association.

Khempaka, S., Chitsatchapong, C., & Molee, W. (2014). Effect of chitin and protein constituents in shrimp head meal on growth performance, nutrient digestibility, intestinal microbial populations, volatile fatty acids, and ammonia production in broilers. *The Journal of Applied Poultry Research*, 23(1), 1-11.

Kumar, Y., Basu, S., Goswami, D., Devi, M., Shivhare, U. S., & Vishwakarma, R. K. (2022). Anti-nutritional compounds in pulses: Implications and alleviation methods. *Legume Science*, 4(2). <https://doi.org/10.1002/leg3.111>

Larrea, V. & Martínez, J. (2023). *Factores antinutricionales en legumbres*.

Liener, I. (1994). Implications of antinutritional components in soybeans foods. *Critical Review of Food Science and Nutrition* 34(1): 31–67

Martínez-León, R., García-López, R., Guerra-Liera, J. E., & Gutiérrez-González, D. (2019). Utilización de harina de residuo de camarón (*Litopenaeus vannamei*) en novillas. *Pastos y Forrajes*, 42(1), 51-58. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=269159592008>

Mateos, G. G., Jiménez-Moreno, E., Serrano, M. P., & Lázaro, R. (2012). Poultry response to high levels of dietary fiber sources varying in physical and chemical characteristics. *Journal of Applied Poultry Research*, 21(1), 156-174

Meléndez, D. (2010). Evaluación del efecto de dos métodos de secado sobre la calidad de harina de cabeza de camarón de cultivo *Litopenaeus vannamei*. Nicaragua. Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua.

Ministerio de la Producción (PRODUCE), 2023. Langostino Ficha Técnica: Desarrollo económico. <https://www.producempresarial.pe/wp-content/uploads/2024/02/Ficha-Recurso-Langostino-2023.pdf>

Mujica, F. (2005). Análisis proximal de los desechos generados por el procesamiento industrial de crustáceos (cangrejo y camarón) en el estado Zulia. Tesis. Trabajo Especial de Grado. Maracaibo, Venezuela, Universidad del Zulia (LUZ). Facultad Experimental de Ciencias. p75.

Mujumdar, A. S. (Ed.). (2014). *Handbook of industrial drying* (4th ed.). CRC Press.

Nielsen, S. S. (2010). *Food analysis* (4th ed.). Springer.

Nirmal, N. P., & Benjakul, S. (2011). *Retardation of melanosis and quality losses of Pacific white shrimp (Litopenaeus vannamei) kept in iced storage by catechin as influenced by dose and storage time*. Food Chemistry, 128(4), 1027-1032.

Nutrinews (28 de septiembre de 2022). ¿Qué son los factores anti nutricionales de los alimentos? <https://nutrinews.com/breve-repaso-por-los-factores-antinutricionales-de-los-alimentos/#:~:text=%C2%BFQu%C3%A9%20son%20los%20factores%20antinutricionales%20de%20los%20alimentos?,-PDF&text=Los%20factores%20antinutricionales%20interfieren%20con,el%20estatus%20inmunitario%20del%20animal>

Oliveira. C., Ribeiro, V., Del vesco, A., Tavernari, F., Arlindo, A., Mendoza, C., De lima, J. & Paez, M. (2020). Metabolizable energy and nutrient digestibility of shrimp waste meal obtained from extractive fishing for Broilers. Animal feed science and technology. 263. <https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2020.114467>.

Perez, C., Aleán, M., Martínez, L., Tavera, M. & Andrade, R. (2023). Influence of pre-treatment and drying process of the shrimp (*Litopenaeus vannamei*) exoskeleton for balanced feed production. Heliyon. 9(6) <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2023.e16712>

PIZARRO, R., BALDOVINO, M., & OSORIO, V. (2007). Evaluación de las etapas de cocción y secado en la obtención de harina de cabezas de camarón de cultivo (*penaeus* sp). Dyna, 74(153), 181-186.

Pontifica Universidad Católica de Chile, s.f. Líneas Genéticas de Aves de Carne. https://www7.uc.cl/sw_educ/prodanim/aves/si2.htm

PRODUCE, 2020. Anuario Estadístico Pesquero y Acuicola 2020. https://www.producempresarial.pe/wp-content/uploads/2024/01/Anuario_Estadistico_de_Pesca_y_Acuicultura_2020.pdf

PRODUCE. (2023). ANUARIO ESTADISTICO pesquero y acuicola. Lima.

Proexpacsa, (mayo de 2021). Ficha técnica: Harina de cabezas de camarón. <https://proexpacsa.com/harina-de-camaron/>

Revista Map Global Media. (10 de julio de 2023). MAP GLOBAL GAP. Obtenido de <https://mapglobalmedia.com/2023/07/10/apa-celebro-el-dia-latinoamericano-del-pollo-con-poblaciones-vulnerables/>

Ricci. O. E (19 de junio de 2012). Harina de Sangre. Engormix. https://www.engormix.com/balanceados/rendering/harina-sangre_a29408/

ROSS (2019). Yield plus x Ross 408: Objetivos de Rendimiento.

ROSS (2022). Ross 308, Ross 308FF: Objetivos de Rendimiento.

Rostagno, H., Teixeira, L., Hannas, M., Juarez, D., Sakomura, N., Perazzo, F., Saraiva, A., Teixeira, M., Rodrigues, P., De Oliveira, R., De Toledo & De Oliveira, C. (2017) Tablas Brasileñas para Aves y Cerdos. (Salguero, S. Trans). Universidad Federal de Vicosa. Departamento de zootécnica. Edicion 4ta.

Salas-Durán, C., Chacón-Villalobos, A., y Zamora-Sánchez, L. (2015). La harina de cefalotórax de camarón en raciones para gallinas ponedoras. *Agronomía Mesoamericana*, 26(2), 333–343. <https://doi.org/10.15517/am.v26i2.19327>

Sriket, P., Benjakul, S., & Visessanguan, W. y Kijroongrojana, K (2007). *Comparative studies on chemical composition and thermal properties of black tiger shrimp (Penaeus monodon) and white shrimp (Penaeus vannamei) meats*. DOI: [10.1016/j.foodchem.2006.10.039](https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2006.10.039)

Superintendencia de Industria y Comercio. (2013). Subproductos del Camaron: Quitina, Quitosán, Astaxantina, Harina y Proteína de Camaron. https://issuu.com/quioscosic/docs/boletin_productos_camaron_03oct

Zamorano, J. P., Martínez-Alvarez, O., Montero, P., & Gómez-Guillén, M. C. (2009). Characterisation and tissue distribution of polyphenol oxidase of deepwater pink shrimp (*Parapenaeus longirostris*). *Food Chemistry*, 112(1), 104-111.

IX. ANEXOS

Anexo 1: Análisis proximal (%) en base húmeda, proteína corregida y base seca

ANALISIS PROXIMAL 01

NUTRIENTE	ST	80 °C	90°C	100 °C
Humedad	8.85	7.37	7.33	7.83
proteína	43.81	48.59	50.92	50.49
grasa	8.53	2.41	2.84	3.91
fibra	12.54	14.58	16.55	13.62
cenizas	22.82	24.04	23.35	22.55
total	96.55	96.99	100.99	98.40

ANALISIS PROXIMAL 02

NUTRIENTE	ST	80 °C	90°C	100 °C
Humedad	7.23	8.2	8.39	8.2
proteína	47.79	54.71	55.85	55.9
grasa	9.79	4.92	5.41	6.33
fibra	10.05	11.49	10.79	11.8
cenizas	14.07	15.77	16.55	18.09
total	88.93	95.09	96.99	100.32

ANALISIS PROXIMAL 03

NUTRIENTE	ST	80 °C	90°C	100 °C
Humedad	8.39	6.21	7.38	9.67
proteína	48.31	49.23	51.11	51.78
grasa	8.69	4.27	4.31	4.81
fibra	12.24	13.87	13.95	14.09
cenizas	18.96	19.49	19.30	19.46
total	96.59	93.07	96.05	99.81

ANALISIS PROXIMAL 01

NUTRIENTE	ST	80 °C	90°C	100 °C
Humedad	8.85	7.37	7.33	7.83
proteína	38.41	42.31	43.79	44.63
grasa	8.53	2.41	2.84	3.91
fibra	12.54	14.58	16.55	13.62
cenizas	22.82	24.04	23.35	22.55
ELN	8.85	9.29	6.14	7.46
SUMA	100	100	100	100

ANALISIS PROXIMAL 02

NUTRIENTE	ST	80 °C	90°C	100 °C
Humedad	7.23	8.2	8.39	8.2
proteína	43.46	49.76	51.20	50.82
grasa	9.79	4.92	5.41	6.33
fibra	10.05	11.49	10.79	11.8
cenizas	14.07	15.77	16.55	18.09
ELN	15.40	9.86	7.66	4.76
SUMA	100	100	100	100

ANALISIS PROXIMAL 03

NUTRIENTE	ST	80 °C	90°C	100 °C
Humedad	8.39	6.21	7.38	9.67
proteína	43.04	43.26	45.10	45.71
grasa	8.69	4.27	4.31	4.81
fibra	12.24	13.87	13.95	14.09
cenizas	18.96	19.49	19.30	19.46
ELN	8.69	12.91	9.96	6.26
SUMA	100	100	100	100

ANALISIS PROXIMAL 01

NUTRIENTE	ST	80 °C	90°C	100 °C
proteína	42.14	45.68	47.25	48.42
grasa	9.36	2.60	3.06	4.24
fibra	13.76	15.74	17.86	14.78
cenizas	25.04	25.95	25.20	24.46

ANALISIS PROXIMAL 02

NUTRIENTE	ST	80 °C	90°C	100 °C
proteína	46.85	54.20	55.89	55.36
grasa	10.55	5.36	5.91	6.90
fibra	10.83	12.52	11.78	12.85
cenizas	15.16	17.18	18.07	19.71

ANALISIS PROXIMAL 03

NUTRIENTE	ST	80 °C	90°C	100 °C
proteína	46.98	46.12	48.70	50.61
grasa	9.49	4.55	4.65	5.33
fibra	13.36	14.79	15.06	15.60
cenizas	20.69	20.78	20.84	21.54

Anexo 2: Determinación de humedad por triplicado

DETERMINACION DE HUMEDAD - SEM 01						
Tratamiento	R1 (%)	R2 (%)	R3 (%)	PROMEDIO (%)	S.D (σ)	CV
S/T	8.99	8.65	8.9	8.85	0.18	2
80 °C	7.74	7.1	7.27	7.37	0.33	4.5
90 °C	7.32	7.28	7.4	7.33	0.06	0.8
100 °C	7.5	8.09	7.89	7.83	0.30	3.8

DETERMINACION DE HUMEDAD - SEM 02						
Tratamiento	R1 (%)	R2 (%)	R3 (%)	PROMEDIO (%)	S.D (σ)	CV
S/T	6.97	7.64	7.07	7.23	0.36	5
80 °C	8.2	8.01	8.38	8.20	0.19	2.3
90 °C	8.33	8.36	8.48	8.39	0.08	0.9
100 °C	8.29	8.06	8.25	8.20	0.12	1.5

DETERMINACION DE HUMEDAD - SEM 03						
Tratamiento	R1 (%)	R2 (%)	R3 (%)	PROMEDIO (%)	S.D (σ)	CV
S/T	8.45	8.31	8.4	8.39	0.07	0.85
80 °C	6.1	6.23	6.31	6.21	0.11	1.71
90 °C	7.5	7.54	7.11	7.38	0.24	3.22
100 °C	9.9	9.44	9.66	9.67	0.23	2.38

Anexo 3: Corrección de porcentaje de proteína

Repeticiones	Tratamiento	Valor Analítico (%Proteína)	Valor Analítico (%Fibra)	Corrección (Factor 0.4306)	Valor Real (%proteína)
SEMANA 01	S/T	43.81	12.54	5.399724	38.41
	80 °C	48.59	14.58	6.278148	42.31
	90 °C	50.92	16.55	7.12643	43.79
	100 °C	50.49	13.62	5.864772	44.63
SEMANA 02	S/T	47.79	10.05	4.32753	43.46
	80 °C	54.71	11.49	4.947594	49.76
	90 °C	55.85	10.79	4.646174	51.20
	100 °C	55.9	11.8	5.08108	50.82
SEMANA 03	S/T	48.31	12.24	5.270544	43.04
	80 °C	49.23	13.87	5.972422	43.26
	90 °C	51.11	13.95	6.00687	45.10
	100 °C	51.78	14.09	6.067154	45.71

Anexo 4: Cinética de secado por triplicado por Día

SEMANA 01

Hora de
toma de
muestra

09:00

		HUMEDAD (%)			PROMEDIO	S.D (σ)
DIA	Tratamiento	R1	R2	R3		
DIA 14/04/2026	S/T	81.25	80.57	80.1	80.64	0.58
	80°C	78.5	76.9	76.1	77.17	1.22
	90°C	76.24	78.54	75.65	76.81	1.53
	100°C	75.69	74.52	76.54	75.58	1.01
DIA 15/04/2026	S/T	78.17	76.83	78.5	77.83	0.88
	80°C	71.43	72.64	73.54	72.54	1.06
	90°C	72.76	71.15	72.88	72.26	0.97
	100°C	71.18	71.15	74.4	72.24	1.87
DIA 16/04/2026	S/T	56.98	55.84	63.58	58.80	4.18
	80°C	49.65	44.56	49.52	47.91	2.90
	90°C	43.84	42.5	44.68	43.67	1.10
	100°C	41.55	46.51	43.73	43.93	2.49
DIA 17/04/2026	S/T	23.25	21.98	22.62	22.62	0.64
	80°C	12.67	12.64	11.43	12.25	0.71
	90°C	17.89	11.19	10.61	13.23	4.05
	100°C	13.43	11.4	10.64	11.82	1.44
DIA 18/04/2026	S/T	24.85	24.89	23.37	24.37	0.87
	80°C	15.74	14.88	14.16	14.93	0.79
	90°C	15.82	15.74	13.76	15.11	1.17
	100°C	15.00	14.20	14.84	14.68	0.42
DIA 19/04/2026	S/T	21.35	16.73	19.90	19.33	2.36
	80°C					
	90°C					
	100°C					

SEMANA 02

		HUMEDAD (%)			PROMEDIO	S.D (σ)
DIA	Tratamiento	R1	R2	R3		
DIA 21/04/2026	S/T	76.41	76.15	80.84	77.80	2.64
	80°C	75.99	75.76	77.53	76.43	0.96
	90°C	74.15	74.41	76.49	75.02	1.28
	100°C	76.75	75.85	73.01	75.20	1.95
DIA 22/04/2026	S/T	68.21	69.44	68.62	68.76	0.63
	80°C	61.34	60.18	57.89	59.80	1.76
	90°C	63.93	60.9	67.72	64.18	3.42
	100°C	64.04	58.11	66.74	62.96	4.41
DIA 23/04/2026	S/T	53.93	57.44	62.98	58.12	4.56
	80°C	30.00	33.69	39.56	34.42	4.82
	90°C	47.83	42.66	37.05	42.51	5.39
	100°C	38.80	31.27	33.68	34.58	3.85
DIA 24/04/2026	S/T	29.41	40.91	30.74	33.69	6.29
	80°C	15.68	15.5	16.17	15.78	0.35
	90°C	17.97	16.84	17.2	17.34	0.58
	100°C	16.49	13.29	15.91	15.23	1.70
DIA 25/04/2026	S/T	24.81	22.57	22.90	23.43	1.21
	80°C					
	90°C					
	100°C					

SEMANA 03

DIA	Tratamiento	HUMEDAD (%bh)			PROMEDIO	S.D (σ)
		R1	R2	R3		
DIA 05/05/2026	S/T	80.15	77.34	80.25	79.25	1.65
	80°C	77	77.01	75.63	76.55	0.79
	90°C	75.27	79.08	74.73	76.36	2.37
	100°C	76.17	73.15	73.98	74.43	1.56
DIA 06/05/2026	S/T	66.26	67.85	68.29	67.47	1.07
	80°C	64.02	63.26	67.23	64.84	2.11
	90°C	64.33	66.3	60.22	63.62	3.10
	100°C	49.32	51.18	58.09	52.86	4.62
DIA 07/05/2026	S/T	45.15	46.95	45.31	45.80	1.00
	80°C	26.54	28.32	27.50	27.45	0.89
	90°C	32.57	32.80	31.54	32.30	0.67
	100°C	29.64	30.21	33.71	31.19	2.20
DIA 08/05/2026	S/T	23.6	25.51	21.47	23.53	2.02
	80°C	13.04	12.2	13.02	12.75	0.48
	90°C	14.71	14.78	14.35	14.61	0.23
	100°C	11.87	11.61	11.55	11.68	0.17
DIA 09/05/2026	S/T	12.72	12.23	12.15	12.37	0.31
	80°C					
	90°C					
	100°C					

Anexo 5: Determinación de porcentaje de cenizas por triplicado

SEMANA 01

Tratamiento	Repeticiones	Peso Crisol	Peso (Crisol + Muestra húmeda)	peso (crisol + muestra seca)	peso (crisol + cenizas)	%CENIZAS	PROMEDIO	S.D (σ)	CV
80°C	R1	18.4243	22.7915	22.46963736	19.4679	25.80	25.95	0.281	1.082
	R2	17.7129	22.8500	22.47139573	18.9399	25.79			
	R3	20.3431	25.4715	25.09353692	21.5914	26.28			
90 °C	R1	37.3565	42.8121	42.41202267	38.6366	25.32	25.20	0.132	0.522
	R2	19.8377	24.6640	24.31007133	20.9585	25.06			
	R3	37.5138	43.1702	42.75539733	38.8360	25.23			
S/T	R1	61.3165	66.3214	65.87863318	62.4674	25.23	25.04	0.196	0.783
	R2	65.7840	70.8020	70.35807427	66.9200	24.84			
	R3	62.6061	67.6050	67.16276398	63.7474	25.05			
100 °C	R1	37.3683	41.5330	41.20704281	38.2974	24.20	24.46	0.319	1.306
	R2	18.4362	21.4935	21.25421532	19.1294	24.60			
	R3	17.7214	20.8783	20.63121996	18.4402	24.70			
	R4	61.3344	66.3527	65.95993439	62.4596	24.33			
	R5	65.8017	71.2818	70.85289084	67.0164	24.05			
	R6	62.6311	68.7886	68.30667300	64.0433	24.88			

SEMANA 02

Tratamiento	Repeticiones	Peso Crisol	Peso (Crisol + Muestra húmeda)	peso (crisol + muestra seca)	peso (crisol + cenizas)	%CENIZAS	PROMEDIO	S.D (σ)	CV
80°C	R1	20.3518	23.2701	23.0309	20.8117	17.17	17.18	0.25	1.45
	R2	18.4360	21.5970	21.3379	18.9418	17.43			
	R3	37.5267	41.2667	40.9601	38.1081	16.93			
90 °C	R1	37.3712	41.3218	40.9903	38.0392	18.46	18.07	0.37	2.07
	R2	17.7214	21.5531	21.2316	18.3548	18.04			
	R3	19.8431	22.9631	22.7013	20.3493	17.71			
S/T	R1	65.8010	71.8126	71.3782	66.6616	15.43	15.16	0.41	2.73
	R2	61.3357	66.8173	66.4212	62.1176	15.38			
	R3	62.6297	66.4594	66.1826	63.1515	14.69			
100 °C	R1	20.3491	23.8226	23.5378	20.9722	19.54	19.71	0.22	1.13
	R2	37.367	41.0925	40.7870	38.0514	20.01			
	R3	17.7222	20.6468	20.4070	18.2519	19.73			
	R4	19.8439	23.0918	22.8255	20.4266	19.54			

SEMANA 03

Tratamiento	Repeticiones	Peso Crisol	Peso (Crisol + Muestra húmeda)	peso (crisol + muestra seca)	peso (crisol + cenizas)	%CENIZAS	PROMEDIO	S.D (σ)	CV
80°C	R1	20.368	23.2544	22.88628779	20.8874	20.63	20.78	0.14	0.66
	R2	19.8592	23.2531	22.82026462	20.4777	20.89			
	R3	65.8533	70.6953	70.0777836	66.7332	20.83			
90 °C	R1	62.6759	67.9431	67.17338651	63.6260	21.13	20.84	0.52	2.50
	R2	61.3811	67.5094	66.61385109	62.4400	20.24			
	R3	17.7353	21.5229	20.96940539	18.4193	21.15			
100 °C	R1	37.392	41.5190	41.03710397	38.1889	21.86	21.54	0.29	1.33
	R2	37.551	41.5733	41.10362944	38.3130	21.45			
	R3	18.4511	22.1795	21.74414716	19.1529	21.31			
S/T	R1	61.3795	66.8149	66.1427222	62.3663	20.72	20.69	0.37	1.78
	R2	65.8521	71.1484	70.49342423	66.7823	20.04			
	R3	62.6753	67.315	66.74122377	63.5104	20.54			
	R4	17.7349	21.4579	20.997489	18.4215	21.04			
	R5	37.3947	40.4459	40.06856827	37.9523	20.85			
	R6	37.5528	41.475	40.9899546	38.2736	20.97			

Anexo 6: Análisis Estadístico (DBCA) para %Grasa (ANOVA, tukey y Dunnett)

DESCRIPTION Missing

Repeticion	80 °C	90 °C	100 °C	Mean
REP 1	2.6	3.06	4.24	3.3
REP 2	5.35947712	5.90546884	6.89542484	6.05345693
REP 3	4.55	4.65	5.33	4.84333333
Mean	4.16982571	4.53848961	5.48847495	4.73226342
Variance	2.01207787	2.03349915	1.781656	1.90463366

Randomized Complete Block Design						
ANOVA				Alpha	0.05	
Sources	SS	df	MS	F	P value	Adj SS
Blocks	11.427802	2	5.71390099	100.834711	0.00037825	0
Groups	2.77722102	2	1.38861051	24.5051743	0.00569375	0
Error	0.22666405	4	0.05666601			
Total	14.431687	8				

TUKEY HSD: RCBD Anova							
group	mean	std err	Df	q-crit	mean-crit		
80 °C	4.16982571						
90 °C	4.53848961						
100 °C	5.48847495						
		0.13743606	4	5.04	0.69267775		
Q TEST				Alpha		0.05	
group 1	group 2	Mean	q-stat	Lower	upper	p-value	Cohen d
80 °C	90 °C	0.3686639	2.68243939	0.32401384	1.06134165	0.25345369	1.54870711
80 °C	100 °C	1.31864924	9.5946379	0.62597149	2.01132698	0.00543605	5.53946677
90 °C	100 °C	0.94998533	6.9121985	0.25730759	1.64266308	0.01766354	3.99075967

DUNNETT

DESCRIPTION

Missing

0

Repeticion	S/T	80 °C	90 °C	100 °C	Mean
REP 1	9.36	2.6	3.06	4.24	4.815
REP 2	10.5529805	5.35947712	5.90546884	6.89542484	7.17833782
REP 3	9.48553454	4.55254215	4.65348373	5.32508052	6.00416023
Mean	9.79950501	4.17067309	4.53965085	5.48683512	5.99916602
Variance	0.42973371	2.01304648	2.03389167	1.78244368	1.39636012

Randomized Complete Block Design

ANOVA

Alpha

0.05

Sources	SS	Df	MS	F	P value	Adj SS
Blocks	11.17088097	2	5.58544048	24.873003	0.00124685	0
Groups	60.53589087	3	20.1786303	89.8591852	2.2392E-05	0
Error	1.347350096	6	0.22455835			
Total	73.05412193	11				

DUNNETT'S TEST

Alpha

0.05

group	mean	size	Ss	df	d-crit
S/T	9.79950501	3	0.85946741		
80 °C	4.17067309	3	4.02609296		
90 °C	4.53965085	3	4.06778333		
100 °C	5.48683512	3	3.56488736		
		12	12.5182311	8	2.88

D-TEST

group	mean	std err	d-stat	lower	upper	p-value	mean-crit	Cohen d
80 °C	5.62883192	1.02136474	5.51108896	2.68730148	8.57036235	0	2.94153044	4.49978529
90 °C	5.25985415	1.02136474	5.14982941	2.31832372	8.20138459	0	2.94153044	4.20481811
100 °C	4.31266989	1.02136474	4.22245819	1.37113945	7.25420033	0	2.94153044	3.44762268

Anexo 7: Análisis Estadístico (DBCA) para %Proteína Bruta (ANOVA, Tukey y Dunnett)

DESCRIPTION Missing

tratamiento	80 °C	90 °C	100 °C	Mean
REP 1	45.6763468	47.2536959	48.4213952	47.117146
REP 2	54.204793	55.8890951	55.3594771	55.1511217
REP 3	46.1198939	48.7	50.6080219	48.475972
Mean	48.6670112	50.6142637	51.4629648	50.2480799
Variance	23.0494539	21.3908337	12.5824405	18.4914666

Randomized Complete Block Design						
ANOVA				Alpha	0.05	
Sources	SS	df	MS	F	P value	Adj SS
Blocks	110.948799	2	55.4743997	71.6571509	0.00073728	0
Groups	12.3294418	2	6.16472089	7.96306651	0.04029711	0
Error	3.09665674	4	0.77416418			
Total	126.374898	8				

TUKEY HSD: RCBD Anova							
group	mean	std err	Df	q-crit	mean-crit		
80 °C	48.67						
90 °C	50.61						
100 °C	51.46						
		0.50799087	4	5.04	2.56027401		
Q TEST						Alpha	0.05
group 1	group 2	Mean	q-stat	Lower	upper	p-value	Cohen d
80 °C	90 °C	1.94725243	3.83324294	0.61302158	4.50752643	0.11033491	2.21312384
80 °C	100 °C	2.79595354	5.50394442	0.23567953	5.35622754	0.0378628	3.17770379
90 °C	100 °C	0.84870111	1.67070149	-1.7115729	3.40897511	0.52242853	0.96457995

DUNNETT

DESCRIPTION

Missing

0

Tratamiento	S/T	80 °C	90 °C	100 °C	Mean
REP 1	42.13933077	45.6763468	47.2536959	48.4213952	45.8726922
REP 2	46.84704107	54.204793	55.8890951	55.3594771	53.0751016
REP 3	46.97954502	46.1198939	48.7	50.6080219	48.1018652
Mean	45.32197229	48.6670112	50.6142637	51.4629648	49.016553
Variance	7.601294586	23.0494539	21.3908337	12.5824405	13.5961656

ANOVA		Alpha			0.05	
Sources	SS	df	MS	F	P value	Adj SS
Blocks	108.769325	2	54.38466235	15.93400188	0.00397774	0
Groups	66.929148	3	22.30971599	6.536457915	0.02553184	0
Error	20.4787207	6	3.413120115			
Total	196.177193	11				

DUNNETT'S TEST								
			Alpha	0.05				
Group	Mean	size	Ss	Df	d-crit			
S/T	45.32	3	15.20258917					
80 °C	48.67	3	46.09890785					
90 °C	50.61	3	42.78166744					
100 °C	51.46	3	25.16488093					
		12	129.2480454	6	3.099			
D-TEST								
Group	Mean	std err	d-stat	lower	upper	p-value	mean-crit	Cohen d
80 °C	-3.35	1.50844735	2.21753775	8.01971728	1.3296394	1	4.67467834	0.72071708
90 °C	-5.29	1.50844735	3.508436254	9.96696971	0.61761303	0.03130186	4.67467834	1.14026916
100 °C	-6.14	1.50844735	4.071068492	10.8156708	1.46631414	0.0164462	4.67467834	1.32312903

Anexo 8: Análisis Estadístico (DBCA) para %Fibra (ANOVA)

DESCRIPTION Missing

	S/T	80 °C	90 °C	100 °C	Mean
REP 1	13.76	15.74	17.86	14.78	15.535
REP 2	10.83	12.52	11.8	12.85	12
REP 3	13.36052275	14.78776571	15.06173968	15.5988325	14.7022152
Mean	12.65017425	14.34925524	14.90724656	14.4096108	14.0790717
Variance	2.524671245	2.736318576	9.198801093	1.99191116	3.41528706

Randomized Complete Block Design						
ANOVA		Alpha		0.05		
Sources	SS	df	MS	F	P value	Adj SS
Blocks	27.3222965	2	13.6611483	14.6864914	0.00488021	0
Groups	8.72963036	3	2.90987679	3.1282788	0.10899112	0
Error	5.58110764	6	0.93018461			
Total	41.6330345	11				

Anexo 9: Análisis Estadístico (DBCA) para %Cenizas (ANOVA)

DESCRIPTION Missing

	S/T	80 °C	90 °C	100 °C	Mean
REP 1 (%)	25.04	25.95	25.2	24.43	25.155
REP 2 (%)	15.16	17.18	18.07	19.71	17.53
REP 3 (%)	20.69	20.78	20.84	21.54	20.9625
Mean	20.2966667	21.3033333	21.37	21.8933333	21.2158333
Variance	24.5196333	19.4336333	12.9199	5.66323333	14.5832896

Randomized Complete Block Design						
ANOVA			Alpha		0.05	
Sources	SS	df	MS	F	P value	Adj SS
Blocks	116.666317	2	58.3331583	41.6344072	0.00030364	0
Groups	4.00589167	3	1.33529722	0.95304814	0.47271347	0
Error	8.40648333	6	1.40108056			
Total	129.078692	11				

Anexo 10: Análisis Proximal proporcionado por laboratorio SAT Perú



Sociedad de Asesoramiento Técnico S.A.C.

JR. ALMIRANTE GUISSÉ N° 2580 - 2586 / LIMA 14 - PERÚ TELÉFONO: 206-9280
E-mail: satperu@satperu.com / web: www.satperu.com

INFORME DE ENSAYO N° DT-02380-01-2026

PRODUCTO : Harina de residuos de camarón,
SOLICITADO POR : Frank Kevin Olivos Villar
DIRECCIÓN : Calle El Milagro 376 . La Cruz - Tumbes - Tumbes
FECHA DE RECEPCIÓN : 2026-04-27
FECHA DE ANÁLISIS : 2026-04-29
FECHA DE INFORME : 2026-05-05
SOLICITUD N° : SDT-04933-2026

IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA : S/T (Sin tratamiento)
ESTADO / CONDICIÓN : Producto en polvo / Temperatura Ambiente
PRESENTACIÓN : Bolsa de polipropileno transparente sellada al vacío con identificación manuscrita.
CANTIDAD DE MUESTRA : 250 gramos
CANTIDAD DE MUESTRA DIRIMIENTE : Ninguna (A solicitud del cliente)

Servicio	Vía / Resultado
(*) Fibra cruda (%)	12,54
(*) Grasa (%)	8,53
(*) Proteína (%)	43,81 (Nx6,25)

(*) LOS METODOS INDICADOS NO HAN SIDO ACREDITADOS POR INACAL-DA

MÉTODOS

(*) Fibra cruda : AOAC 962.09, 22nd. Ed. (2023). Fiber (crude) in Animal Feed and Pet Food
(*) Grasa : AOAC 920.39, 22nd. Ed. (2023) (Validado). Fat (crude) or Ether Extract in Animal Feed.
(*) Proteína : AOAC 984.13, 22nd Ed. (2023) Protein (crude) in animal feed and pet food. Cooper Catalyst Kjeldahl Method

Notas

Contacto: Frank Kevin Olivos Villar. Correo: kolivosvillar@gmail.com
Fecha de inicio de análisis: 2026-04-29
Fecha de término de análisis: 2026-05-04

- Informe de ensayo emitido en base a resultados obtenidos en nuestro laboratorio. Válido únicamente para la muestra proporcionada. Queda absolutamente prohibida toda reproducción parcial del presente informe sin la autorización escrita de SAT S.A.C. Este documento es válido solo en original.

QUIM. CLOTILDE HUAPAYA HERREROS
JEFE DIVISIÓN TÉCNICA
C.Q.P. N° 296



Firmado digitalmente por:
Quim. María Clotilde Huapaya Herreros
Fecha: 05/05/2026 19:46



Sociedad de Asesoramiento Técnico S.A.C.

JR. ALMIRANTE GUISSÉ N° 2580 - 2586 / LIMA 14 - PERÚ TELÉFONO: 206-9280
E-mail: satperu@satperu.com / web: www.satperu.com

INFORME DE ENSAYO N° DT-02380-02-2026

PRODUCTO : Harina de residuos de camarón,
SOLICITADO POR : Frank Kevin Olivos Villar
DIRECCIÓN : Calle El Milagro 376 . La Cruz - Tumbes - Tumbes
FECHA DE RECEPCIÓN : 2026-04-27
FECHA DE ANÁLISIS : 2026-04-29
FECHA DE INFORME : 2026-05-05
SOLICITUD N° : SDT-04933-2026

IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA : T1: 80 °C
ESTADO / CONDICIÓN : Producto en polvo / Temperatura Ambiente
PRESENTACIÓN : Bolsa de polipropileno transparente sellada al vacío con identificación manuscrita.
CANTIDAD DE MUESTRA : 250 gramos
CANTIDAD DE MUESTRA DIRIGENTE : Ninguna (A solicitud del cliente)

Servicio	Vía / Resultado
(*) Fibra cruda (%)	14,58
(*) Grasa (%)	2,41
(*) Proteína (%)	48,59 (Nx6,25)

(*) LOS METODOS INDICADOS NO HAN SIDO ACREDITADOS POR INACAL-DA

MÉTODOS

(*) Fibra cruda : AOAC 962.09, 22nd Ed. (2023). Fiber (crude) in Animal Feed and Pet Food
(*) Grasa : AOAC 920.39, 22nd Ed. (2023) (Validado). Fat (crude) or Ether Extract in Animal Feed.
(*) Proteína : AOAC 984.13, 22nd Ed. (2023) Protein (crude) in animal feed and pet food. Cooper Catalyst Kjeldahl Method

Notas

Contacto: Frank Kevin Olivos Villar, Correo: kolvillar@gmail.com
Fecha de inicio de análisis: 2026-04-29
Fecha de término de análisis: 2026-05-04

- Informe de ensayo emitido en base a resultados obtenidos en nuestro laboratorio. Válido únicamente para la muestra proporcionada. Queda absolutamente prohibida toda reproducción parcial del presente informe sin la autorización escrita de SAT S.A.C. Este documento es válido solo en original.

QUIM. CLOTILDE HUAPAYA HERREROS
JEFE DIVISIÓN TÉCNICA
C.Q.P. N° 296



Firmado digitalmente por:
Quim. María Clotilde Huapaya Herreros
Fecha: 05/05/2026 19:46



Sociedad de Asesoramiento Técnico S.A.C.

JR. ALMIRANTE GUISSÉ N° 2580 - 2586 / LIMA 14 - PERÚ TELÉFONO: 206-9280
E-mail: satperu@satperu.com / web: www.satperu.com

INFORME DE ENSAYO N° DT-02380-04-2026

PRODUCTO : Harina de residuos de camarón,
SOLICITADO POR : Frank Kevin Olivos Villar
DIRECCIÓN : Calle El Milagro 376 . La Cruz - Tumbes - Tumbes
FECHA DE RECEPCIÓN : 2026-04-27
FECHA DE ANÁLISIS : 2026-04-29
FECHA DE INFORME : 2026-05-05
SOLICITUD N° : SDT-04933-2026

IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA : T3: 100 °C
ESTADO / CONDICIÓN : Producto en polvo / Temperatura Ambiente
PRESENTACIÓN : Bolsa de polipropileno transparente sellada al vacío con identificación manuscrita.
CANTIDAD DE MUESTRA : 250 gramos
CANTIDAD DE MUESTRA DIRIMIENTE : Ninguna (A solicitud del cliente)

Servicio	Vía / Resultado
(*) Fibra cruda (%)	13,62
(*) Grasa (%)	3,91
(*) Proteína (%)	50,49 (Nx6,25)

(*) LOS METODOS INDICADOS NO HAN SIDO ACREDITADOS POR INACAL-DA

MÉTODOS

(*) Fibra cruda : AOAC 962.09, 22nd. Ed. (2023). Fiber (crude) in Animal Feed and Pet Food
(*) Grasa : AOAC 920.39, 22nd. Ed. (2023) (Validado). Fat (crude) or Ether Extract in Animal Feed.
(*) Proteína : AOAC 984.13, 22nd Ed. (2023) Protein (crude) in animal feed and pet food. Cooper Catalyst Kjeldahl Method

Notas

Contacto: Frank Kevin Olivos Villar. Correo: kolivosvillar@gmail.com
Fecha de inicio de análisis: 2026-04-29
Fecha de término de análisis: 2026-05-04

- Informe de ensayo emitido en base a resultados obtenidos en nuestro laboratorio. Válido únicamente para la muestra proporcionada. Queda absolutamente prohibida toda reproducción parcial del presente informe sin la autorización escrita de SAT S.A.C. Este documento es válido solo en original.

QUIM. CLOTILDE HUAPAYA HERREROS
JEFE DIVISIÓN TÉCNICA
C.Q.P. N° 296



Firmado digitalmente por:
Quim. Maria Clotilde Huapaya Herreros
Fecha: 05/05/2026 19:46



Sociedad de Asesoramiento Técnico S.A.C.

JR. ALMIRANTE GUISSSE N° 2580 - 2586 / LIMA 14 - PERÚ TELÉFONO: 206-9280
E-mail: satperu@satperu.com / web: www.satperu.com

INFORME DE ENSAYO N° DT-02380-03-2026

PRODUCTO : Harina de residuos de camarón,
SOLICITADO POR : Frank Kevin Olivos Villar
DIRECCIÓN : Calle El Milagro 376 . La Cruz - Tumbes - Tumbes
FECHA DE RECEPCIÓN : 2026-04-27
FECHA DE ANÁLISIS : 2026-04-29
FECHA DE INFORME : 2026-05-05
SOLICITUD N° : SDT-04933-2026

IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA : T2: 90 °C
ESTADO / CONDICIÓN : Producto en polvo / Temperatura Ambiente
PRESENTACIÓN : Bolsa de polipropileno transparente sellada al vacío con identificación manuscrita.
CANTIDAD DE MUESTRA : 250 gramos
CANTIDAD DE MUESTRA DIRIMIENTE : Ninguna (A solicitud del cliente)

Servicio	Vía / Resultado
(*) Fibra cruda (%)	16,55
(*) Grasa (%)	2,84
(*) Proteína (%)	50,92 (Nx6,25)

(*) LOS METODOS INDICADOS NO HAN SIDO ACREDITADOS POR INACAL-DA

MÉTODOS

(*) Fibra cruda : AOAC 942.09, 22nd. Ed. (2023). Fiber (crude) in Animal Feed and Pet Food
(*) Grasa : AOAC 920.39, 22nd. Ed. (2023) (Validado). Fat (crude) or Ether Extract in Animal Feed.
(*) Proteína : AOAC 984.13, 22nd Ed. (2023) Protein (crude) in animal feed and pet food. Cooper Catalyst Kjeldahl Method

Notas

Contacto: Frank Kevin Olivos Villar. Correo: kolivosvillar@gmail.com
Fecha de inicio de análisis: 2026-04-29
Fecha de término de análisis: 2026-05-04

- Informe de ensayo emitido en base a resultados obtenidos en nuestro laboratorio. Válido únicamente para la muestra proporcionada. Queda absolutamente prohibida toda reproducción parcial del presente informe sin la autorización escrita de SAT S.A.C. Este documento es válido solo en original.

QUIM. CLOTILDE HUAPAYA HERREROS
JEFE DIVISIÓN TÉCNICA
C.Q.P. N° 296



Firmado digitalmente por:
Quim. Maria Clotilde Huapaya Herreros
Fecha: 05/05/2026 19:46



Sociedad de Asesoramiento Técnico S.A.C.

JR. ALMIRANTE GUISSSE N° 2580 - 2586 / LIMA 14 - PERÚ TELÉFONO: 206-9280
E-mail: satperu@satperu.com / web: www.satperu.com

INFORME DE ENSAYO N° DT-02700-01-2026

PRODUCTO : Harina de residuos de camarón,
SOLICITADO POR : Frank Kevin Olivos Villar
DIRECCIÓN : Calle El Milagro 376 . La Cruz - Tumbes - Tumbes
FECHA DE RECEPCIÓN : 2026-05-11
FECHA DE ANÁLISIS : 2026-05-13
FECHA DE INFORME : 2026-05-18
SOLICITUD N° : SDT-06081-2026

IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA : S/T (Sin tratamiento)
ESTADO / CONDICIÓN : Producto en polvo / Temperatura Ambiente
PRESENTACIÓN : Bolsa de polipropileno transparente sellada al vacío con identificación manuscrita
CANTIDAD DE MUESTRA : 250 gramos
CANTIDAD DE MUESTRA DIRIMIENTE : Ninguna (A solicitud del cliente)

Servicio	Vía / Resultado
(*) Fibra cruda (g/100g)	10,05
(*) Grasa (g/100g)	9,79
(*) Proteína (%)	47,79 (Nx6,25)

(*) LOS METODOS INDICADOS NO HAN SIDO ACREDITADOS POR INACAL-DA

MÉTODOS

(*) Fibra cruda : AOAC 962.09, 22nd. Ed. (2023). Fiber (crude) in Animal Feed and Pet Food
(*) Grasa : AOAC 920.39, 22nd. Ed. (2023) (Validado). Fat (crude) or Ether Extract in Animal Feed.
(*) Proteína : AOAC 984.13, 22nd Ed. (2023) Protein (crude) in animal feed and pet food. Cooper Catalyst Kjeldahl Method

Notas

Contacto: Frank Kevin Olivos Villar. Correo: kolivosvillar@gmail.com
Fecha de inicio de análisis: 2026-05-13
Fecha de término de análisis: 2026-05-16

- Informe de ensayo emitido en base a resultados obtenidos en nuestro laboratorio. Válido únicamente para la muestra proporcionada. Queda absolutamente prohibida toda reproducción parcial del presente informe sin la autorización escrita de SAT S.A.C. Este documento es válido solo en original.

QUIM. CLOTILDE HUAPAYA HERREROS
JEFE DIVISIÓN TÉCNICA
C.Q.P. N° 296



Firmado digitalmente por:
Quim. Maria Clotilde Huapaya Herreros
Fecha: 18/05/2026 15:21



Sociedad de Asesoramiento Técnico S.A.C.

JR. ALMIRANTE GUISSSE N° 2580 - 2586 / LIMA 14 - PERÚ TELÉFONO: 206-9280
E-mail: satperu@satperu.com / web: www.satperu.com

INFORME DE ENSAYO N° DT-02700-02-2026

PRODUCTO : Harina de residuos de camarón,
SOLICITADO POR : Frank Kevin Olivos Villar
DIRECCIÓN : Calle El Milagro 376 . La Cruz - Tumbes - Tumbes
FECHA DE RECEPCIÓN : 2026-05-11
FECHA DE ANÁLISIS : 2026-05-13
FECHA DE INFORME : 2026-05-18
SOLICITUD N° : SDT-06081-2026

IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA : T1: 80 °C
ESTADO / CONDICIÓN : Producto en polvo / Temperatura Ambiente
PRESENTACIÓN : Bolsa de polipropileno transparente sellada al vacío con identificación manuscrita
CANTIDAD DE MUESTRA : 250 gramos
CANTIDAD DE MUESTRA DIRIMIENTE : Ninguna (A solicitud del cliente)

Servicio	Vía / Resultado
(*) Fibra cruda (g/100g)	11,49
(*) Grasa (g/100g)	4,92
(*) Proteína (%)	54,71 (Nx6,25)

(*) LOS METODOS INDICADOS NO HAN SIDO ACREDITADOS POR INACAL-DA

MÉTODOS

(*) Fibra cruda : AOAC 962.09, 22nd. Ed. (2023). Fiber (crude) in Animal Feed and Pet Food
(*) Grasa : AOAC 920.39, 22nd. Ed. (2023) (Validado). Fat (crude) or Ether Extract in Animal Feed.
(*) Proteína : AOAC 984.13, 22nd Ed. (2023) Protein (crude) in animal feed and pet food. Cooper Catalyst Kjeldahl Method

Notas

Contacto: Frank Kevin Olivos Villar. Correo: kolivosvillar@gmail.com
Fecha de inicio de análisis: 2026-05-13
Fecha de término de análisis: 2026-05-16

- Informe de ensayo emitido en base a resultados obtenidos en nuestro laboratorio. Válido únicamente para la muestra proporcionada. Queda absolutamente prohibida toda reproducción parcial del presente informe sin la autorización escrita de SAT S.A.C. Este documento es válido solo en original.

QUIM. CLOTILDE HUAPAYA HERREROS
JEFE DIVISIÓN TÉCNICA
C.Q.P. N° 296



Firmado digitalmente por:
Quim. Maria Clotilde Huapaya Herreros
Fecha: 18/05/2026 15:21



Sociedad de Asesoramiento Técnico S.A.C.

JR. ALMIRANTE GUISSSE N° 2580 - 2586 / LIMA 14 - PERÚ TELÉFONO: 206-9280
E-mail: satperu@satperu.com / web: www.satperu.com

INFORME DE ENSAYO N° DT-02700-04-2026

PRODUCTO : Harina de residuos de camarón,
SOLICITADO POR : Frank Kevin Olivos Villar
DIRECCIÓN : Calle El Milagro 376 . La Cruz - Tumbes - Tumbes
FECHA DE RECEPCIÓN : 2026-05-11
FECHA DE ANÁLISIS : 2026-05-13
FECHA DE INFORME : 2026-05-18
SOLICITUD N° : SDT-06081-2026

IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA : T3: 100 °C
ESTADO / CONDICIÓN : Producto en polvo / Temperatura Ambiente
PRESENTACIÓN : Bolsa de polipropileno transparente sellada al vacío con identificación manuscrita
CANTIDAD DE MUESTRA : 250 gramos
CANTIDAD DE MUESTRA DIRIMIENTE : Ninguna (A solicitud del cliente)

Servicio	Vía / Resultado
(*) Fibra cruda (g/100g)	11,80
(*) Grasa (g/100g)	6,33
(*) Proteína (%)	55,90 (Nx6,25)

(*) LOS METODOS INDICADOS NO HAN SIDO ACREDITADOS POR INACAL-DA

MÉTODOS

(*) Fibra cruda : AOAC 962.09, 22nd. Ed. (2023). Fiber (crude) in Animal Feed and Pet Food
(*) Grasa : AOAC 920.39, 22nd. Ed. (2023) (Validado). Fat (crude) or Ether Extract in Animal Feed.
(*) Proteína : AOAC 984.13, 22nd Ed. (2023) Protein (crude) in animal feed and pet food. Cooper Catalyst Kjeldahl Method

Notas

Contacto: Frank Kevin Olivos Villar. Correo: kolivosvillar@gmail.com
Fecha de inicio de análisis: 2026-05-13
Fecha de término de análisis: 2026-05-16

- Informe de ensayo emitido en base a resultados obtenidos en nuestro laboratorio. Válido únicamente para la muestra proporcionada. Queda absolutamente prohibida toda reproducción parcial del presente informe sin la autorización escrita de SAT S.A.C. Este documento es válido solo en original.

QUIM. CLOTILDE HUAPAYA HERREROS
JEFE DIVISIÓN TÉCNICA
C.Q.P. N° 296



Firmado digitalmente por:
Quim. Maria Clotilde Huapaya Herreros
Fecha: 18/05/2026 15:21



Sociedad de Asesoramiento Técnico S.A.C.

JR. ALMIRANTE GUISSSE N° 2580 - 2586 / LIMA 14 - PERÚ TELÉFONO: 206-9280
E-mail: satperu@satperu.com / web: www.satperu.com

INFORME DE ENSAYO N° DT-02700-03-2026

PRODUCTO : Harina de residuos de camarón,
SOLICITADO POR : Frank Kevin Olivos Villar
DIRECCIÓN : Calle El Milagro 376 . La Cruz - Tumbes - Tumbes
FECHA DE RECEPCIÓN : 2026-05-11
FECHA DE ANÁLISIS : 2026-05-13
FECHA DE INFORME : 2026-05-18
SOLICITUD N° : SDT-06081-2026

IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA : T2: 90 °C
ESTADO / CONDICIÓN : Producto en polvo / Temperatura Ambiente
PRESENTACIÓN : Bolsa de polipropileno transparente sellada al vacío con identificación manuscrita
CANTIDAD DE MUESTRA : 250 gramos
CANTIDAD DE MUESTRA DIRIMIENTE : Ninguna (A solicitud del cliente)

Servicio	Vía / Resultado
(*) Fibra cruda (g/100g)	10,79
(*) Grasa (g/100g)	5,41
(*) Proteína (%)	55,85 (Nx6,25)

(*) LOS METODOS INDICADOS NO HAN SIDO ACREDITADOS POR INACAL-DA

MÉTODOS

(*) Fibra cruda : AOAC 962.09, 22nd. Ed. (2023). Fiber (crude) in Animal Feed and Pet Food
(*) Grasa : AOAC 920.39, 22nd. Ed. (2023) (Validado). Fat (crude) or Ether Extract in Animal Feed.
(*) Proteína : AOAC 984.13, 22nd Ed. (2023) Protein (crude) in animal feed and pet food. Cooper Catalyst Kjeldahl Method

Notas

Contacto: Frank Kevin Olivos Villar. Correo: kolivosvillar@gmail.com
Fecha de inicio de análisis: 2026-05-13
Fecha de término de análisis: 2026-05-16

- Informe de ensayo emitido en base a resultados obtenidos en nuestro laboratorio. Válido únicamente para la muestra proporcionada. Queda absolutamente prohibida toda reproducción parcial del presente informe sin la autorización escrita de SAT S.A.C. Este documento es válido solo en original.

QUIM. CLOTILDE HUAPAYA HERREROS
JEFE DIVISIÓN TÉCNICA
C.Q.P. N° 296



Firmado digitalmente por:
Quim. Maria Clotilde Huapaya Herreros
Fecha: 18/05/2026 15:21



Sociedad de Asesoramiento Técnico S.A.C.

JR. ALMIRANTE GUISSÉ N° 2580 - 2586 / LIMA 14 - PERÚ TELÉFONO: 206-9280
E-mail: satperu@satperu.com / web: www.satperu.com

INFORME DE ENSAYO N° DT-03047-01-2026

PRODUCTO : Harina de residuos de camarón,
SOLICITADO POR : Frank Kevin Olivos Villar
DIRECCIÓN : Calle El Milagro 376 . La Cruz - Tumbes - Tumbes
FECHA DE RECEPCIÓN : 2026-05-26
FECHA DE ANÁLISIS : 2026-05-28
FECHA DE INFORME : 2026-06-01
SOLICITUD N° : SDT-06787-2026

IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA : S/T (Sin tratamiento)
ESTADO / CONDICIÓN : Producto en polvo / Temperatura Ambiente
PRESENTACIÓN : Bolsa de polipropileno transparente anudada con identificación manuscrita
CANTIDAD DE MUESTRA : 200 gramos
CANTIDAD DE MUESTRA DIRIMIENTE : Ninguna (A solicitud del cliente)

Servicio	Vía / Resultado
(*) Fibra cruda (g/100g)	12,24
(*) Grasa (g/100g)	8,69
(*) Proteína (%)	48,31 (Nx6,25)

(*) LOS METODOS INDICADOS NO HAN SIDO ACREDITADOS POR INACAL-DA

MÉTODOS

(*) Fibra cruda : AOAC 962.09, 22nd. Ed. (2023). Fiber (crude) in Animal Feed and Pet Food
(*) Grasa : AOAC 920.39, 22nd. Ed. (2023) (Validado). Fat (crude) or Ether Extract in Animal Feed.
(*) Proteína : AOAC 984.13, 22nd Ed. (2023) Protein (crude) in animal feed and pet food. Cooper Catalyst Kjeldahl Method

Notas

Contacto: Frank Kevin Olivos Villar. Correo: kolivosvillar@gmail.com
Fecha de inicio de análisis: 2026-05-28
Fecha de término de análisis: 2026-05-30

- Informe de ensayo emitido en base a resultados obtenidos en nuestro laboratorio. Válido únicamente para la muestra proporcionada. Queda absolutamente prohibida toda reproducción parcial del presente informe sin la autorización escrita de SAT S.A.C. Este documento es válido solo en original.

QUIM. CLOTILDE HUAPAYA HERREROS
JEFE DIVISIÓN TÉCNICA
C.Q.P. N° 296



Firmado digitalmente por:
Quim. María Clotilde Huapaya Herreros
Fecha: 01/06/2026 19:58



Sociedad de Asesoramiento Técnico S.A.C.

JR. ALMIRANTE GUISSÉ N° 2580 - 2586 / LIMA 14 - PERÚ TELÉFONO: 206-9280
E-mail: satperu@satperu.com / web: www.satperu.com

INFORME DE ENSAYO N° DT-03047-03-2026

PRODUCTO : Harina de residuos de camarón,
SOLICITADO POR : Frank Kevin Olivos Villar
DIRECCIÓN : Calle El Milagro 376 . La Cruz - Tumbes - Tumbes
FECHA DE RECEPCIÓN : 2026-05-26
FECHA DE ANÁLISIS : 2026-05-28
FECHA DE INFORME : 2026-06-01
SOLICITUD N° : SDT-06787-2026

IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA : T2: 100 °C
ESTADO / CONDICIÓN : Producto en polvo / Temperatura Ambiente
PRESENTACIÓN : Bolsa de polipropileno transparente anudada con identificación manuscrita
CANTIDAD DE MUESTRA : 200 gramos
CANTIDAD DE MUESTRA DIRIMIENTE : Ninguna (A solicitud del cliente)

Servicio	Vía / Resultado
(*) Fibra cruda (g/100g)	14,09
(*) Grasa (g/100g)	4,81
(*) Proteína (%)	51,78 (Nx6,25)

(*) LOS METODOS INDICADOS NO HAN SIDO ACREDITADOS POR INACAL-DA

MÉTODOS

(*) Fibra cruda : AOAC 962.09, 22nd. Ed. (2023). Fiber (crude) in Animal Feed and Pet Food
(*) Grasa : AOAC 920.39, 22nd. Ed. (2023) (Validado). Fat (crude) or Ether Extract in Animal Feed.
(*) Proteína : AOAC 984.13, 22nd Ed. (2023) Protein (crude) in animal feed and pet food. Cooper Catalyst Kjeldahl Method

Notas

Contacto: Frank Kevin Olivos Villar. Correo: kolivosvillar@gmail.com
Fecha de inicio de análisis: 2026-05-28
Fecha de término de análisis: 2026-05-30

- Informe de ensayo emitido en base a resultados obtenidos en nuestro laboratorio. Válido únicamente para la muestra proporcionada. Queda absolutamente prohibida toda reproducción parcial del presente informe sin la autorización escrita de SAT S.A.C. Este documento es válido solo en original.

QUIM. CLOTILDE HUAPAYA HERREROS
JEFE DIVISIÓN TÉCNICA
C.Q.P. N° 296



Firmado digitalmente por:
Quim. Maria Clotilde Huapaya Herreros
Fecha: 01/06/2026 19:58



Sociedad de Asesoramiento Técnico S.A.C.

JR. ALMIRANTE GUISSÉ N° 2580 - 2586 / LIMA 14 - PERÚ TELÉFONO: 206-9280
E-mail: satperu@satperu.com / web: www.satperu.com

INFORME DE ENSAYO N° DT-03047-02-2026

PRODUCTO : Harina de residuos de camarón,
SOLICITADO POR : Frank Kevin Olivos Villar
DIRECCIÓN : Calle El Milagro 376 . La Cruz - Tumbes - Tumbes
FECHA DE RECEPCIÓN : 2026-05-26
FECHA DE ANÁLISIS : 2026-05-28
FECHA DE INFORME : 2026-06-01
SOLICITUD N° : SDT-06787-2026

IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA : T1: 80 °C
ESTADO / CONDICIÓN : Producto en polvo / Temperatura Ambiente
PRESENTACIÓN : Bolsa de polipropileno transparente anudada con identificación manuscrita
CANTIDAD DE MUESTRA : 200 gramos
CANTIDAD DE MUESTRA DIRIMIENTE : Ninguna (A solicitud del cliente)

Servicio	Vía / Resultado
(*) Fibra cruda (g/100g)	13,87
(*) Grasa (g/100g)	4,27
(*) Proteína (%)	49,23 (Nx6,25)

(*) LOS METODOS INDICADOS NO HAN SIDO ACREDITADOS POR INACAL-DA

MÉTODOS

(*) Fibra cruda : AOAC 962.09, 22nd. Ed. (2023). Fiber (crude) in Animal Feed and Pet Food
(*) Grasa : AOAC 920.39, 22nd. Ed. (2023) (Validado). Fat (crude) or Ether Extract in Animal Feed.
(*) Proteína : AOAC 984.13, 22nd Ed. (2023) Protein (crude) in animal feed and pet food. Cooper Catalyst Kjeldahl Method

Notas

Contacto: Frank Kevin Olivos Villar. Correo: kolivosvillar@gmail.com
Fecha de inicio de análisis: 2026-05-28
Fecha de término de análisis: 2026-05-30

- Informe de ensayo emitido en base a resultados obtenidos en nuestro laboratorio. Válido únicamente para la muestra proporcionada. Queda absolutamente prohibida toda reproducción parcial del presente informe sin la autorización escrita de SAT S.A.C. Este documento es válido solo en original.

QUIM. CLOTILDE HUAPAYA HERREROS
JEFE DIVISIÓN TÉCNICA
C.Q.P. N° 296



Firmado digitalmente por:
Quim. María Clotilde Huapaya Herreros
Fecha: 01/06/2026 19:58



Sociedad de Asesoramiento Técnico S.A.C.

JR. ALMIRANTE GUISE N° 2580 - 2586 / LIMA 14 - PERÚ TELÉFONO: 206-9280
E-mail: satperu@satperu.com / web: www.satperu.com

INFORME DE ENSAYO N° DT-03047-04-2026

PRODUCTO : Harina de residuos de camarón,
SOLICITADO POR : Frank Kevin Olivos Villar
DIRECCIÓN : Calle El Milagro 376, La Cruz - Tumbes - Tumbes
FECHA DE RECEPCIÓN : 2026-05-26
FECHA DE ANÁLISIS : 2026-05-28
FECHA DE INFORME : 2026-06-01
SOLICITUD N° : SDT-06787-2026

IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA : 90 °C
ESTADO / CONDICIÓN : Producto en polvo / Temperatura Ambiente
PRESENTACIÓN : Bolsa de polipropileno transparente anudada con identificación manuscrita
CANTIDAD DE MUESTRA : 200 gramos
CANTIDAD DE MUESTRA DIRIMIENTE : Ninguna (A solicitud del cliente)

Servicio	Via / Resultado
(*) Fibra cruda (g/100g)	13.95
(*) Grasa (g/100g)	4.31
(*) Proteína (%)	51.11 (Nx6,25)

(*) LOS METODOS INDICADOS NO HAN SIDO ACREDITADOS POR INACAL-DA

MÉTODOS

(*) Fibra cruda : AOAC 962.09, 22nd. Ed. (2023), Fiber (crude) in Animal Feed and Pet Food
(*) Grasa : AOAC 920.39, 22nd. Ed. (2023)(Validado), Fat (crude) or Ether Extract in Animal Feed.
(*) Proteína : AOAC 984.13, 22nd Ed. (2023) Protein (crude) in animal feed and pet food. Cooper Catalyst Kjeldahl Method

Notas

Contacto: Frank Kevin Olivos Villar. Correo: kolivovillar@gmail.com
Fecha de inicio de análisis: 2026-05-28
Fecha de término de análisis: 2026-05-30

- Informe de ensayo emitido en base a resultados obtenidos en nuestro laboratorio. Válido únicamente para la muestra proporcionada. Queda absolutamente prohibida toda reproducción parcial del presente informe sin la autorización escrita de SAT S.A.C. Este documento es válido solo en original.

QUIM. CLOTILDE HUAPAYA HERREROS
JEFE DIVISIÓN TÉCNICA
C.Q.P.N° 296



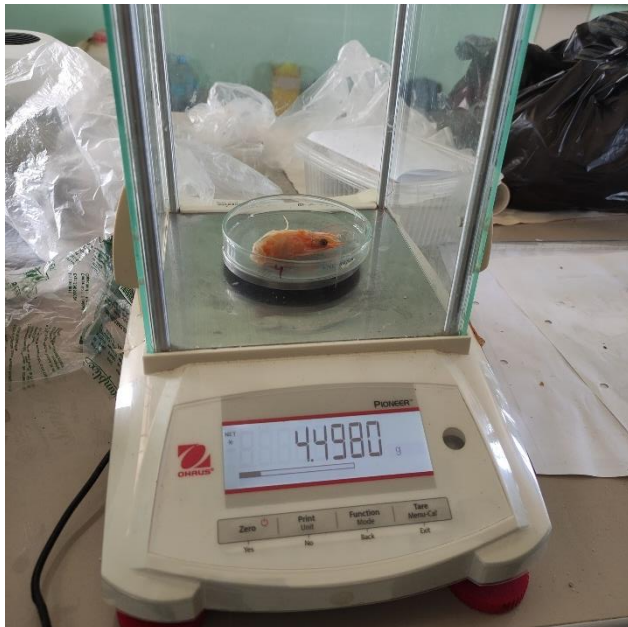
Firmado digitalmente por
Quim. María Clotilde Huapaya Herreros
Fecha: 01/06/2026 19:58

Anexo 11: Lugar de ejecución





Anexo 12: Equipos de laboratorio



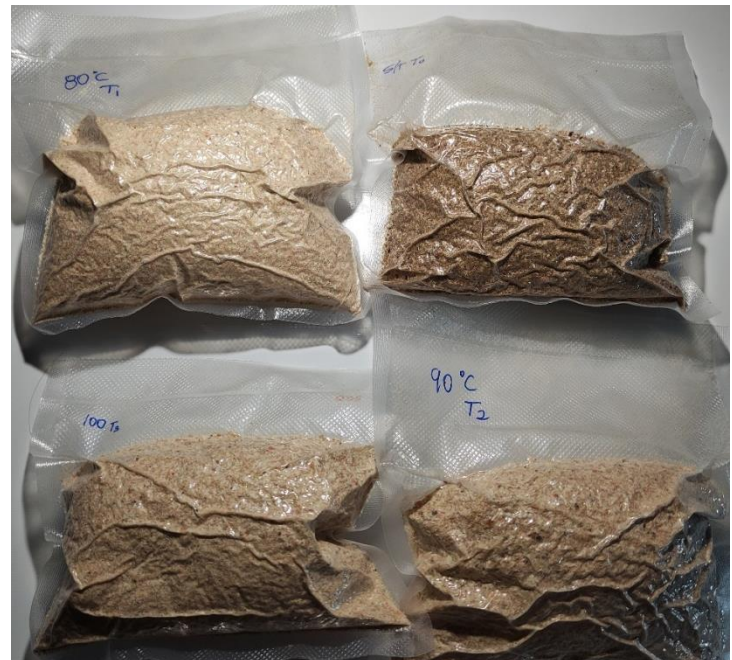
Anexo 13: Secador solar



Anexo 14: Procedimiento para obtener harina de cabeza de camarón







Anexo 15: Tratamientos térmicos y tratamiento control (S/T)





Anexo 16: Monitoreo de parámetros climatológicos



Anexo 17: Determinación de humedad y cenizas de harina residual







Anexo 18: Ficha técnica Fosfato dicálcico

Código	QP-ET-PT-FB-001	ESPECIFICACIÓN TÉCNICA	
Versión	05		
F. Aprobación	02/03/2026		
R. Revisión	02/03/2026		
Página	1 de 3		

1. NOMBRE DEL PRODUCTO

FOSFATO BICALCICO PHOSBIC 18.5%

2. NUMERO DE REGISTRO CAS

Fórmula Química: $\text{CaHPO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$
CAS N°: 7789-77-7

3. OTRAS DENOMINACIONES

Fosfato dicálcico dihidratado, fosfato bicálcico dihidratado, dibasic calcium phosphate, calcium hydrogenorthophosphate dyhydrate, dicalcium phosphate 2hydrated, dihydrated dicalcium phosphate, phosphate bicalcique dyhydrate.

4. PROCEDENCIA

Fosfato de origen inorgánico.

5. DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO

Fosfato Bicalcico en polvo de color blanco humo a beige en sus diferentes tonalidades, cuyo proceso de producción asegura un excelente producto como fuente de fósforo y calcio.

6. INGREDIENTES PRINCIPALES

Producto obtenido en base a materias primas cuidadosamente seleccionadas, tales como roca fosfórica y caliza de origen mineral, ácido clorhídrico obtenido por reacción de síntesis de cloro e hidrogeno.

7. ESPECIFICACIONES DE TECNICAS

PARÁMETROS QUÍMICOS

Parámetro	Unidades	Mínimo	Máximo	METODO
Humedad Adherente (como H ₂ O)	%w/w	-	2.50	QP-ME-LC-FB-001
Cenizas Insolubles (en HCl)	%w/w	-	1.00	QP-ME-LC-FB-002
Fósforo (como P)	%w/w	18.50	-	QP-ME-LC-FB-003
Calcio (como Ca)	%w/w	26.00	-	QP-ME-LC-FB-004
Flúor (como F)	%w/w	-	0.18	QP-ME-LC-FB-005
Arsénico (como As)	mg/kg	-	10.0	QP-ME-LC-FB-019
Plomo (como Pb)	mg/kg	-	15.0	QP-ME-LC-FB-019
Cadmio (como Cd)	mg/kg	-	10.0	QP-ME-LC-FB-019
Mercurio (como Hg)	mg/kg	-	0.10	QP-ME-LC-FB-020
DIOXINAS (PCDD's Y PCDF's) ⁽¹⁾	WHO-TEQ ng/kg	-	0.50	GC-MS/MS
PCB similares a las dioxinas ⁽¹⁾	WHO-TEQ ng/kg	-	0.35	GC-MS/MS
PCB no similares a las dioxinas ⁽¹⁾	µg/kg	-	10.0	GC-MS/MS

Una vez impreso este documento se convierte en copia no controlada. Verificar su vigencia en la red SIG

Anexo 19: Ficha técnica Bicarbonato de Sodio



"Líderes en Calidad Cumplimiento y Servicio"

DISTRIBUIDORA DE QUÍMICOS INDUSTRIALES S.A

www.dqisa.com

FICHA TÉCNICA BICARBONATO DE SODIO F.G.

1. IDENTIFICACIÓN DEL PRODUCTO

Nombre Químico	Bicarbonato de Sodio
Formula Molecular	NaHCO_3
Peso molecular	84 g/mol
Sinónimos	Carbonato ácido de sodio Sosa de cocer, soda de panadería.

2. DESCRIPCIÓN

Polvo blanco o terrones cristalino, sabor refrescante, ligeramente alcalino, soluble en agua, insoluble en alcohol, estable en aire seco, en solución se descompone a partir de los 20 °C y como polvo seco se descompone al calor.

Su obtención se logra tratando una solución saturada. De cenizas de sosa con dióxido de carbono. Para precipitar el bicarbonato menos soluble; también purificando el producto crudo del proceso Solvay.

3. ESPECIFICACIONES DEL PRODUCTO

Pureza	99% Mín
Arsénico (As)	0.0001% máx.
Metales pesados (Pb)	0.0004% máx.
Pérdidas por secado	0.2% máx.
pH	8.6 máx.
Humedad	0.2 % Max

4. PROPIEDADES

Apariencia	Gránulos o polvo
Color	Blanco cristalino
Sabor	Refrescante ligeramente alcalino
Peso específico	2.159

FECHA REALIZACION	REALIZO	ACTUALIZO I.Q. Iván Darío Ospina
2010/05/03	I.Q. Iván Darío Ospina	Mayo 05- 2020

Carrera 50C No. 10 Sur – 18 PBX: 361 07 11 Ext 109 iospina@dqisa.com Medellín Colombia

Anexo 20: Ficha técnica Carbonato de Calcio

FICHA TÉCNICA - CARBONATO DE CALCIO 1/64"

PRODUCTO



DESCRIPCIÓN

Mineral conocido también como calcita. Es un carbonato con fórmula química CaCO_3 .

Tiene una dureza de 3 en la escala de Mohs.

USOS

Se usa en la industria química básica, pinturas, cementos, vidrio, cerámica, industria agropecuaria, y como la principal fuente de calcio utilizada en la alimentación animal.

PROPIEDADES FÍSICAS

Color	Gris
Densidad Real	2,70 Kg/dm ³
Sulfato	< 0,10%

ANÁLISIS QUÍMICO

Realizado por el Laboratorio ALS MINERALS de Lima, Perú.

Parámetro	Resultado
Carbonato de Calcio	96,86%
Óxido de Calcio	54,24%
Óxido de Magnesio	0,92%
Óxido de Silicio	1,1%
Óxido de Aluminio	0,21%
Óxido de Hierro	0,13%

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO

Malla Mesh	Abertura en mm	% Retenido
#40	0,420 mm	13,06
#60	0,246 mm	19,72
#100	0,147 mm	9,56
#200	0,074 mm	27,53
#325	0,043 mm	16,66
fondo	< 0,043 mm	13,47

ANÁLISIS DE SOLUBILIDAD

Realizado por el Laboratorio UTALAB de U.A.G.R.M.

Parámetro	Resultado
Materia soluble en ácido clorhídrico al 0,5%	98,40%

SEGURIDAD E HIGIENE

No es nocivo.

En caso de inhalación excesiva puede causar irritación respiratoria leve.

La Calera

DO-02-AD5 VERSION 00 / JULIO 2021

01

Anexo 21: Ficha técnica Sal Marina

	ESPECIFICACION TECNICA	Código : PT-SAL-17
	SAL MARINA EMSAL COCINA	Versión : 00 Fecha : 20/07/2018 Página : 1 de 1

- Producto:** Sal Marina Emsal Cocina - Oquendo
- Fórmula Química:** NaCl
- Otras Denominaciones:** Sal Marina Emsal Cocina
- Especificaciones Técnicas**

Características	Límites	Unidad	Métodos de ensayo
Humedad	máx. 0.50	% w/w	LC-SAL-02
Insolubles	máx. 0.10	% w/w	LC-SAL-03
Calcio (como Ca ²⁺)	máx. 0.16	% w/w	LC-SAL-04
Magnesio (como Mg ²⁺)	máx. 0.15	% w/w	LC-SAL-04
Sulfato (como SO ₄ ²⁻)	máx. 0.28	% w/w	LC-SAL-06
Cloruro de Sodio (como NaCl)	mín. 99.0	% w/w	LC-SAL-07
Hierro (como Fe)	máx. 10.0	ppm	LC-SAL-14
Flúor (como F)	200 - 250	ppm	LC-SAL-09
Iodo (como I)	30 - 40	ppm	LC-SAL-10
Antiapelmazante	máx. 1.0	% w/w	LC-SAL-13
Granulometría			LC-SAL-12
Malla ASTM N°	Pasante		
M10 (2 mm)	mín. 80	%	
M80 (180 um)	máx. 60	%	

- Todos los valores son reportados en base seca
- Se considera ppm= mg/kg

- Presentaciones**
1kg x 25 unidades (004-020339)
½ kg x 50 unidades
- Tiempo de Vida**
2 años a partir de la fecha de producción indicada en el código del lote.
- Inocuidad**
Este producto ha sido elaborado siguiendo los lineamientos de nuestro sistema HACCP.
- Usos**
De preferencia para uso en consumo humano.
- Precauciones y restricciones**
La aceptación de la presente especificación y el uso final del producto es de absoluta responsabilidad del cliente.

Elaborado por:	Revisado:	Aprobado por:
Quim. Eduardo Condor G.	Supte. Pta. Refinería de Sal: Ing. Guillermo Viteri Jefe de Laboratorio: Ing. José Arauzo T.	Grte. Prod. Div. Sal: Ing. José Aranguren C. Grte. Comercial: Ing. Fernando Carranza

Una vez impreso este documento se convierte en copia no controlada. Verificar su vigencia en la red SIG

Anexo 22: Ficha técnica L-treonina

 AJINOMOTO ANIMAL NUTRITION GROUP	L-Threonine 98,5% Aditivo Nutricional para Alimentación Animal <i>Únicamente para consumo animal, no humano</i>	Hoja Técnica Referencia: 05/2015 Nº hoja: 01
---	---	---

L-Threonine 98,5% es producida a través de la fermentación de materia-prima de origen agrícola, como el jarabe de la caña de azúcar.

Indicación

Aminoácido para todas las especies animales.

Característica Física

Polvo cristalino de color blanco a amarillo pálido.

Gravedad específica, kg/L 0,7 a 0,8

Descripción Química

Fórmula química: $C_4H_9NO_3$

Peso molecular: 119,12

Isómero: L (Levorrotatorio)

Garantía Comercial

Treonina, %	98,0	Mínimo
Humedad, %	0,5	Máximo

Valores Nutricionales

Valores solamente informativos. No constituyen garantía comercial.

Materia seca, %	99,5	Mínimo
Proteína bruta, %	72,0	Mínimo N x 6,25
Digestibilidad, %	100	
EM aves, kcal/kg	3570	
ED porcinos, kcal/kg	4140	
EM porcinos, kcal/kg	3790	
EN porcinos, kcal/kg	2945	

Registro

L-Threonine 98,5% está registrada en el Ministerio de Agricultura, Pecuária e Abastecimento de Brasil bajo el número SP 07860 30020.

Almacenamiento y Embalaje

Embalajes:	Bolsas de papel 25 kg, "Big bag" 625kg e 800kg.
Almacenamiento:	En ambiente seco, recipiente cerrado o lacrado y protegido de luz.
Estabilidad:	El producto en su embalaje original se mantiene estable por lo menos 3 años si es almacenado según las condiciones recomendadas.
Fecha de fabricación:	Indicada en embalaje (día/mes/año).

Esta Hoja Técnica complementa la Hoja de Seguridad del producto, pero no la reemplaza. Los datos se basan en nuestros conocimientos a título de orientación, y no representan una garantía de las propiedades del producto.

Ajinomoto do Brasil Indústria e Comércio de Alimentos Ltda.
Rua Vergueiro 1737 – Vila Mariana - São Paulo - SP - 04101-000
animalnutrition@br.ajinomoto.com - www.lisina.com.br

Anexo 23: Ficha Técnica L-metionina



宁夏紫光天化蛋氨酸有限责任公司

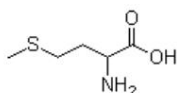
Ningxia Unisplendour Tianhua Methionine Co., Ltd

Technical Data Sheet

CAS No.: 59-51-8

Molecular Weight: 149.21

Molecular Structure:



Molecular Formula: C₅H₁₁NO₂S

Property:

DL-Methionine is white or light grey crystal or powder with special smell. The density is 0.6g/cm³ and the melting point is 281°C. It can be soluble in water, low-concentration acid & alkali solution but ether.

Specifications:

ITEM	INDEX
DL-Methionine (%)	99.0min
Loss On Drying (%)	0.3max
Sodium Sulfate (Na ₂ SO ₄)(%)	0.5max
Sodium Chloride (NaCl) (%)	0.2max
Heavy metal, Pb (mg/kg)	20.0max
Arsenic (mg/kg)	2.0max
Bulk density (g/cm ³)	0.60~0.75

Usage:

DL-Methionine Feed Grade is approved for use in all animal species. Particularly use in monogastrics, it ensures the adequate supply of sulfur amino acids, especially of the essential methionine. Additionally, diets for piglets and growing pigs can show a considerable deficiency in methionine, especially when formulated to achieve low nitrogen excretion for ecological reasons. Such a deficiency can be conveniently compensated by using Feed Grade DL-Methionine.

Package and Storage:

DL-Methionine is packed in 25kg kraft paper bag or 500kg, 750kg, 1000kg bulk bag. The product should be preserved in a cool and dry place.

Shelf Life:

3 Years in original package.

宁夏紫光天化蛋氨酸有限责任公司
Ningxia Unisplendour Tianhua
Methionine Co., Ltd.

Anexo 24: Composición proximal de Ingredientes para balanceado (%)

INGREDIENTES	Energía (kcal)	lisina	metionina	met + cis	treonina	triptofano	ariginina	valina	proteina cruda	calcio	fosforo	sodio	cloro	ac. Linoleico	fibra
maiz amarillo	329	0.17	0.13	0.26	0.25	0.05	0.3	0.28	6.92	0.02	0.12	0.01	0.09	1.78	1.5
harina de soya	220	2.48	0.55	1.11	1.5	0.56	3.04	1.91	44.4	0.24	0.26	0.02	0.05	0.68	5.43
harina de cabeza de camaron	231.6	2.15	1.04	1.56	1.84	0.52	2.08	2.57	51.2	3.35	1.27				10.8
aceite de palma	880													10.3	
Sal (NaCl)												39.34	60.66		
bicarbonato de Sodio												27.38			
fosfato dicalcico 18.5%										22	18.5	0.08			
carbonato de calcio 38%										38					
L- metionina	357		99.99	99.99					76						
L- Treonina	357				74.86				76						

Anexo 25: Formulación en Excel para Pollos Cobb 500 (Etapa Crecimiento)

REQUERIMIENTOS NUTRICIONALES (ETAPA CRECIMIENTO)																	
	kcal	Aminoacidos (mg)							g	mg	mg	mg	mg	g	g		
INGREDIENTES	Energia	lisina	metionina	met + cis	treonina	triptofano	ariginina	valina	proteina cruda	calcio	fosforo	sodio	cloro	ac. Linoleico	fibra	cantidad (g)	% de inclusion
maiz amarillo	2046.0	1057.2	808.5	1616.9	1554.7	310.9	1865.7	1741.3	43.0	124.4	746.3	62.2	559.7	11.1	9.3	621.9	62.26%
harina de soya	440.0	4960.0	1100.0	2220.0	3000.0	1120.0	6080.0	3820.0	88.8	480.0	520.0	40.0	100.0	1.4	10.9	200.0	20.02%
aceite de palma	243.2													2.8		27.6	2.77%
Sal (NaCl)												708.1	1091.9			1.8	0.18%
bicarbonato de Sodio												958.3				3.5	0.35%
harina de cabeza de camarón	309.5	2769.0	1339.0	2002.0	2379.0	663.0	2678.0	3315.0	66.1	4771.0	1807.0				15.3	130.0	13.01%
fosfato dicalcico 18.5%										1364.0	1147.0	5.0				6.2	0.62%
carbonato de calcio 38%										1672.0						4.4	0.44%
L- metionina	7.4		2069.8	2069.8					1.6							2.1	0.21%
L- Treonina	4.9				1033.1				1.0							1.4	0.14%
																998.88	100.0%
TOTAL	3051.1	8786.2	5317.3	7908.7	7966.8	2093.9	10623.7	8876.3	200.5	8411.4	4220.3	1773.6	1751.6	15.3	35.5		
TOTAL %		0.88%	0.53%	0.79%	0.80%	0.21%	1.06%	0.89%	20.07%	0.84%	0.42%	0.18%	0.18%	1.53%	3.56%	Kcal/kg	3054.52
TOTAL REQUERIDO (kcal)	3108																
TOTAL REQUERIDO %		1.19%	0.48%	0.89%	0.78%	0.19%	1.25%	0.91%	20%	0.84%	0.42%	0.18%	0.18%	1%	3.5%		